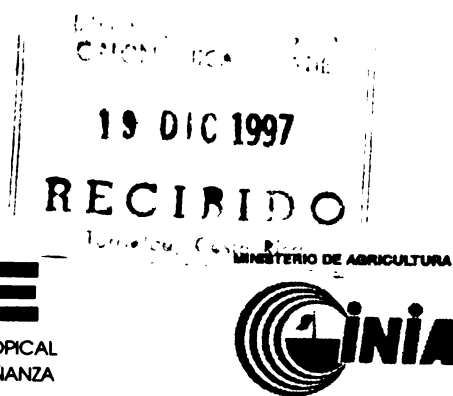




CATIE
CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA



Experiencias prácticas y prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en América Tropical

***Actas del Seminario-Taller
realizado en Pucallpa, Perú
del 17 al 21 de junio de 1996***

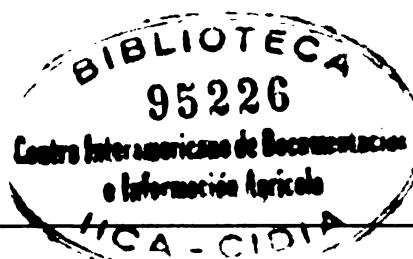
Editado por: César Sabogal, Coordinador
Marlen Camacho
Manuel Guariguata

Publicación Especial CIFOR/CATIE/INIA
Turrialba, Costa Rica, 1997

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y la enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y el Caribe.

El Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) fue establecido en 1993 como respuesta a los problemas globales relacionados con las consecuencias sociales, ambientales y económicas de la pérdida y degradación de los bosques. La misión del CIFOR es contribuir al bienestar de los pueblos en los países en desarrollo, particularmente en los trópicos, a través de una estrategia colaborativa e investigación aplicada y actividades relacionadas en sistemas forestales, y de la promoción de la transferencia de tecnologías apropiadas y la adopción de nuevos métodos de organización social para el desarrollo nacional.

© 1997 CIFOR/CATIE
ISBN 9977-57-286-0



634.95063

E96 Experiencias prácticas y prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en América Tropical : actas del seminario-taller realizado en Pucallpa, Perú del 17 al 21 de junio de 1996 / ed. por: César Sabogal, Marién Camacho, Manuel Guariguata. -- Turrialba, C.R. : CIFOR/CATIE/INIA, 1997.

238 p. ; 27 cm. -- (Serie técnica. Eventos especiales / CATIE ; no. 2)

ISBN 9977-57-286-0

1. Bosques naturales - América Tropical - Congresos, conferencias, etc. 2. Silvicultura - América Central - Congresos, conferencias, etc. 3. Bosques naturales - Investigación - Congresos, conferencias, etc. I. CATIE II. Título III. Serie

Publicación patrocinada por el Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por medio de los proyectos Silvicultura de Bosques Naturales (PROSIBONA) y Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo)

El contenido de los trabajos publicados en esta obra es responsabilidad absoluta de los autores.

Contenido

Agradecimientos	5
El Seminario-Taller	
Antecedentes.....	7
Objetivos y productos esperados.....	7
Desarrollo del evento	8
Resultados	10
Recomendaciones de la reunión	20
Conferencias magistrales	
Evolución histórica y desarrollos recientes de la silvicultura del bosque tropical alto Lawence W. Vincent, Luis E. Rodríguez, Oscar Noguera, Ernesto Arends, José Losada.....	25
Prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales y estrategias para mejorar la aplicación de sus resultados en el manejo forestal John R. Palmer.....	51
Aspectos críticos para la práctica silvicultural en los bosques naturales de América tropical Frank Wadsworth	75
Ponencias y contribuciones	
<i>Experiencias de investigación silvicultural</i>	
Experiencias silviculturales en la Estación Experimental Alexander von Humboldt, Amazonia peruana Walter Angulo, Héctor Vidaurre, Ymber Flores, Manuel Soudré, Auberto Ricse	87
Experiencias silviculturales en Jenaro Herrera, Amazonia peruana Luis Freitas, Juan Baluarte, Héctor Vidaurre	97
Silvicultura en los bosques de guandal del Pacífico sur colombiano Jorge Ignacio del Valle-Arango	113 ✓
Forestería en el Caribe Peter L. Weaver	125
Manejo e investigación forestal en la Concesión del Bajo Calima, Colombia John A. Wright	137
<i>Tratamientos silviculturales</i>	
Impacto de las intervenciones silviculturales en los robledales de altura, Talamanca, Costa Rica Robin aus der Beek, Grace Sáenz	145

Efectos del aprovechamiento forestal y del tratamiento silvicultural en un bosque lluvioso del noreste de Costa Rica; crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial Marlen Camacho, Bryan Finegan	161
---	-----

Efectos del aprovechamiento forestal y del tratamiento silvicultural en un bosque lluvioso del noreste de Costa Rica; cambios en la riqueza y composición de la vegetación Diego Delgado, Bryan Finegan, Patrick Meir, Nelson Zamora	169
---	-----

Regeneración artificial de cuatro especies de valor comercial en plantaciones en claros y vías de extracción forestal mecanizada Marcus Néves d'Oliveira	181
---	-----

Regeneración natural después de cinco años en fajas aprovechadas a tala rasa en el valle de Palcazú, Perú William Pariona	185
--	-----

Tratamientos silviculturales post-cosecha mejorada en el bosque tropical húmedo de la zona norte de Costa Rica David Quirós, Jhonny Méndez	195
---	-----

Evaluación de la factibilidad financiera de tratamientos silviculturales en una concesión comunitaria en Petén, Guatemala Justine Kent, Scott Stanley, Daniel Marmillod	201
--	-----

Productos no maderables del bosque

Efecto del aprovechamiento maderero sobre la población de bayal. Implicaciones para una silvicultura con fines de producción diversificada Daniel Marmillod, Juventino Gátvez	209
--	-----

Aprovechamiento de productos no maderables del bosque tropical; tradición y perspectivas hacia una silvicultura con fines de producción diversificada Rafael Ocampo	221
--	-----

Anexos

Lista de participantes	229
Programa del Taller	233
Gira de campo	235

Agradecimientos

El Seminario-Taller organizado por el CIFOR contó con el patrocinio oficial del Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), a través de su Programa Nacional de Agroforestería, con sede en Pucallpa, Perú. Nuestro especial agradecimiento al Director de dicho Programa, M.Sc. Auberto Ricse, por su decidido apoyo en la preparación y realización del evento; así como al equipo de técnicos y secretarías que le asistió en esta tarea.

Nuestro reconocimiento a:

- la Fundación Peruana para la Conservación de la Naturaleza (FPCN, hoy Pro-Naturaleza), que a través del Ing. Javier Arce B., brindó apoyo inicial en los aspectos logísticos de la reunión.
- al Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), con sede en Iquitos, que brindó su apoyo para promover el evento y asegurar la participación de investigadores de la Amazonia Peruana.
- al Proyecto INRENA/ITTO "Manejo Sostenible del Bosque Nacional Alexander von Humboldt" que colaboró en la gira al campo y facilitó la participación de sus profesionales en el evento.
- al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con sede en Turrialba, Costa Rica, que brindó su total apoyo con la participación de sus profesionales y en la publicación de estas Actas.
- al Instituto Internacional de Dasonomía Tropical (IITF), en Río Piedras, Puerto Rico, y a la Administración para el Desarrollo de Ultramar del Gobierno Británico (ODA), que contribuyeron con el financiamiento de un conferencista en cada caso.
- Ing. Xinia Robles (CATIE) y Dr. Wil de Jong (CIFOR), cuya eficiente labor contribuyó decididamente al éxito de la reunión.

El Seminario-Taller

Antecedentes

A pesar del creciente interés en el manejo de los bosques neotropicales con fines de producción, pocos esfuerzos ha habido hasta ahora para compilar el conocimiento silvicultural acumulado y analizar críticamente su aplicación pasada -¿qué ha funcionado, qué no ha funcionado y por qué?-, así como su aplicabilidad potencial en las diferentes condiciones biofísicas y socioeconómicas prevalecientes en la región. De otro lado, los resultados de la investigación y las experiencias prácticas en silvicultura de bosques naturales han sido pobremente diseminados.

Como una contribución para ir cambiando esta situación, y a la vez obtener elementos que ayuden a identificar los vacíos existentes y definir las prioridades en materia de investigación en este campo, el CIFOR inició en 1995 la preparación de un estudio de revisión y síntesis enfocado hacia la silvicultura como un componente crítico para el manejo sostenible de los bosques en América tropical, buscando asimismo comparaciones en un contexto ecorregional y escenarios contrastantes de manejo. El producto principal de este trabajo será un libro que se publicará en la colección de monografías del CIFOR.

Este Seminario-Taller fue parte de dicho proceso. Específicamente, se ha buscado involucrar a investigadores y técnicos con experiencias directas en el campo de la silvicultura de bosques naturales en la región. La comunicación e interacción entre individuos e instituciones que trabajan en este campo es escasa, lo que constituye una barrera para mejorar la colaboración y potenciar los resultados en este campo; este encuentro pretendió también abrir vías en ese sentido.

Objetivos y productos esperados

La reunión tuvo como **objetivos** principales:

- a) Presentar un balance de lo que han sido las experiencias y resultados de investigación en silvicultura de bosques naturales en los trópicos americanos y discutir sobre los factores que condujeron al éxito o fracaso en la aplicación de los varios métodos probados en diferentes tipos de bosque y condiciones socioeconómicas.
- b) Discutir los aspectos biológico-ecológicos y técnico-económicos críticos para la planificación, diseño y aplicación exitosa de la silvicultura en el manejo de bosques naturales.
- c) Identificar y priorizar la investigación silvicultural necesaria para el manejo de bosques naturales, atendiendo a las diferencias biofísicas y socioeconómicas de la región y las nuevas tendencias en el manejo de los bosques naturales.
- d) Definir mecanismos que contribuyan a mejorar la aplicación y transferencia de resultados de la investigación en este campo.

Como **productos** de la reunión se identificaron los siguientes:

- 1) Aportes de los participantes para el libro que patrocina el CIFOR.
- 2) Una definición más precisa de las necesidades de información y las prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales en la región.
- 3) La definición de un mecanismo que contribuya a facilitar el intercambio de información y el trabajo cooperativo entre investi-



gadores y técnicos con intereses en la silvicultura de bosques naturales de la región.

4) Publicación de las Actas del Seminario-Taller.

Desarrollo del evento

La reunión estuvo organizada alrededor de cuatro **temas centrales**:

- Balance de experiencias y tendencias futuras de la silvicultura de bosques naturales en los trópicos americanos
- Aspectos biológicos y ecológicos importantes para la práctica silvicultural
- Planificación, aplicación y evaluación de los efectos de las intervenciones silviculturales
- Prioridades de investigación y mecanismos de transferencia

Esta temática se trabajó mediante conferencias magistrales (o ponencias principales) y ponencias cortas (en forma de estudios de casos). Tales presentaciones sirvieron después como insumo para el trabajo en grupos, a fin de discutir aspectos más específicos en cada tema. A continuación se hace una referencia a los dos tipos de ponencias.

Conferencias magistrales

Estas fueron presentaciones invitadas por la organización del evento. En el recuadro adjunto se indican los títulos de las tres presentaciones y sus distinguidos conferencistas. Las conferencias (de aproximadamente una hora cada una) fueron seguidas inmediatamente por intervenciones de tres panelistas invitados, quienes (en un tiempo máximo de diez minutos cada uno) expusieron sus puntos de vista y/o comentarios sobre la conferencia. Una vez concluida esta parte, se abrió la discusión en plenario.

Evolución histórica y desarrollos recientes de la silvicultura del bosque tropical alto en América

Conferencista: Dr. Lawrence W. Vincent, Profesor Titular del Centro de Estudios Forestales de Postgrado, Universidad de Los Andes (Mérida - Venezuela)

Panelistas: Dr. Daniel Marmillod (CATIE, Turrialba-Costa Rica); Dr. José Natalino M. Silva (EMBRAPA/CPATU, Belém-Brasil); M.Sc. Juvenal Valerio (Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago-Costa Rica)

Aspectos críticos para la práctica silvicultural en los bosques naturales de América tropical

Conferencista: Dr. Frank Wadsworth, Instituto Internacional de Dasonomía Tropical, IITF (Río Piedras - Puerto Rico)

Panelistas: Dr. João Olegário P. Carvalho (EMBRAPA/CPATU, Belém-Brasil); M.Sc. Justine Kent (CATIE, Turrialba-Costa Rica); Dr. Patricia Negreiros-Castillo (Universidad de Iowa, Ames-U.S.A.)

Prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales y estrategias para mejorar la aplicación de sus resultados para el manejo forestal

Conferencista: Dr. John R. Palmer, Tropical Forestry Services (Oxford - Inglaterra)

Panelistas: Dr. Gonzalo de las Salas (Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá-Colombia); Ing. Ignacio Lombardi (Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima-Perú); Dra. Laura Snook (Universidad de Duke, Durham-U.S.A.)

Ponencias

Como parte de la agenda de trabajo prevista para el Seminario-Taller, se anunció la posibilidad de presentar documentos que ilustrasen, con casos concretos, la temática en discusión. Durante el evento se presentaron un total de 12 ponencias, la mayoría de las cuales se publican en este volumen. Además, se incluyen otras contribuciones que no llegaron a ser presentadas.

Trabajo en grupos

El planteamiento original consistió en tres sesiones de trabajo en grupos para discutir los temas centrales de la reunión, tomando como insumo las ponencias invitadas. Sin embargo, como parte de la dinámica de la reunión, esto fue replan-

teado, optando por enfocar el trabajo de grupos hacia tipos de actividades de manejo y problemas que se presentan en la práctica silvicultural. Luego de alguna discusión, se conformaron cinco grupos, según los temas que aparecen en el recuadro adjunto.

Temas para los grupos de trabajo	
1) <i>Pre-aprovechamiento</i>	Tipificación Inventarios Planificación del aprovechamiento Planificación de la silvicultura Monitoreo
2) <i>Aprovechamiento</i>	Aspectos biológicos y ecológicos (biofísicos) Aspectos operativos Aspectos económicos y sociales Monitoreo
3) <i>Tratamientos para inducir y/o aumentar el establecimiento de la regeneración</i>	Aspectos biológicos y ecológicos (biofísicos) Aspectos silviculturales - operativos Aspectos económicos y sociales Monitoreo
4) <i>Tratamientos para aumentar el crecimiento de la regeneración y la calidad de los productos</i>	Aspectos biológicos y ecológicos (biofísicos) Aspectos silviculturales - operativos Aspectos económicos y sociales Monitoreo
5) <i>Productos forestales no maderables</i>	Aspectos biológicos y ecológicos Aspectos silviculturales y operativos Aspectos económicos y sociales Monitoreo

A cada grupo se le solicitó discutir la temática alrededor de los siguientes aspectos:

1. *Problemas* ¿Cuáles son los problemas críticos dentro del tema?
2. *Necesidades* ¿Cuáles son las necesidades de información y cuáles los vacíos más importantes sobre el tema?
3. *Investigación* ¿Cuáles son los tópicos específicos de investigación en el tema? ¿Cuáles serían las prioridades de investigación?
4. *Transferencia* ¿Qué recomendaciones se podrían dar para la disseminación y transferencia de resultados de la investigación sobre el tema?

Los grupos se conformaron libremente, según experiencia o preferencia de los participantes. Al final del trabajo, cada grupo informó de sus resultados al plenario.

Resultados

Tema 1: Pre-Aprovechamiento

Participantes: Javier Arce, Marlen Camacho, Martín Cuadrado, Luis Freitas, Justine Kent, Carl Mize, Rodil Tello, Lawrence Vincent, Juvenal Valerio (Coordinador)

Tipificación forestal

Existen metodologías conocidas para la tipificación forestal, pero que no se están aplicando.

Necesidades:

- Aplicar la tipificación para fines de planificación, tanto a nivel de la investigación como del manejo operacional.
- Normalizar criterios en el desarrollo de metodologías de tipificación, pero teniendo en cuenta que no todos los criterios son aplicables en todos los tipos de bosque, ni mucho menos en toda la región de América Tropical.
- Incluir criterios antrópicos en la tipificación. La división del bosque debe resultar en tipos que sean útiles; debe ser una división a nivel práctico y operativo.
- Avanzar más en el desarrollo de técnicas de cartografía y en la aplicación de herramientas de informática, sistemas de información geográfica y sistemas de posicionamiento geográfico.

Inventarios

Los inventarios son costosos, muy pocas veces se actualizan y en ocasiones son simplemente un mero requisito para los planes de manejo.

Necesidades:

- Desarrollar metodologías de inventario para diferentes especies, para diámetros menores, para otros recursos y para evaluar situaciones especiales, como es el caso de bosques fragmentados.

Planificación de la silvicultura

Existen dos niveles de planificación: los sistemas silviculturales y los tratamientos silviculturales. Los sistemas silviculturales representan el nivel de más alta jerarquía, mientras que los tratamientos constituyen la parte más operacional.

Problemas:

- La investigación silvicultural debe ser participativa, tiene que estar en función de la cultura de los usuarios y, por lo tanto, debe recibir la retroalimentación de ellos. En ese sentido, se debe hacer una evaluación de alternativas en las condiciones propias, valorando los aspectos ecológicos, culturales, económicos, técnicos y de restricciones legales.
- En muchos casos, la aplicación de tratamientos silviculturales no se basa en un diagnóstico, ni se toman en cuenta las bases ecológicas para su diseño.
- Por lo general, no se aplican tratamientos silviculturales fuera de estaciones experimentales, y dentro de estas se aplican para probar y evaluar diferentes situaciones, a partir de las cuales resultaría peligroso generalizar.

Necesidades:

- Definir y visualizar la cosecha como un tratamiento silvicultural. Lo que ocurre hoy en día es que se efectúa la cosecha y luego se pide que el silvicultor se ocupe de rescatar lo que quedó del bosque.
- Determinar la intensidad de la cosecha, basada en la dinámica de poblaciones a nivel de especie y de comunidad.

Planificación del aprovechamiento

En la mayoría de casos existe poca o ninguna planificación a nivel de los operarios (por un lado, el sierrero tala árboles y por el otro el tractorista los saca, con un costo ecológico y económico muy alto). Esta baja planificación trae consigo una amenaza a la diversidad de especies, así como a la diversidad genética dentro de especies.

Necesidades:

- Desarrollar tecnologías apropiadas para la planificación del aprovechamiento, siguiendo un proceso gradual de retroalimenta-

- ción (generación - adaptación - nueva generación - nueva adaptación). De esta manera, se logra un avance progresivo, acorde con la velocidad que el sistema y las condiciones (económicas, sociales, etc.) indiquen.
- Realizar un seguimiento para ajustar el sistema silvicultural; por ejemplo, en cuanto a la intensidad y el orden de los tratamientos.

Monitoreo

Si bien para el caso de madera ya se dispone de metodologías aplicables y de bajo costo, para otros productos forestales no maderables y servicios (la provisión de agua, el control de erosión, la conservación de fauna) se requiere todavía desarrollar estas metodologías.

Necesidades:

- Aplicar la informática en el manejo de información, el análisis estadístico y el modelaje.
- Desarrollar metodologías de monitoreo aplicables a los productos y servicios no maderables del bosque.
- Propiciar que a nivel político se adopte una reglamentación para que las empresas asuman la responsabilidad de establecer un sistema de parcelas permanentes en sus áreas de operación.

Transferencia

La transferencia se debe hacer a diversos niveles, enfocándose en la adopción a nivel político y comunitario, y buscando la aceptación de ambos grupos.

Necesidades:

- A nivel de los inventarios, se debe dejar una capacidad instalada entre el personal de campo y la propia comunidad, que a la larga son los clientes y usuarios del recurso. No sólo se trata del cómo hacer el inventario, el detalle estadístico y la precisión que éste tenga, sino también de la "apropiación" de la tecnología por parte de los usuarios, en tanto que ellos evalúan el recurso y determinan su potencial.
- A nivel general, promover la capacitación a profesionales (en aspectos conceptuales y cognoscitivos) y a operarios (en aspectos tanto cognoscitivos como psicomotrices), así como una mayor concientización a los planificadores y a los propietarios sobre los

beneficios de una actividad silvicultural.

- Se requiere trabajar en los aspectos de divulgación, para dar a conocer las tecnologías desarrolladas.

Tema 2: Aprovechamiento

Participantes: Freddy Contreras, Gonzalo de las Salas, Alejandro Mejía, Oscar Noguera, Marcus Oliveira, Gustavo Pinelo, David Quirós, Robin aus der Beek (Coordinador)

Aspectos biológicos y ecológicos

Problemas y necesidades:

En general, muchos problemas relacionados con el aprovechamiento forestal están ligados a las condiciones muy específicas de la problemática en cada país, que no permiten aplicar en nuevos sitios sistemas que han funcionado exitosamente en otro lugar.

Contaminación de las aguas (a causa de los combustibles utilizados o de la erosión)

- Incluir el monitoreo de la calidad del agua como parte del monitoreo del aprovechamiento.
- Validar metodologías para la cuantificación de impactos sobre el agua.
- Adaptar a las condiciones de cada sitio los instructivos ya existentes para monitorear la calidad del agua.
- Capacitar y concientizar a los trabajadores sobre la necesidad de proteger las fuentes de agua.
- Respetar zonas de protección de los cauces de agua.

Daños a la vegetación

- Definir el daño máximo permisible, dependiendo de las condiciones del bosque y de las especies que principalmente se extraen (no se trata tanto de saber cuánto es el daño, sino si este sobrepasa el límite de impacto perjudicial para el bosque).

- Fomentar la capacitación en técnicas cuidadosas de extracción, especialmente a nivel de obreros y operarios

Impacto sobre la fauna (muchas veces por falta de conocimiento sobre cuáles especies hay que proteger y cómo protegerlas)

- Desarrollar recomendaciones prácticas para el usuario (aunque existen estudios sobre impactos sobre la fauna o sobre la importancia de ciertas especies de fauna en el bosque, esta información no se presenta en un lenguaje y estilo adecuado para el usuario en el campo).
- Preparar listados de especies importantes de la fauna en distintos tipos de bosque.
- Promover estudios sobre la dinámica de población y la función que la fauna tiene dentro del bosque.
- Incluir el monitoreo de la fauna como parte del monitoreo del aprovechamiento.
- Estudiar y adoptar medidas para el control de la caza.

Impacto sobre el suelo

- Recuperar el conocimiento campesino sobre técnicas sencillas y de bajo impacto al suelo.
- Reducir la contaminación por medio del control, la concientización y la educación ambiental.
- Adaptar la tecnología y maquinaria a las condiciones del sitio.
- Mejorar la planificación y construcción de la red vial.
- Capacitar a los operarios en técnicas de extracción de bajo impacto.

Investigación:

- Evaluar los impactos del aprovechamiento sobre la calidad de agua.
- Estudiar el crecimiento y rendimiento de especies forestales.
- Estudiar la ecología de especies forestales.
- Realizar investigaciones sobre la dinámica del bosque a través de una red de parcelas permanentes.
- Determinar los umbrales permisibles de daños a la regeneración natural y al rodal remanente.
- Desarrollar herramientas (tipo "software") para evaluar los impactos del aprovechamiento en el bosque.
- Evaluar los impactos del aprovechamiento sobre la fauna.
- Estudiar la dinámica de interacción fauna-bosque.

Aspectos operativos

Problemas y necesidades:

Planificación deficiente

- Capacitar en cartografía y hacer que la elaboración y uso de mapas para el aprovechamiento forestal (a partir de 50 ha) sean obligatorios.
- Utilizar el sistema de Información Geográfica (SIG) cuando sea posible; o bien, preparar manuales prácticos para elaborar los mapas de aprovechamiento.
- Definir el detalle de la información por incluir en un plan de manejo (qué información realmente se necesita para las operaciones de aprovechamiento).

Intensidad de la intervención y ciclos de corta inadecuados. En muchos casos, la intensidad y el ciclo se determinan de manera muy empírica, o se estiman con base en datos de crecimiento en bosques que no han sido intervenidos y/o de regiones completamente distintas. En otras ocasiones, la determinación se hace, no en función del bosque que se está aprovechando, sino en función de la demanda de la industria maderera.

- Fortalecer una red nacional de parcelas permanentes de medición, ubicadas tanto en bosque no intervenido como en bosque intervenido.
- Unificar criterios para el establecimiento de parcelas permanentes de medición.
- Proporcionar mayores orientaciones sobre los criterios para la regulación de la producción y su aplicación a distintas situaciones en la planificación del manejo.

Planificación interpretada sólo como un requisito, y no como un instrumento útil para el aprovechamiento.

- Preparar guías simplificadas para elaborar planes de manejo, específicas para tipos de bosque, o a nivel de país.
- Controlar la ejecución de las operaciones conforme a lo previsto en el plan de manejo.

Falta de capacitación para operarios forestales

- Realizar cursos cortos para campesinos, indígenas, o cualquier persona que realiza labores de aprovechamiento.
- Exigir licencias o permisos especiales para

operarios forestales que se contraten para las actividades de aprovechamiento.

Falta de control del aprovechamiento. En muchos países, a nivel de la Institución encargada no se cuenta con los medios para hacer ese control, o por cuestiones de corrupción u otros factores, el control que se ejerce no es el adecuado.

- Crear oficinas o contratar consultoras especializadas en el control de planes de manejo.
- Establecer mecanismos de control, como las superintendencias, que controlan la ejecución de los planes de manejo y pueden retirar al profesional forestal encargado el permiso que lo autoriza a preparar planes de manejo, en caso de acciones no planificadas; otra modalidad sería la supervisión por parte del gremio (colegio) de ingenieros forestales.
- Proporcionar entrenamiento a los fiscales encargados de evaluar las infracciones.
- Reforzar el sistema legal (multas).

Desperdicios altos en el aprovechamiento. Hay mucha diferencia entre el volumen talado y el que efectivamente se está extrayendo del bosque.

- Mayor divulgación de experiencias sobre uso artesanal de los residuos que quedan en el bosque.
- Diversificar la producción, particularmente en cuanto a los diámetros que se extraen.
- Mayor aceptación de diámetros menores y fomento de industrias especializadas en el aprovechamiento de diámetros menores.
- Estudiar rendimientos de aserrío y elaboración de madera de diámetros menores.
- Trabajar con la maquinaria adecuada para el procesamiento.
- Mejorar u optimizar el trozado de los troncos en el bosque.

Carencia de modelos operativos de aprovechamiento

- Elaborar modelos en función del tipo de bosque (conociendo el producto, las dimensiones, el equipo más apropiado y el rendimiento que se puede esperar de ese tipo de aprovechamiento).

Inadecuada construcción de la red vial

- Propiciar estudios sobre densidad óptima del sistemas de caminos, pistas de arrastres u otras vías secundarias.
- Mayor capacitación en la planificación y la construcción de la red vial.
- Adecuar normas de construcción a la condición y tipo de bosque.

Investigación:

- Estudiar los costos y rendimientos de técnicas tradicionales de bajo impacto al suelo.
- Estudiar los costos, rendimientos e impactos de extracción de madera por teleféricos en zonas de ladera.
- Evaluar el rendimiento del aserrío de diámetros menores.
- Realizar investigaciones sobre la densidad óptima de caminos y pistas.

Aspectos económicos y sociales

Problemas y necesidades:

Aprovechamiento en función de los intereses y necesidades de la industria, y no en función de la capacidad productiva del bosque.

- Determinar la capacidad productiva del bosque a nivel de cada especie extraída.
- Determinar ciclos de corta de acuerdo con la intensidad del aprovechamiento y las necesidades de la industria.
- Promover paquetes de especies por aprovechar, que incluyan especies tradicionalmente comerciales y especies que apenas empiezan a comercializarse; cobrar multas o establecer algún tipo de restricción en caso de incumplimiento.
- Diversificar los usuarios de productos del bosque; en general, la industria utiliza especies de determinado diámetro, pero los campesinos u otros usuarios podrían aprovechar otros tipos de productos.
- Subastar la madera en pie a inversionistas para garantizar que haya interés en mantener el bosque a largo plazo.
- Mejorar o fomentar la negociación entre los concesionarios y la industria especializada en distintas especies o productos del bosque.

Planes de manejo que no se cumplen en las concesiones forestales

- Pre-calificar a las empresas antes de darles las concesiones.
- Realizar un control más inmediato de las operaciones en ejecución; si es necesario, tomar medidas drásticas para asegurar el cumplimiento.

Inadecuada forma de pago al operario. En la mayoría de los países se paga por la cantidad de madera extraída, sin considerar la calidad de ejecución del trabajo.

- Incluir indicadores de calidad para la contratación de obreros forestales.
- Capacitar en técnicas de tala dirigida que permitan reducir el daño y a la vez mejorar la eficiencia del trabajo, esto permitiría extraer volúmenes altos de madera, sin que necesariamente se causen más daños al bosque.

Pocas especies aceptadas en el mercado

- Promover maderas poco conocidas (por ejemplo, enviando muestrarios a clientes potenciales).
- Realizar sondeos en el mercado de maderas; eventualmente, desarrollar un estudio de factibilidad.
- Mejorar el procesamiento industrial para que pueda aprovechar un mayor número de especies y volúmenes.
- Promover la integración vertical en el uso de las maderas, en el sentido de que combinando la industria, el campesino u otros usuarios se logre una especialización de cada uno en distintas especies o productos, lo cual mejoraría la aceptación de las especies.
- Exigir el uso de paquetes de especies, para que se aproveche un mayor número de especies.
- Lograr una legislación un poco más flexible (a veces la misma legislación es la que no permite a ciertos usuarios la utilización de otros productos del bosque).

Integrar comunidades vecinas al aprovechamiento forestal

- Ofrecer contratos de empleo en las empresas que realizan el aprovechamiento a personas de las comunidades aledañas.
- Capacitar a miembros de las comunidades en aspectos de tala dirigida.

- Adecuar el plan de manejo a las posibilidades de los campesinos (si el plan de manejo establece la extracción de maderas de ciertos diámetros con "skidder", los campesinos podrían quedar fuera por la misma tecnología que hay que utilizar).
- Propiciar una mejor integración de sistemas de aprovechamiento (empresa-campesinos).
- Fomentar consultas públicas en las mismas comunidades.

Falta de indicadores para evaluar los resultados de un aprovechamiento

- Adaptar a las condiciones de cada lugar los criterios existentes (como los de la ITTO; aplicarlos y validarlos).
- Implementar un "software" para evaluar el impacto del aprovechamiento.

Falta validar experiencias de monitoreo en diferentes ecosistemas

- Determinar y analizar las experiencias que se han tenido y volver a aplicarlas y validarlas en otros lugares.

Investigación:

- Evaluar la viabilidad económica de la introducción de nuevas especies en el mercado

Transferencia

Necesidades:

- Crear una red de técnicos, investigadores e industriales relacionados con el aprovechamiento forestal y mejorar el intercambio de experiencias.
- Crear una red de áreas demostrativas.
- Mejorar la distribución de documentos.
- Capacitar por medio de cursos cortos, manuales, talleres/seminarios y audiovisuales.

Líneas de trabajo para la transferencia:

- Interpretación ambiental: efectos de los impactos negativos sobre la contaminación de suelos y aguas y daños a la vegetación.
- Capacitación en tala dirigida: aspectos de planificación y construcción de la red vial, operaciones de tala y arrastre, y aserrío manual de residuos en el bosque.
- Instalación y evaluación de parcelas permanentes, en lo posible siguiendo un criterio uni-

ficado que permita comparaciones para evaluar los resultados.

- Adaptación de las guías simplificadas para el manejo, según tipos de bosque y país.
- Divulgación de conocimientos sobre aprovechamiento de residuos.
- Sensibilización para promover el uso de nuevas especies.
- Fortalecimiento de la organización campesina, para involucrarla en operaciones de aprovechamiento del bosque.

Tema 3: Tratamientos para inducir la regeneración¹

Participantes: Walter Angulo, Olegário Carvalho, Violeta Colán, Luis Diego Delgado, Luiz Marcelo Rossi, Manuel Soudré, Scott Stanley, Gil Vieira, Patricia Negreros-Castillo (Coordinadora)

Problemas:

- Existe información, pero con frecuencia es incompleta o fragmentada; además, es poco accesible (es difícil de conseguir o no está publicada).
- No se utiliza la información existente, y se tiende a darle una interpretación inapropiada.
- Existe información muy valiosa que muchos usuarios desconocen, tal es el caso de libros "clásicos" escritos hace muchos años.
- Los conocimientos que se disponen corresponden a un lapso pequeño (la investigación forestal no data de más de 50 años); hace falta más tiempo para contar con datos más confiables.
- Falta información autoecológica aplicada a los tratamientos para inducir la regeneración.
- No se averigua si hace falta inducir la regeneración. Los tratamientos para inducir la regeneración se definen con poca planificación. Por ejemplo, para un plan de manejo no se toma en cuenta la información disponible o la investigación que se viene desarrollando.
- No existe una guía para seleccionar las especies a evaluar.
- Falta de asesores con experiencia que guíen

a nuevos investigadores: un buen grupo de investigadores requiere de un proceso y condiciones para mantener la calidad y continuidad de las investigaciones.

Necesidades:

- Validar y difundir metodologías de la ecología aplicables a la silvicultura. ✓
- Mejorar nuestro conocimiento y entendimiento de los procesos ecológicos a nivel microambiental.
- Desarrollar modelos que ayuden a predecir las condiciones futuras del rodal, por ejemplo, número de árboles por cosechar, especies, etc.
- Establecer parámetros o indicadores de regeneración establecida. ✓
- Uniformizar la presentación de resultados de investigación sobre tratamientos para inducir la regeneración natural, a fin de ampliar su aplicación.
- Incluir costos de tratamientos para inducir la regeneración en unidades universales (como horas/ hombre, horas/máquina, etc.); se trata de expresar lo que se utilizó para aplicar el tratamiento, que pueda después extrapolarse a otras localidades o países.
- Llevar experimentos a escalas de manejo comercial. ✓

Investigación:

- Ampliar los estudios sobre la biología reproductiva de especies de interés en áreas manejadas.
- Agrupar especies por condiciones ambientales o nichos de regeneración.
- Estudiar los factores (fauna, luz, competencia, nutrimentos, etc.) que favorezcan el establecimiento de la regeneración.
- Realizar evaluaciones de los cambios producidos por diferentes perturbaciones de las operaciones de manejo (extracción de productos, arrastre, tratamientos silviculturales). }
- Definir tratamientos silvícolas de acuerdo con estadios sucesionales.
- Estudiar bosques secundarios de diferentes estados de desarrollo.

¹ El grupo enfocó su trabajo en los aspectos biológicos. Las discusiones se efectuaron en el mismo bosque. En la presentación no se refirieron a los otros aspectos por separado.

Transferencia:

- Publicar una revista latinoamericana para diseminar las investigaciones y experiencias.
- Incorporar a los investigadores en grupos de trabajo que manejen el recurso.

Discusión del tema

- Los tratamientos para inducir la regeneración en el bosque natural pueden tener un origen natural, cuando se espera que la semilla venga directamente de los árboles que se encuentran en el sitio; o bien, un origen artificial, en el que directamente se lleva la planta o la semilla.
- Prácticamente todas las opciones de inducción de regeneración en el bosque natural han fracasado una y otra vez, no por razones biológicas, sino por razones económicas. Uno de los problemas es que son operaciones relativamente costosas, donde hay que tratar el suelo y luego esperar que ocurra la diseminación y el establecimiento de las plántulas de especies deseadas.
- De otro lado, el atribuir el fracaso principal de esta la falla a razones económicas y no ecológicas es relativo: el fracaso es económico porque es caro, pero es caro porque no se conoce la ecología de lo que se está manejando. Por ejemplo, en muchos casos se establecen líneas de enriquecimiento con especies que, por su misma autoecología, no se regeneran bien. Si se trata de una especie altamente exigente de luz, es muy difícil su sobrevivencia en una línea de enriquecimiento, y si se quiere que sobreviva, la inversión va a ser muy alta, o sea, que es antieconómico. Esto refuerza la necesidad de caracterizar y hacer más investigación básica sobre la regeneración natural.
- Es necesario entender mejor los procesos ecológicos, ya que así podremos decidir cuál tratamiento va a favorecer a las especies que deseamos. Se requiere también de mayores estudios sobre las diferentes etapas sucesionales, ya que cada cual presenta condiciones distintas para la regeneración y su manejo.
- La ecología de los árboles semilleros es un aspecto importante que merece más investigación. En muchos planes de manejo, el árbol semillero se deja como tal, sin que medie ningún criterio científico o técnico. Una industria forestal en Costa Rica maneja sus propios bosques, en los que hay una dominancia importante de *Carapa nicaragüensis*, una especie de mediano valor que se utiliza para la fabricación de puertas para la exportación. Esta empresa promovió un estudio (que les tomó cerca de dos años), el cual determinó, para sorpresa, que los árboles semilleros que producían la progenie o plántulas con más vigor no eran los más grandes, sino los medianos. Este caso enfatiza la importancia de promover estudios ecológicos a fondo en aspectos de la regeneración natural por semillas y conocer la autoecología de las especies.
- El enfoque que se siguió en Caparo, Venezuela fue desde un inicio basado en la tipificación, definiendo los diferentes tipos de bosques que se presentaban. Se probaron diferentes medios de plantación (a campo abierto, bajo cubierta, por el método Limba o el método Caparo) para obtener información de manera indirecta, en forma empírica, sobre qué funcionaría y qué no. En los ensayos de eliminación se incluyó un gran número de especies en el mismo medio y el mismo tipo de plantación. La intención era tratar de ver cuáles eran las especies que se adaptaban mejor a un medio y tipo de bosque determinado. De esta forma, el conocimiento autoecológico se obtenía indirectamente, por la misma respuesta de las especies que se estaban probando. Una vez se determinaba que tal especie se adaptaba y desarrollaba bien en ciertos medios, se trataba de averiguar la causa.
- Se ha demostrado que el resultado de muchos tratamientos depende de la época en que se apliquen; en consecuencia, los tratamientos que se propongan deben estar ligados a un estudio fenológico. Por ejemplo, en una época un tratamiento puede ser muy exitoso y promover la regeneración natural, mientras que en otra época puede ser un absoluto fracaso, y, contrario a lo que se proponía, promover la regeneración de especies que no se deseaban.
- Un aspecto decisivo compete a la capaci-

dad de implementar las actividades a nivel de campo. Un ejemplo claro se encuentra en el programa silvicultural que se sigue en el Bosque Nacional Alexander von Humboldt (Ucayali, Perú). Conforme a lo establecido en el Plan de Manejo, se pretende básicamente manejar la regeneración natural existente de un grupo numeroso de especies, recurriendo a plantaciones de enriquecimiento sólo para complementar con especies de alto valor, cuya regeneración natural no existe o es muy escasa. Sin embargo, aunque hay acuerdo en que es preferible manejar la regeneración natural con base en las existencias de regeneración de especies de mediano y bajo valor comercial, una limitante muy importante es el reconocimiento de las especies de interés en sus diferentes estadios. No hay personal capacitado, o es muy escaso. Entonces, la falta de personal que pueda reconocer las especies que se quiere trabajar es una limitante para practicar el manejo de la regeneración natural.

Tema 4: Tratamientos para aumentar el crecimiento de la regeneración y la calidad de los productos

Participantes: Andrés Castillo, Nilo Córdova, Xavier García, William Pariona, Luis Rodríguez Poveda, Pedro Reyes, Pedro Saravia, Natalino Silva, Héctor Vidaurre, Frank Wadsworth, Ignacio Lombardi (Coordinador)

Aspectos biológicos y ecológicos

Problemas:

- Falta de coordinación de la silvicultura con la ecología. El silvicultor y el ecólogo trabajan de forma independiente y en algunos casos antagónica. Se requiere de una mayor coordinación que permita acercar la silvicultura a la ecología.
- Hay un escaso conocimiento sobre las funciones del ecosistema y en especial el rol que tiene la fauna.
- No se conoce lo suficiente sobre el comportamiento de las especies en términos de reproducción, diseminación, polinización, entre otros.

- Es poco lo que se conoce de los impactos de los tratamientos silviculturales; en especial hace falta una mayor cuantificación de sus efectos.
- Se ha trabajado muy poco en aspectos de calidad de sitio.
- Existe un vacío importante sobre lo que son plagas y enfermedades que afectan la regeneración (artificial o natural).

Necesidades:

- Lograr un mayor acercamiento profesional entre forestales y biólogos, a fin de articular y coordinar mejor los trabajos de investigación y su aplicación para el manejo forestal

Investigación:

- Sintetizar los resultados de investigaciones sobre especies, tanto de la flora como de la fauna.
- Estudiar los impactos de las operaciones y actividades silviculturales.
- Determinar la influencia ambiental de los bosques en cuanto a agua, nutrimentos, ciclos de crecimiento y conservación de la fauna.
- Estudiar la biología reproductiva de las especies.

Transferencia:

- Armonizar la enseñanza de la forestería y la biología.
- Documentar las experiencias y difundirlas oportunamente.
- Propiciar la creación de un organismo que se encargue de la difusión técnica a nivel regional (puede ser una revista, un noticiero, vías electrónicas, etc.).

Aspectos silviculturales - operativos

Problemas:

- No se ha podido demostrar que la silvicultura ayude en la producción de bienes y servicios; en otras palabras, la silvicultura se enfoca más que todo en la producción de madera.
- Se ofrece consistentemente una imagen de que los rendimientos son bajos.
- La legislación no es armónica con la silvicultura. Por ejemplo, en algunos países se establece que la reforestación es prácticamente la única alternativa silvicultural para regene-

rar el bosque luego de la extracción comercial de madera.

- Falta reconocimiento a la actividad forestal como una forma del uso de la tierra, o que la tierra forestal es productiva.

Necesidades:

- Documentar el crecimiento.
- Determinar y cuantificar el efecto de los factores que influyen en el crecimiento y en la calidad de la madera.
- Simplificar la aplicación de las técnicas silviculturales en función a las necesidades del usuario.

Investigación:

- Clasificar las especies con base en las necesidades del futuro.
- Clasificar las especies por grupos ecológicos, de manera que se puedan definir posibles tratamientos.
- Identificar y cuantificar el efecto de los factores determinantes en el crecimiento a nivel de grupos ecológicos de especies.
- Determinar la influencia de la velocidad de crecimiento en la calidad de la madera o en el tipo de uso del producto.
- Desarrollar modelos de crecimiento a nivel de rodal para hacer comparaciones y predicciones de producción.
- Explorar la aplicación artificial de nutrimentos.

Transferencia:

- Crear conciencia, primero entre los mismos forestales, sobre las ventajas y utilidad de la silvicultura, para luego tratar de convencer a los productores de que la silvicultura les es útil y beneficiosa.
- Demostrar el crecimiento del bosque bajo diferentes condiciones (en parcelas demostrativas).
- Dar entrenamiento al personal profesional, técnico y operativo en las prácticas silviculturales y su beneficio.

Aspectos económicos y sociales

Problemas:

- Falta de conocimiento del papel de la silvicultura en la sociedad y para la administración del país.

- La silvicultura en bosques naturales no es espectacular y sus beneficios no son fáciles de reconocer o percibir por la sociedad.
- Existe confusión en la sociedad al identificar al silvicultor con el formador de bosques para producir madera; así, toda la actividad silvicultural suele estar ligada a la producción de madera y a ninguno de los otros bienes y servicios que es capaz de producir un bosque.
- La sociedad desconoce el valor de las tierras forestales.

Necesidades:

- Demostrar localmente que la silvicultura es capaz de generar beneficios económicos.
- Acelerar el conocimiento para usar un mayor número de especies.

Investigación:

- Desarrollar tecnologías ambientales aceptables que impliquen una reducción en el uso de la materia prima y la prolongación de la vida útil de la madera en servicio.
- Explorar las tendencias económicas y sociales para diversos productos del bosque, a fin de que sea una guía para la silvicultura.
- Promover estudios antropológicos en el desarrollo de las prácticas silviculturales. Debe tratarse de involucrar más al hombre en la silvicultura, lo que implica realizar estudios antropológicos locales.

Transferencia:

- Intensificar la participación de los silvicultores en la planificación del desarrollo.
- Propiciar la participación de los silvicultores en la extensión rural.

Monitoreo

Problemas:

- Se desconocen los efectos de la práctica silvicultural y tampoco se cuenta con una forma adecuada para establecer un sistema de alerta.
- Falta establecer los criterios o normas para cuantificar con rapidez los efectos adversos para realizar la acción correspondiente que la mitigue.
- Los conocimientos para dar seguimiento al trabajo forestal todavía están a un nivel cien-

trabajo forestal todavía están a un nivel científico y no lo podemos aplicar en forma práctica; de ahí que hace falta tener sistemas que puedan aplicarse no sólo en extensiones grandes, sino a nivel de parcelas pequeñas.

Necesidades:

- Desarrollar de manera interdisciplinaria una técnica comprensiva para dar seguimiento a los factores ambientales afectados por la silvicultura.
- Implementar investigaciones que determinen localmente el punto crítico de atención de cada uno de los valores ambientales, en cuanto a una modificación de las prácticas silviculturales.

Transferencia:

- Propiciar el establecimiento de programas nacionales que coordinen las diferentes agencias relacionadas con los recursos naturales y del ambiente, para producir un sistema de alerta que permita tomar las medidas silviculturales más adecuadas.
- Adecuar mejor los programas de capacitación y de formación de los futuros silvicultores, quienes deben ser capaces de expresar su mensaje en el lenguaje de un poblador local.

Tema 5: Productos forestales no maderables (PFNM)²

Participantes: Elsa Arias, Gilberto Domínguez, Socorro Ferreira, Ymber Flores, Manuel Guariguata, Justine Kent, Daniel Marmillod, Max Pinedo, Jack Putz, Armando Quispe, Laura Snook, Wil de Jong (Coordinador)

Aspectos biológicos y ecológicos

Problemas:

- Existe en general una falta de información biológica y ecológica sobre PFNM.
- Falta información etnobotánica.

Necesidades:

- Ampliar la bibliografía existente, incluyendo aspectos metodológicos para la evaluación de PFNM.
- Asegurar una mejor disseminación de la información existente a un mayor número de usuarios; una estrategia es traducir y distribuir manuales prácticos y metodológicos.
- Catalogar la información etnobotánica regional.
- Realizar mayor investigación en inventarios de regeneración, estudios de productividad y estacionalidad del aprovechamiento para PFNM.
- Fomentar viajes de estudio en comunidades tradicionales, a fin de mejorar las posibilidades de transferencia de conocimientos entre usuarios.

Aspectos silviculturales y operacionales

Problemas:

- Hay una sobreexplotación de recursos específicos, sin criterio de sostenibilidad.
- Bajo nivel de utilización del recurso; se da mucho desperdicio en el bosque.
- No hay una armonía entre la producción de madera y la de PFNM.

Necesidades:

- Fomentar la adopción de sistemas alternativos de extracción, que sean más compatibles con criterios de sostenibilidad del recurso. Esto podría ser incentivado mediante certificaciones.
- Realizar estudios de compatibilidad biológico-ecológica de la producción de madera versus PFNM.
- Retomar y adaptar tecnologías tradicionales de extracción.
- Propiciar el entrenamiento de forestales para desarrollar y llevar a cabo planes de manejo de uso múltiple y sostenible.
- Enriquecer el currículum del forestal en aspectos de PFNM.

Aspectos económicos y sociales

Problemas:

- Bajo valor agregado del producto (usual-

² La discusión se centró en los productos vegetales no maderables del bosque natural.

mente los PFM se comercializan sólo como materia prima).

- Se desaprovecha el mercado potencial y los ingresos provenientes de patentes y la prospección química a partir de estos productos.
- No existe un marco legal apropiado para estos productos.

Necesidades:

- Fomentar una mayor utilización y un procesamiento más elaborado del recurso, a fin de maximizar su rendimiento y valor agregado.
- Propiciar la creación de un marco legal que favorezca la utilización racional de los PFM y la distribución equitativa de sus beneficios hacia los diferentes usuarios.

Recomendaciones finales de la reunión

Como una última actividad de la reunión, se realizó un **plenario** para retomar las propuestas o sugerencias sobre mecanismos que contribuyan a mejorar la aplicación y transferencia de resultados de la investigación (tal como fuera planteado entre los objetivos del encuentro). Las siguientes fueron las principales recomendaciones:

- Reorientar las investigaciones en silvicultura para tomar más en cuenta a la gente, sus necesidades, capacidades y expectativas (*"No es posible hacer silvicultura sin la gente"*). Por tanto, las investigaciones en silvicultura deben considerar de manera particular los aspectos sociales, culturales y económicos.
- Promover una mayor comunicación e intercambio entre investigadores, técnicos de

campo y extensionistas. Antes de esperar que sean las instituciones las que asuman esta tarea, se reconoce que esta iniciativa debe partir de los propios individuos. Como una propuesta concreta para mejorar la comunicación, se sugiere aprovechar el boletín que actualmente prepara la División de Silvicultura Tropical de la IUFRO, y que acepta contribuciones en varios idiomas (inglés, español, portugués y francés).

- Buscar una mayor incidencia de CIFOR sobre la División de Silvicultura Tropical de la IUFRO, para que esta refuerce la necesidad de orientar las investigaciones sobre silvicultura; un punto de partida son las recomendaciones de prioridades que salieron del presente taller.
- Promover la organización de reuniones técnicas sobre silvicultura tropical con una temática más específica, como por ejemplo sobre la silvicultura de bosques secundarios, los criterios para especies promisorias y las plantaciones de enriquecimiento.
- Facilitar una mayor diseminación de la información que ya existe, en particular aquellas publicaciones consideradas de mayor importancia o relevancia a la temática que abarca la silvicultura y el manejo forestal. Se exhorta a instituciones como el CIFOR y el CATIE a brindar su contribución en la traducción o reimpresión de libros que ya están agotados, y priorizar la distribución a los centros de documentación (bibliotecas) en universidades y escuelas técnicas de la región.
- Fortalecer los programas de enseñanza forestal en universidades y escuelas técnicas, como una forma de transferencia tecnológica efectiva, por el efecto multiplicador que tendrían los profesores y las bibliotecas.

Palabras finales del Dr. Frank Wadsworth

- *Debe buscarse un mejor balance entre el interés y los recursos puestos en la producción de madera, con una mayor atención a otros beneficios que se obtienen o esperan de los bosques.*
- *Se requiere "abrir un poco más la mente" para aceptar algunos conceptos relativamente nuevos que se dan en la práctica forestal de hoy en día. Por ejemplo:*
 - a) *Incluir especies "secundarias" (de menor valor) como parte de la cosecha. Se debe reducir la atención o preferencia por las especies valiosas tradicionales (como caoba y cedro) y darle más oportunidad al numeroso grupo de otras especies que el bosque sí está regenerando.*
 - b) *Incluir a la fauna como parte del manejo. Se dan conflictos entre la fauna y la producción de madera, muchas veces por un desconocimiento de qué hacer con la fauna. Hay mucho que aprender sobre la fauna y sus interacciones con el bosque y su regeneración, en consecuencia, se debería tanta información de la fauna como lo tenemos de la flora*
 - c) *Incluir los aspectos sociales en la silvicultura. Tiene que haber un mayor involucramiento con las comunidades, asegurando que participen en las decisiones*
- *Hay lecciones importantes que se pueden aprender del pasado. De ahí que se debe procurar tener un mayor acceso a las fuentes de información y la experiencia en el pasado, para evitar tener que repetir errores.*
- *La comunicación puede empezar por involucrar primero a los técnicos de campo, quienes tienen un mayor contacto con el bosque y sus usuarios. Además de ir capacitándoles en su propio trabajo, debe procurarse que tengan una mayor participación en reuniones técnicas.*

Conferencias magistrales

“Evolución histórica y desarrollos recientes de la silvicultura del bosque tropical alto”

Lawrence W. Vincent^{*}, Luis E. Rodríguez^{**}
Oscar Noguera^{**}, Ernesto Arends^{**}, José Losada^{***}

Introducción

Desde hace más de un siglo se viene ensayando el manejo silvicultural del bosque tropical alto. Las experiencias son variadas; desde los primeros intentos que se basaron en la silvicultura clásica de las zonas templadas, hasta los logros más recientes en diversas regiones. Los enfoques adoptados han variado en forma casi cíclica, oscilando entre tratamientos basados en la regeneración natural, luego en plantaciones y, posteriormente, con un nuevo énfasis en la regeneración natural. Los resultados de esta vasta gama de experiencias iniciadas a principios del siglo en países bajo regímenes coloniales, mayormente ingleses y holandeses, son muy variados. Sin embargo, en general no han resultado en una tecnología apropiada de manejo silvicultural del bosque tropical alto. Las fallas han sido en el orden económico y, muy particularmente, socio-político, por desconocimiento o desconsideración de los factores sociales y la problemática general de las poblaciones de las regiones tropicales.

El término “*bosque tropical alto*” (en adelante, BTA) se utiliza aquí para referirse a los ecosistemas boscosos correspondientes a las asociaciones climáticas de las zonas de vida bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical y bosque seco tropical. Corresponde a grandes rasgos con el término *tropical high forest* de Dawkins y *tropical rain forest*, de uso ya muy común. El concepto de *bosque tropical alto* excluye a otros tipos de bosques en los trópicos, como las formaciones de bosque seco bajo y bosque espinoso, de más difícil uso desde el punto de vista económico. También se excluyen formaciones especiales, como los manglares que

aunque en ciertos casos son bosques altos y también susceptibles de manejo productivo con sus propias restricciones constituyen casos excepcionales por su medio adverso y correspondiente estructura y composición, que no calzan completamente con el bosque tropical.

La diversidad biológica y ambiental del BTA constituye indudablemente una barrera para la investigación, si se quiere generar modalidades de manejo que cumplan con las exigencias que, desde el punto de vista de la sustentabilidad económica social y ambiental, se le hacen actualmente a esta alternativa del uso de la tierra.

Entre los factores que han influido en la falla de los intentos de aplicación del manejo del BTA merecen mención los siguientes:

- 1) los esquemas de aplicación basados en investigación han sido incompletos
- 2) por lo general no se ha dado, una participación de la comunidad local en las decisiones y en la ejecución del manejo, y cuando se ha hecho (a través de cooperativas) ha sido bajo esquemas de organización imperfectos
- 3) el dominio jurídico de las áreas destinadas al manejo del bosque productivo ha sido precario e insostenible ante las presiones de las comunidades que aspiran a la posesión de la tierra para la actividad agropecuaria.

En América tropical, la ampliación de la frontera agrícola se hace mayormente a expensas del bosque, a través del proceso de colonización espontánea, y a veces dirigida por el Estado. El manejo del BTA en la región surge como contraposición a este proceso, que tiene gran arraigo

^{*} Centro de Estudios Forestales de Posgrado, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

^{**} Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Universidad de Los Andes

^{***} Estudiante de posgrado, Universidad de Los Andes

en la población y que se mantiene todavía incentinado por la normativa legal general.

Las investigaciones acerca del BTA han producido en los últimos cincuenta años cambios positivos de actitud en los dirigentes de las comunidades nacionales, quienes han propiciado la promulgación de normas legales y procedimientos administrativos, los cuales comienzan a revertir lentamente los procesos destructivos del bosque y el despilfarro de los recursos con él relacionados. De la simple declaratoria proteccionista en favor del bosque se ha pasado a la creación de sistemas administrativos que favorecen su permanencia y la de otros ecosistemas que suministran bienes y servicios comparables a los que el bosque aporta a la comunidad.

Las investigaciones sobre manejo del BTA y otras investigaciones forestales han permitido pasar, paulatinamente, del despilfarro indiscriminado de este recurso a una valoración cada vez más positiva de los bienes y servicios, principalmente los que tienen que ver con la conservación ambiental que proporcionan los bosques y demás ecosistemas relacionados. Se está ya próximo a que constituya una alternativa válida del uso de la tierra, capaz de contribuir a la sustentabilidad económica, social y ambiental del desarrollo de la región.

Sin embargo, para que el manejo del BTA pueda contribuir al desarrollo sustentable de un país deben resolverse, no solo las restricciones técnicas y económicas que suplen los enfoques de investigación ligados con el rendimiento sostenible; sino además, las restricciones ambientales y sociales relacionadas con las estrategias nacionales e internacionales de conservación de la biodiversidad y con la participación de las comunidades locales en la toma de decisiones. Esta participación está mediatizada por los beneficios directos que la colonización de tierras boscosas proporcionan; entre ellos, el acceso a la tenencia de la tierra. En consecuencia, debe intensificarse la búsqueda de fórmulas que permitan eliminar las desventajas que actualmente tiene este nuevo uso de la tierra, en relación con los tradicionales.

Por otra parte, recientemente se han incorpora-

do nuevas exigencias al manejo de los recursos naturales y ambientales, las cuales corresponden con nuevos términos, tales como "manejo sustentable", en sustitución (o en complementación) del principio del rendimiento sostenible, que ha sido el estandarte de los forestales desde hace mucho tiempo. Asimismo, la importancia de la "biodiversidad", su preservación y manejo, que resulta del reconocimiento del valor genético inmenso de los ecosistemas boscosos tropicales y de una mayor preocupación por los aspectos ambientales, aparejados con la toma de conciencia de la problemática ambiental a nivel global. Estos conceptos, junto con el reconocimiento de la problemática social del manejo del BTA, han conducido al concepto de "desarrollo sustentable" de los recursos forestales y demás recursos del planeta en beneficio del hombre.

En consecuencia, *no existe todavía la tecnología adecuada para alcanzar el manejo sustentable del BTA*. Sin embargo, tampoco conviene postergar por más tiempo el inicio generalizado, o la puesta bajo algún régimen de manejo a la superficie de BTA que aún queda, razón por la que debe plantearse un enfoque experimental, que permita conservar el bosque y perfeccionar el manejo.

Para poder enfocar adecuadamente un tema tan complejo como la evolución del manejo silvicultural en América tropical, es necesario comenzar por clarificar algunas bases, fundamentos y principios del manejo del BTA y su problemática.

Fundamentos del manejo

En cuanto a la problemática del manejo del BTA, particularmente la falta de información acerca de su respuesta al tratamiento silvícola, resulta que *todo intento de manejo es un experimento*. Por esta razón, el primer aspecto de los fundamentos del manejo del BTA es lo que se ha venido denominando en Venezuela "manejo experimental", con el entendido de que actualmente, además de su carácter experimental, el manejo del BTA debe ser sustentable. Por otra parte, todo intento de alcanzar un manejo sus-

tentable está sometido a una serie de restricciones, las cuales deben ser tomadas en cuenta a la hora de elaborar e instrumentar los planes de manejo del BTA.

Estos conceptos establecen un marco de referencia en base al conjunto de esfuerzos de manejo, con el propósito de que sirva para apoyar la formulación de propuestas coherentes para la solución de la problemática, tanto en el área de investigación, como en la implementación del manejo y la constante interacción de estas dos acciones.

Manejo experimental

El carácter experimental del manejo del BTA se basa en las siguientes premisas:

- No existe adecuada información básica sobre el BTA, ni sobre la respuesta del mismo a las intervenciones del manejo (aprovechamiento y tratamiento silvícola).
- La información es el ingrediente principal del manejo (la planificación¹ es un proceso de toma de decisiones que requiere información).
- La mejor manera, y la más económica, de obtener información es a través del mismo manejo, siempre y cuando tenga la orientación apropiada.
- No es posible retrasar el inicio del manejo hasta tener la información necesaria.
- Para que la investigación aplicada sea efectiva, debe integrarse al proceso de manejo, de manera que exista un intercambio permanente de información acerca de requerimientos de información y resultados aplicables al manejo.

El primer requerimiento del manejo experimental es reconocer que no hay suficiente información ni experiencia en la fijación de los ciclos de corta y de los diámetros mínimos de corta (dmc), los cuales determinan la intensidad de aprovechamiento; como tampoco en la selección de las opciones silvícolas y en la fijación de las magnitudes (superficies anuales de tratamien-

to). El manejo experimental como actitud reconoce la insuficiencia de información y experiencia, particularmente acerca de la dinámica del bosque y su respuesta a las intervenciones, la importancia de la información en la toma de decisiones en el proceso de planificación y la participación de los diferentes actores de la sociedad, incluyendo las comunidades locales.

Los *elementos principales del enfoque de manejo experimental* son los siguientes:

- la estrategia de experimentación, con la formulación de una gama de opciones por probar; la implementación de diseños de ensayos y evaluación (información)
- la flexibilidad en los elementos más fundamentales de los planes de manejo; por ejemplo, en la duración del ciclo de corta, además de la selección de opciones silvícolas
- la integración de la investigación aplicada (experimentación) a la gestión del manejo.

En resumen, el manejo experimental es una actitud "humilde" que reconoce las serias limitaciones en el conocimiento de los ecosistemas objeto de manejo; en particular de sus respuestas a las intervenciones humanas y la complejidad que resulta de considerar los aspectos económicos, sociales y ambientales implícitos en el mismo. Esta actitud reconoce la importancia de la información y la magnitud del problema que plantea la falta de información en la planificación de manejo. El hecho de asumir esta actitud permite establecer un enfoque que conlleva a la obtención de la información que requiere el manejo. Este enfoque se basa en principios de experimentación que incluyen el diseño de experimentos y muestreos, la inferencia estadística y el manejo de información. El enfoque experimental establece la prueba de intensidades de aprovechamiento y una gama de opciones silvícolas. El carácter experimental exige flexibilidad que permita hacer uso de la información en la medida que se obtenga.

En vista de que no se puede experimentar con toda la superficie objeto de manejo (por ejem-

¹ El ordenamiento territorial (nacional, regional y local), la elaboración de los planes de manejo, planes quinquenales, planes anuales y las revisiones de los planes.

plo de una unidad de manejo), ni tampoco es posible dejar un área sin utilización, surge el planteamiento de combinar dos modalidades de manejo. En una se ensayan diferentes opciones silvícolas y en la otra se limita la intervención a un aprovechamiento cuya intensidad es regulada, a fin de que sea la mínima viable desde el punto de vista administrativo, económico y social.

El concepto de manejo sustentable

El manejo sustentable se concibe como el conjunto de políticas, planes y proyectos que contribuyan a alcanzar el desarrollo sustentable en una región o sector económico determinado. En su forma más simple, y de acuerdo con el Informe Brundtland de 1987, el desarrollo sustentable "es el que satisface las necesidades del presente, sin dañar la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades". Más recientemente, CEPAL (1993) define el desarrollo sustentable como una función del crecimiento económico, equidad social y sustentabilidad ambiental. En este sentido, la factibilidad de ejecución de un proyecto está determinada por su rentabilidad financiera y económica, su capacidad para mejorar el bienestar de las comunidades involucradas y el no producir daños irreversibles a su entorno ambiental.

El rendimiento sostenible

Tradicionalmente, el manejo del bosque se ha regido por el criterio de *rendimiento sostenible*, según el cual la tasa de aprovechamiento debe ser menor o igual a la tasa de recuperación de la madera en el bosque; de esta manera, el bosque no se degrada irreversiblemente y se garantiza el abastecimiento continuo del recurso. Sin embargo, la alta heterogeneidad del BTA y su compleja dinámica impiden que el rendimiento sostenible se cumpla bajo las premisas con que se estableció en los bosques de las zonas templadas. Por lo menos para las condiciones del BTA, el rendimiento sostenible debe entenderse como el principio de mantener la cantidad y calidad de bienes y servicios que ofrece un territorio forestal. El abastecimiento continuo de madera se garantizaría con maderas de la misma, o mejor calidad, pero no necesariamen-

te de las mismas especies, ni exactamente en los mismos sitios dentro del territorio forestal. Habrá lugares aptos para sistemas silviculturales de alto rendimiento y otros para que el bosque continúe su dinámica natural.

Uno de los factores que ha influido en el relativo fracaso de los tratamientos silvícolas del BTA es la interpretación estricta y tajante del principio de rendimiento sostenible para una especie comercial en particular. Este aspecto ha sido agravado por el hecho de que las especies comerciales de mayor importancia tradicionalmente han sido de difícil regeneración en el bosque natural. Ejemplos de estas especies son la caoba (*Swietenia macrophylla*), el cedro (*Cedrela odorata*) y el saquí-saquí (*Bombacopsis quinata*) en Venezuela. Estas especies se caracterizan por presentar una distribución diamétrica negativa y dificultades en el proceso de regeneración en el bosque relativamente imperturbado. Probablemente se trata generalmente de especies nómadas oportunistas (Schulz 1967), que ocupan ocasionalmente los claros en el bosque natural y a las cuales se les hace difícil competir con las especies colonizadoras secundarias agresivas (*Cecropia*, *Ochroma*, *Trema*), sin mencionar las especies trepadoras que, junto con las anteriores, son los elementos cicatrizadores que le dan estabilidad al BTA ante perturbaciones.

Cuando el silvicultor es obligado a producir madera de estas especies en cantidades similares a las extraídas en el aprovechamiento inicial del BTA, se encuentra ante un callejón sin salida; particularmente si además no debe provocar intervenciones fuertes al bosque. Simplemente, es una contradicción ecológica demasiado marcada la de querer aprovechar estas especies sin intervenir fuertemente el bosque. A esto se agrega la veda de opciones de conversión que pudieran resultar más seguras y económicas; como por ejemplo, la deforestación y plantación o *método limba*. Esta prohibición existe en países como Venezuela, Colombia y Bolivia, y obedece a un concepto simplista del manejo que no se ajusta a la realidad del BTA. No es que se pretenda convertir grandes extensiones de bosque, ni mucho menos proponer este método como el tratamiento universal del bosque. No obstante, estas opciones se instrumentarían en forma expe-

rimental solamente en la medida que sean necesarias para intentar producir determinadas cantidades de determinados tipos de madera (véase la estrategia de combinación de manejo pasivo y activo).

La exigencia de producir en forma continua cantidades iguales o similares de una determinada especie en medio de un conjunto de restricciones severas del manejo encierra al silvicultor en una "camisa de fuerza" y, salvo en condiciones muy particulares de la especie y del ecosistema objeto de manejo, conducirá al más determinante fracaso. Este fracaso, si no es por motivos técnicos, será de orden económico, debido principalmente al costo de la lucha contra la maleza.

Equidad social en el manejo forestal

Tradicionalmente, los proyectos forestales han considerado a las comunidades vecinas como simples fuentes de mano de obra, que de paso obtienen algunos beneficios por salarios, regalías e impuestos municipales. La filosofía más extendida ha sido hacer manejo forestal "sin gente en el bosque". Los postulados del desarrollo sustentable, sin embargo, exigen que las comunidades locales participen en las decisiones del manejo y/o se beneficien del mismo. De no ser así, el manejo del BTA puede no ser una opción atractiva para las comunidades que se asientan cerca del bosque. De hecho, tales áreas representan un obstáculo para la ejecución de actividades agropecuarias que los pueden beneficiar más directamente que el uso forestal. Este ha sido probablemente el principal factor en el fracaso relativo de los intentos de manejo del BTA.

Por tal razón, es necesario formular estrategias de consulta y participación de las comunidades locales, regionales y nacionales. Es necesario convencer a los políticos de las bondades del manejo; y la manera más directa es convencer a la gente de base, generalmente de las comunidades en o los alrededores del bosque, de que ellos son beneficiarios y a la vez tienen el derecho de participar en el proceso de toma de decisiones sobre el ordenamiento territorial y el destino de los recursos forestales.

Entre los mecanismos posibles se tiene la creación de instancias en la jerarquía de gerencia en que hay participación directa de representantes auténticos de las comunidades, la creación de mecanismos transparentes de información sobre el manejo forestal en sus diferentes etapas (planificación, ejecución y evaluación), incluyendo la educación ambiental, y la instrumentación de medidas fiscales que canalicen recursos financieros hacia los organismos locales y regionales (como las alcaldías o similares). Estos aspectos encajan dentro del proceso actual de cambios en materia de apertura económica, descentralización y participación ciudadana que han de fortalecer el proceso democrático en los países poseedores de BTA.

Sustentabilidad ambiental en el manejo forestal

La sustentabilidad ambiental del manejo exige que no ocurra daño irreversible al suelo y que se mantenga un nivel aceptable de biodiversidad. La *biodiversidad* se entiende como la variación que se presenta en todos los sistemas biológicos, desde los genes hasta los hábitats y ecosistemas. La biodiversidad es una función del tiempo y del espacio, y está determinada por elementos biogeográficos, estructura y funcionamiento de la comunidad y por elementos culturales. En cuanto a la conservación de la biodiversidad, Wilson (1992) afirma que su meta es respaldar un desarrollo sostenible protegiendo y usando los recursos biológicos sin reducir la variedad mundial de genes y especies, ni destruir hábitats y ecosistemas importantes.

La conservación de la biodiversidad es una inversión que produce considerables beneficios, tanto locales como nacionales. A nivel del campo forestal, el mantenimiento de la biodiversidad garantiza la variabilidad genética necesaria para el mejoramiento de especies; proporciona albergue o alimentos a animales polinizadores y dispersores de semillas que permiten la regeneración del bosque y brinda la posibilidad de diversificar la utilización de recursos con miras a mantener un manejo sustentable del bosque. Puede considerarse que la biodiversidad es el enlace entre el proceso evolutivo del pasado y la futura adaptación a cambios ambientales y

productivos. Resulta claro que, partiendo de los conceptos y procesos involucrados, el manejo forestal mantiene los ecosistemas boscosos, pero no con la misma estructura, composición florística y variedad de fauna que el bosque original; en consecuencia, sí existen pérdidas de biodiversidad.

Manejo forestal y estudios de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental ha adquirido un carácter obligatorio, sistemático, claro y explícito, por lo que muchos países han adoptado leyes para lograr una ordenación más ecológica de sus recursos forestales (Alhéritière 1979). Estas leyes suponen, por definición, que se haya realizado un estudio de impacto ambiental (EIA) global, sin necesidad de exigirlo oficialmente a nivel de los proyectos. El tema de los requerimientos de estudios de impacto ambiental debe tratarse en toda su profundidad, en vista de las implicaciones que las intervenciones en el BTA tienen en la humanidad y de la complejidad social y política de diversas medidas y sus consecuencias. Mayor discusión al respecto escapa al alcance del presente trabajo.

El manejo forestal versus el manejo del bosque

El *manejo del bosque* debe entenderse como un conjunto de acciones que se llevan a cabo en diferentes áreas (tipos de bosque), las cuales conllevan diferentes grados de intervención en el aprovechamiento y los tratamientos. En la planificación silvicultural, se habla de *opciones silvícolas*, que son los diferentes sistemas, métodos, tratamientos de conversión (Vincent 1993, 1996). Por consiguiente, el rendimiento sostenible no se refiere a cada variante de manejo (opción silvícola), sino al resultado de la combinación de las diversas opciones en la unidad de manejo. Este concepto se relaciona con el ordenamiento territorial interno (dentro de cada unidad de manejo), con la estratificación ecológica (que sirve de base para la designación de áreas según sus potencialidades de masa fores-

tal y suelo-topografía) y con la estrategia de combinación manejo pasivo y activo².

Restricciones y limitaciones del manejo

El manejo del BTA, como toda actividad humana, está sujeta a restricciones impuestas por el entorno; o sea, el medio físico y social en el cual se desenvuelve el manejo. Uno de los problemas del manejo ha sido el desconocimiento de (o el no tomar en cuenta) estas limitaciones. Las restricciones son de orden:

- *económico*, en relación con la disponibilidad de recursos para apoyar la infraestructura y la investigación
- *político*, en relación con la falta de apoyo y, en muchos casos, hostilidad abierta de los sectores políticos
- *jurídico, institucional y administrativo*, en relación con la legislación, las instituciones encargadas de aplicar las leyes, la falta de políticas y reglas claras de juego; así como la falta de agilidad administrativa en el sector público para gerenciar el manejo
- *social*, con respecto a la escasa apreciación de la población de los beneficios potenciales del manejo del bosque, los cuales no se materializan por razones de las otras limitaciones y la falta de criterio en la asignación de recursos y la canalización de los beneficios del manejo (regalías, impuestos, etc.)
- *ambiental*, impuesto en primer lugar por la pobreza generalizada en la cual se encuentran sectores significativos de la población de las regiones tropicales y por políticas y leyes establecidas por presiones de un público que ignora los elementos básicos del manejo
- *ecológico*, en relación con la complejidad florística y estructural del BTA y los factores climáticos, topográficos y de accesibilidad
- *técnico*, en relación con la carencia de información, conocimiento y tecnologías de los ecosistemas del BTA y su manejo.

A esto se agrega la severa limitación impuesta por una utilización escasa de las especies del

² Esta estrategia permite adelantar el manejo en diferentes grados de intensidad, manteniendo la mínima intensidad viable sobre la mayor parte del Área, mientras se experimente con diversas opciones silvícolas, dentro del concepto o estrategia de manejo experimental.

BTA en muchos lugares; por ejemplo, en el bosque productor de la región Chimanes en Bolivia, el aprovechamiento se concentra mayormente en una sola especie, la caoba o mara (*Swietenia macrophylla*). Este aspecto corresponde a las restricciones de orden económico y tecnológico.

La elaboración de los planes de manejo para el BTA debe tomar en cuenta las limitaciones, por una parte, ajustando metas y técnicas a las realidades que ellas imponen; por otra parte, buscando soluciones a aquellas susceptibles de modificación mediante la formulación de estrategias. Es en este aspecto de las estrategias donde se da la mayor posibilidad de ordenar los esfuerzos hacia el logro del manejo sustentable del BTA³.

Evolución de la silvicultura y el manejo del bosque tropical alto en Venezuela

Marco institucional y político del desarrollo forestal

Venezuela dispone de una extensión de 50 millones de hectáreas (el 54,5% del territorio nacional) cubiertas por bosques y 560 000 hectáreas de plantaciones forestales con fines industriales. El 63% del territorio nacional se encuentra cubierto por formaciones vegetales con predominancia de árboles (bosques, manglares y bosques de galería), las cuales ocupan 56,8 millones de hectáreas (MARNR 1982). Las áreas naturales protegidas en Venezuela conforman un sistema que recibe el nombre de *Áreas Bajo Régimen de Administración Especial (ABRAE)* e incluyen algo más del 60% de la superficie del país.

Dentro del sistema ABRAE se establecieron las figuras legales de "reservas forestales" y "lotes boscosos" destinados a abastecer de materia prima a la industria. La primera área para este fin se decretó en 1950. A comienzos de los sesenta se crearon los primeros organismos de investigación científica y tecnológica del sector: el Labo-

torio Nacional de Productos Forestales y el Instituto de Silvicultura de la Universidad de Los Andes. Hasta el presente se ha decretado un conjunto de reservas forestales y lotes boscosos con una superficie de 15,5 millones de hectáreas, lo que representa aproximadamente un 13% de la superficie del país.

La preparación de recursos humanos en los campos de la conservación de los recursos naturales renovables se inició con la creación de la Escuela de Peritos Forestales en el año 1946 y la Escuela de Ingeniería Forestal de la Universidad de Los Andes (ULA) en 1948, la cual más tarde (1952) se transformó en la Facultad de Ciencias Forestales. En 1995 esta institución cambió su nombre por el de Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente.

A partir del año 1977, se creó el *Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR)* el cual asume la responsabilidad de dictar las directrices para una política forestal nacional, a través de la denominada Dirección General Sectorial de Administración del Ambiente. En el año 1989 se creó el *Servicio Autónomo Forestal Venezolano (SEFORVEN)*, como rector de la política forestal.

En 1991 se formuló el *Plan Nacional de Investigaciones Forestales*, con el objetivo general de mejorar cuantitativa y cualitativamente la investigación forestal en Venezuela. El programa de investigación fue dividido en tres grandes áreas: manejo forestal, productos forestales y economía forestal. Igualmente, se creó en ese año el *Fondo Nacional de Investigaciones Forestales*, con el objetivo de captar y canalizar recursos económicos para financiar la investigación forestal.

Entre las primeras experiencias en el área de manejo de bosques está el Proyecto de Preinversión para la Guayana Venezolana. Este trabajo se realizó con la ayuda de la FAO entre 1963-1968 en la Reserva Forestal de Imataca. Se hicieron estudios sobre la situación económica de las industrias forestales, costos de aprovechamiento y métodos industriales de transformación

³ En el postgrado en Manejo de Bosques de la Universidad de Los Andes, se ofrece una asignatura denominada "Estrategias de Manejo del Bosque Tropical Alto", en la cual, mediante ponencias y discusión basado en técnicas de dinámica de grupos, se proponen y analizan estrategias conducentes a solucionar Áreas críticas del manejo.

de la madera. Igualmente, se llevaron a cabo inventarios e investigaciones sobre las propiedades y usos de especies maderables y sobre métodos silviculturales.

El aprovechamiento del recurso bosque bajo la modalidad de planes de ordenación y manejo en las reservas forestales se inició en el año 1970, fecha en que se firmó el primer contrato administrativo a largo plazo. Hasta el presente, se cuenta con 25 planes aprobados y en ejecución, sobre una superficie de tres millones de hectáreas.

En el lapso 1970-1975, se instrumentó el Programa de Investigación con Fines de Manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo (ULA, CORPOANDES, DRNR-MAC). Este proyecto fue luego financiado con aportes del CONICIT entre 1977-1982.

Como se aprecia, en el último medio siglo se han producido cambios positivos en cuanto al tratamiento que Venezuela, como sociedad, da al bosque. En este periodo han cambiado las actitudes del Estado y de la comunidad hacia los recursos naturales renovables y el ambiente. El Estado ha dirigido los procesos tendientes a valorizar y poner en perspectiva la importancia de este conjunto en el desarrollo del país. De otro lado, la investigación científica ha jugado un papel muy importante en estos cambios, aunque se reconoce que muchos de los mencionados logros institucionales se han hecho sin contar con información suficiente. A pesar de los logros innegables de Venezuela en materia forestal y la potencialidad que presenta el sector en lo económico y en lo ambiental, se reconoce que aún no se ha logrado su inserción efectiva en la economía del país (el aporte del sector forestal al PIB es apenas del 1%) y que la modalidades de manejo del bosque que se adelantan tienen deficiencias en lo tecnológico, así como en relación con los beneficios que el bosque debe proporcionar a las comunidades locales.

El marco institucional y jurídico que rige el uso de la tierra y el manejo de los recursos naturales y el ambiente, junto con los elementos de planificación del sector forestal en el país, constitu-

yen un fundamento suficientemente amplio para facilitar el desarrollo de las opciones de manejo del BTA, en particular y el manejo forestal en general. Dentro de este cuadro de manejo forestal, se ubica el Programa de Investigación en la Reserva Forestal de Caparo, como una de las principales fuentes de información para el manejo del BTA en Venezuela.

Programa de investigación con fines de manejo en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo

El Programa de Investigación Forestal con Fines de Manejo se inició en la Unidad I (PROINFORCAP) de la Reserva Forestal de Ticoporo en enero de 1970, con el fin de generar la información necesaria para el manejo que recién se iniciaba, bajo concesión, en la Reserva. También se buscaba contar con un campo de experimentación para el recién creado Postgrado en Manejo de Bosques de la Universidad de Los Andes. PROINFORCAP contaba con el financiamiento de la Corporación de Los Andes (Corpoandes) y la Dirección de Recursos Naturales Renovables (DRNR) del MAC. Al final de la vigencia de este programa, en 1975, se elaboró un plan de manejo, el cual no tuvo acogida ni en la ULA ni en la DRNR.

Los primeros planes de manejo de la unidades de la Reserva Forestal de Ticoporo y su instrumentación inicial pusieron de manifiesto la carencia de información necesaria para una labor adecuada de manejo. Sin embargo, en retrospectiva, se destaca la clara ventaja de haber dado inicio al manejo, porque cualquier demora hubiera significado la pérdida del bosque. Este hecho demuestra que la decisión de iniciar el manejo en bosques accesibles, aún sin contar con la información, no debe ser postergada. Se debe comenzar con lo que se tiene a mano, bajo el enfoque de manejo experimental; iniciar programas de investigación paralelos e ir mejorando sobre la marcha. Esto quiere decir que debe haber flexibilidad en los planes. A la vez, se destaca la importancia de la información como insumo para el manejo, información que en su mayor parte debe generarse *in situ*, a través del mismo manejo y su monitoreo, y la que produzcan los programas paralelos de investigación

aplicada y básica. Estos programas van dirigidos a obtener conocimiento sobre la dinámica del BTA y su respuesta a las intervenciones de manejo bajo diferentes intensidades, desde el simple aprovechamiento regulado hasta las intervenciones silvícolas de mayor intensidad, como son las opciones de conversión.

Atendiendo a los requerimientos más urgentes de información para el manejo, el programa se concibió sobre una serie de fundamentos, entre los cuales se destacan los ecológicos, principalmente la estratificación ecológica (como base de todo marco de referencia), los estudios de geomorfología, hidrología, sinecología y autoecología, incluyendo los estudios fenológicos y los fundamentos silvícolas que dieron la orientación al conjunto de experimentos y cuya mayor expresión fue el programa de ensayos de especies.

Tipificación (estratificación ecológica)

La tipificación del bosque constituyó la base fundamental del programa y el marco general para todo el conjunto de estudios ecológicos y silvícolas (Fig. 1). El desarrollo metodológico de la tipificación incluyó, además de los estudios específicos sobre la materia, la retroalimentación de la experiencia de los diversos ensayos. Esto permitió el desarrollo de un método práctico con sentido para el manejo, específicamente en la selección de áreas para la aplicación de diversos tratamientos silvícolas.

El método de tipificación se basó en la caducidad de las hojas, que es un indicador de las condiciones de suelo, principalmente de la disponibilidad real de humedad y el aspecto del sotobosque y el suelo superficial. Esto permitió determinar tres categorías: "banco", "sub-banco" y "bajo"⁴. La combinación de las características fisiográficas y de caducidad determinan el *tipo de bosque*:

- *Selva sub-siempreverde de banco (SsSV banco)*: se presenta en pequeñas manchas, generalmente de tamaño muy reducido por lo que no se toman en cuenta en la prescripción de tratamientos.

- *Selva decidua de banco (SD banco)*: tipo de bosque de mayor interés para el establecimiento de plantaciones a campo abierto (principalmente con teca), el cual corresponde a las napas de explayamiento en el paisaje de desborde aluvial.
- *Selva sub-siempreverde de sub-banco (SsSV sub-banco)*: transición entre la SsSV banco y el bajo.
- *Selva sub-siempreverde de bajo (SsSV bajo)*: corresponde a un bajo, pero con condiciones relativamente favorables relacionadas con la textura del suelo; esto aparentemente explica el menor grado de caducidad, resultando en un tipo de bosque de interés, aunque con limitaciones para las plantaciones por el Método Caparo.
- *Selva decidua de bajo (SD bajo)*: prácticamente se descarta para efectos del establecimiento de plantaciones por sus condiciones adversas, principalmente la textura pesada y el bajo relieve. Estas conducen a una sequía fisiológica, por la escasa aireación durante la época de lluvias y a una sequía estacional con fuerte agrietamiento del suelo; condiciones que explican el alto grado de caducidad de la masa forestal como respuesta de adaptación.
- *Bosque ralo de bajo (BR bajo)*: representa condiciones extremas adversas que se manifiestan en la poca altura y cobertura, y en la presencia de adaptaciones especiales (por ejemplo, el reducido tamaño de la hoja y la caducidad).

Los términos "selva" y "bosque" corresponden a una diferenciación en la altura de la masa forestal. Los tipos señalados anteriormente aparecen en orden descendente de capacidad productiva, la cual está en función del drenaje y la retención de humedad, que a su vez condicionan el régimen hídrico como factor determinante en la región. La extensión superficial correspondiente a los tipos de bosque con serias limitaciones de aeración y suministro de humedad constituye una restricción ecológica determinante para el manejo.

⁴ Los términos "banco" y "bajo" corresponden al uso tradicional de los campesinos de los Llanos Occidentales de Venezuela. Por banco se entiende una loma natural de 1 m, cercana a ríos o caños; bajo se refiere a una hondonada alejada de cauces fluviales.

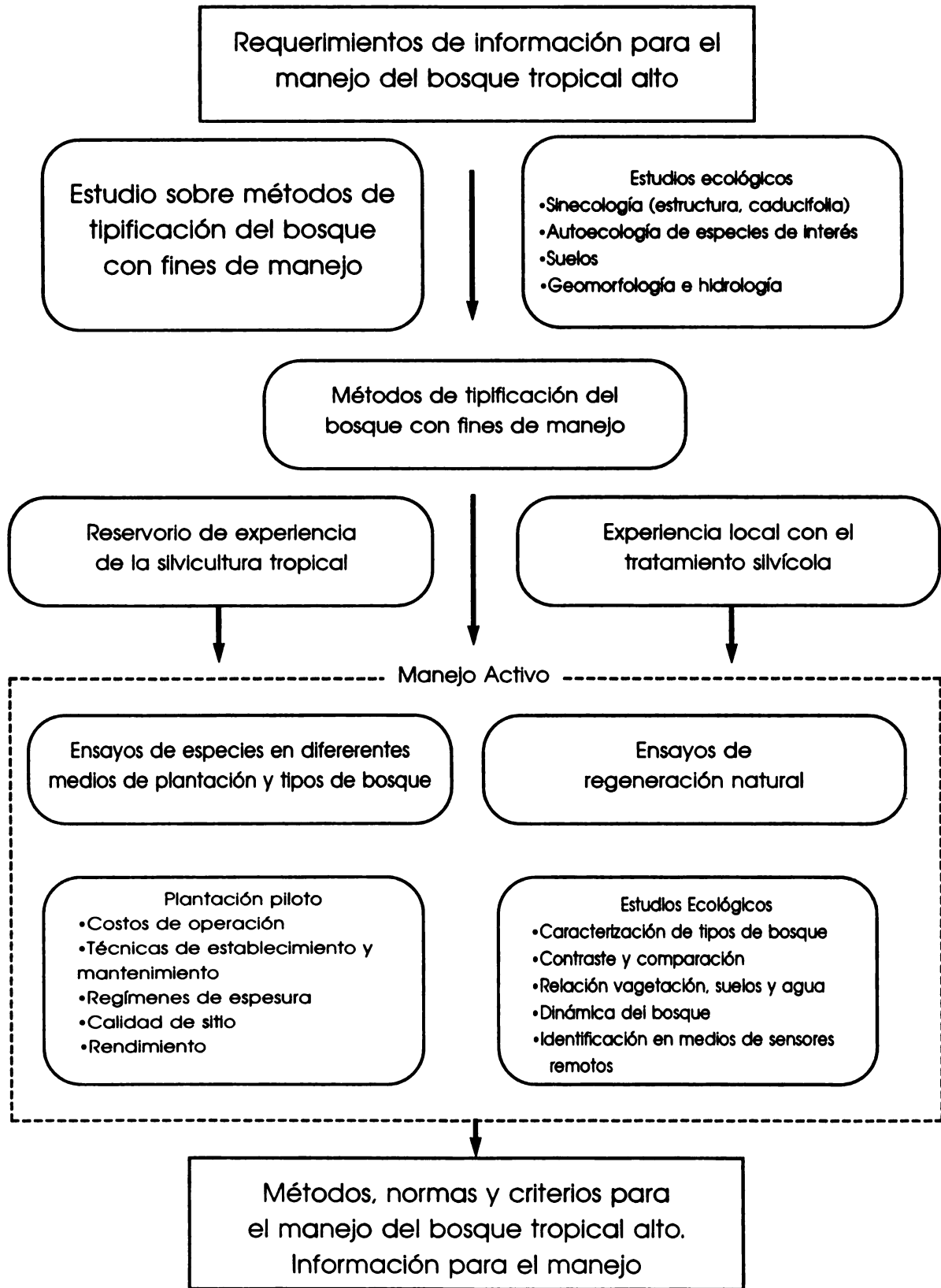


Fig. 1. Estratificación ecológica dentro del contexto de manejo experimental en Caparo, Venezuela

El ordenamiento de sitios (de bueno a malo), principalmente en relación con el drenaje interno, permitió obtener una mayor comprensión de los factores que determinan los tipos de bosque y la calidad de los suelos. Por otra parte, también permitió establecer los ensayos silvícolas en los mejores sitios, donde se lograrían los mejores resultados y la mejor respuesta a la inversión. Esto era especialmente importante en el caso de las plantaciones a escala piloto, cuyo objetivo además de obtener información sobre costos y rendimiento y ensayar técnicas de cultivo era el de alcanzar cierto nivel de producción; es decir, el adelanto del manejo productivo en el programa de manejo experimental.

La cartografía consistió en la toma sistemática de observaciones terrestres a intervalos de 25 m sobre una red de picas (brechas o trochas) paralelas de 500 m de largo, distanciadas a intervalos de 100 m. El área por tipificar se dividió en rodales de 100 ha (100 x 100 m), subdivididos en 20 bloques de 5 ha cada uno por las picas de tipificación. Esta red de picas y la subdivisión sirven de esquema base para el censo, que constituye parte de la preparación para el aprovechamiento previo al establecimiento de las plantaciones.

La preparación de un área se lleva a cabo mediante los siguientes pasos:

- apertura de la red de picas de lindero y tipificación para delimitar los rodales y bloques
- tipificación mediante la toma de observaciones en el terreno sobre la red de picas y la elaboración de mapas de tipos de bosque
- censo (inventario) de especies comerciales a partir de los diámetros mínimos de corta (dmc), selección y marcaje de árboles padres y procesamiento de datos con el cálculo de abundancia y volumen por especie, por bloque y por rodal
- elaboración del plan de tratamiento silvicultural experimental con base en la tipificación, principalmente para la selección de áreas por plantar en los ensayos de especies, medio de plantación (campo abierto o método Caparo) y escogencia de las especies tomando como unidad base el bloque de 5 ha

- aprovechamiento
- establecimiento de plantaciones en los bloques seleccionados.

En la medida que progresaron las experiencias silvícolas de los ensayos de especies, hubo que modificar algunos tipos de bosque en vista de que se observó una tendencia a sobrestimar el sitio. Por ejemplo, lo que se identificaba como SsSV banco presentó condiciones adversas en pequeñas áreas, las cuales sumadas significaban una proporción considerable. Estas son las depresiones o pequeños bajos ubicados dentro del banco que, en vista de los resultados de las plantaciones, condujeron finalmente a la designación de SsSV sub-banco. Igualmente, áreas identificadas como sub-banco tuvieron que ajustarse a bajo, debido al comportamiento de las plantaciones.

Según esta metodología, la tipificación resulta relativamente costosa, razón por la cual se restringió la actividad a una parte de cada compartimiento anual o partes de conjuntos de compartimientos. Las áreas por tipificar fueron seleccionadas con base en sondeos exploratorios, en picas abiertas a intervalos de 500 m o 1000 m, con el apoyo de sensores remotos (existían para la época fotografías aéreas; hoy en día se apoyaría en las imágenes de satélite y/o en fotografías, incluyendo la posibilidad de usar fotos de formato pequeño, Pernía y Jurgenson 1987). La disponibilidad de imágenes de satélite permite tener cobertura sobre toda el área, lo que apoya el monitoreo del manejo.

Esto es válido dentro del marco de lo que actualmente se propone llamar la "estrategia de combinación de manejo pasivo y activo" (Vincent 1988, 1993, 1996), puesto que la mayor parte del área de aprovechamiento anual queda sin tratamiento silvícola. Esto sucede por las restricciones de aptitud ecológica de los tipos de bosques para plantación y de los recursos financieros. Por consiguiente, sólo una porción relativamente pequeña, del orden de 30%, ha de recibir tratamiento. Sobre esta base, empezó a surgir la estrategia de la combinación de manejo pasivo y activo, descrita anteriormente.

Estudios ecológicos básicos

Con base en las primeras observaciones de variaciones en altura, cobertura y caducidad, y la combinación de sotobosque, suelo y relieve, se identificaron y delimitaron los rodales y se realizaron los primeros estudios exploratorios de suelos. Los resultados arrojaron una variación considerable de suelos en distancias cortas (menos de 50 m). Se observaron numerosas combinaciones de estratos sobrepuestos de suelos con diferentes texturas de material aluvial, los cuales se presentan en diferentes combinaciones de secuencia y espesor. Por tratarse de suelos muy jóvenes, todavía en proceso de deposición (por ejemplo, en las cubetas de decantación en los bajíos), se observaron estratos de sedimentación diferencial, típicos del paisaje aluvial de desborde, cuyas secuencias son el resultado de cambios de curso de los principales ríos y caños de la zona durante un tiempo relativamente corto, en sentido geológico. La clave para la comprensión de las variaciones de suelos finalmente fue el entendimiento de los procesos geomorfológicos que operaron y siguen operando en la región. Los mapas de tipificación sobre áreas de suficiente extensión permitieron observar claramente los patrones de distribución de los tipos geomorfológicos y de suelos, con los cuales están asociados los tipos de bosque.

Además de la comprensión de los procesos geomorfológicos, fue necesario conocer los patrones de distribución y movimiento de agua. Antes del inicio del Programa, se creía que las inundaciones en la estación de lluvias cubrían casi toda la superficie, pues la costumbre de los forestales hasta ese entonces había sido restringir las labores de campo a la época de sequía, la cual es muy marcada en la región. Con base en estas primeras experiencias, se dio inicio a un estudio sobre la hidrología, que incluyó el establecimiento y registro periódico (a intervalos de 15 días durante todo el año) de la fluctuación de la capa freática. Con tal fin, se usaron tubos perforados que se colocaron en orificios de hasta 4 o 5 m de profundidad; la fluctuación (variación) del espesor de la capa de acumulación de agua en la superficie (inundación) se registró con tubos fijos.

Se realizaron estudios fenológicos mediante observaciones del grado de caducidad, floración y fructificación en árboles marcados y numerados a lo largo de picas seleccionadas. Los resultados permitieron determinar los patrones específicos de las principales especies y clasificarlas según categorías de caducidad: siempreverdes, deciduas obligatorias y deciduas facultativas. Esta información sirvió para apoyar los esfuerzos de tipificación.

Investigación silvicultural

La investigación silvicultural abarcó el ensayo de opciones silvícolas consideradas de mayor interés, en función de las características del bosque en los diferentes tipos. El elemento más resaltante de estas características es la escasa regeneración de las principales especies de interés comercial: cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia macrophylla*), saqui-saqui (*Bombacopsis quinata*) y pardillo (*Cordia thalictana*). Por esta razón, la investigación se orientó principalmente hacia la plantación, en vista de los resultados poco halagadores de las opciones silvícolas que pretenden inducir el establecimiento de regeneración, como en el caso del sistema de regeneración bajo cubierta protectora ("tropical shelterwood") ensayado, por ejemplo, en Nigeria.

Plantaciones. Los esfuerzos de plantación se enfocaron sobre la base de un programa de ensayo de especies, dentro del marco de la tipificación. Los ensayos se realizaron en tres fases: eliminación, comprobación y piloto; en los tipos de mayor aptitud según las condiciones características de los suelos: SD-banco; SsSV sub-banco y SsSV bajo. No se incluyó la fase de prueba, que forma parte de la metodología de la FAO (1968).

Los ensayos de especies se realizaron bajo tres modalidades de plantación:

- a campo abierto en el tipo SD banco e inicialmente también en SsSV banco
- plantación de enriquecimiento en líneas bajo cubierta
- plantación en líneas método Limba o método Caparo.

La plantación a campo abierto y según el método limba o Caparo son opciones de conversión, en las que no se pretende incorporar la regeneración natural de especies del bosque original. Lógicamente, estas opciones se instrumentan después del aprovechamiento de la masa comercial. En el caso de la plantación de enriquecimiento, el aprovechamiento se regula mediante la aplicación de un conjunto de diámetros mínimos de corta (dmc), mientras que en los casos de conversión se permite extraer toda la masa comercial sin restricciones, por razones obvias.

La plantación a campo abierto se llevó a cabo en sitios preparados mediante deforestación en dos fases: corta del sotobosque y del piso inferior y tumba manual (con motosierra y hacha). No se usó maquinaria pesada, excepto para la apertura de cortafuegos. Se utilizó el fuego controlado para reducir los desperdicios y crear condiciones favorables de reducción de malezas y aporte de ceniza como abono inicial para el desarrollo de la plantación.

La preparación del sitio para las plantaciones de enriquecimiento bajo cubierta consistió en la apertura del dosel mediante aplicación de 2,4,5-T en anillos en los fustes de las especies no comerciales a partir de 20 cm dap. En el caso de las plantaciones por el método Caparo, consistió en la corta de vegetación del sotobosque y del piso inferior a machete, la tumba de palmas (principalmente la palma de agua, *Atalea maracabensis*), la quema controlada con apertura de cortafuegos, la selección del momento apto para el inicio de la quema y las medidas necesarias para el control de la quema (Vincent y Bustamante 1973, Jerez y Vincent 1991). Se utilizaron diseños estadísticos sencillos (bloques completos al azar) en las fases de eliminación y comprobación. El tamaño de parcela y número de repeticiones varió según el tipo de plantación, siendo mayor la replicación en las plantaciones de enriquecimiento en líneas y por el método Caparo, por la mayor variabilidad debida al grado de apertura del dosel.

Se adoptó un enfoque de ensayo simultáneo de especies en las fases de eliminación, comprobación y piloto, con el fin de ganar tiempo. Se seleccionaron las especies para cada fase con base en la información disponible y ciertos elementos de "intuición", según supuestos fundamentados en

diversas experiencias. Se contempló la necesidad de efectuar repeticiones en el tiempo, que permitieron hacer ajustes en los conjuntos de especies según la información que se obtenía progresivamente. Por otra parte, la repetición en el tiempo permite superar una limitación inherente a todo programa de ensayos de especies, la cual consiste en la dificultad (por no decir imposibilidad) de contar con plantas suficientes de buena calidad de cada una de las especies que se desea incluir en el ensayo.

En la conformación de las listas de especies para cada fase se tomaron en cuenta los tipos de bosque. Los ensayos de especies a campo abierto se limitaron al SD-banco, aunque hubo un ensayo en SsSV sub-banco, además de lo que se llamó agrobanco a orillas del río Caparo, donde el ensayo se estableció en terrenos que habían estado bajo uso agrícola y pecuario durante cierto tiempo.

La fase piloto es flexible; en esta categoría se pueden considerar la mayor parte de las plantaciones establecidas en el proyecto. No hay una especificación acerca del tamaño o escala de operaciones, la cual depende de los recursos disponibles y la política del programa en particular. Dentro del contexto del manejo experimental, debido a la carencia de información en la mayoría de los casos, no se consideran plantaciones a escala comercial, sino a escala piloto. La diferencia entre estos términos tiene que ver con el reconocimiento de las restricciones impuestas por la escasa disponibilidad de información.

El objetivo de la fase es obtener información sobre costos de establecimiento y mantenimiento y comportamiento de la(s) especie(s) en plantaciones a escala; además se pretende afinar técnicas de plantación e identificar problemas prácticos operativos con la plantación de la especie. En fin, toda clase de experiencias necesarias para sustentar la decisión de llevar la especie a plantaciones a escala comercial. Por consiguiente, la fase piloto constituye una transición entre lo que es esencialmente investigación aplicada (fases de eliminación, prueba y comprobación) y la escala operativa de establecimiento y manejo de plantaciones. En la fase piloto se obtiene la experiencia operativa de las labores silvícolas de la plantación.

Uno de los aspectos a resaltar es la necesidad imperativa de dar un tratamiento a las plantaciones; además del mantenimiento (limpias), se deben ejecutar aclareos dentro del marco de optimización del régimen de espesura (combinación de espaciamiento inicial, técnicas de cultivo que determinan la sobrevivencia inicial, los aclareos y las podas).

Actualmente, más de 20 años después de establecidos los ensayos de especies, se continúa la evaluación permanente de estas plantaciones. Se cuenta con bases de datos de información dinámica de parcelas permanentes que sirven de base para la elaboración de un sinnúmero de hipótesis e investigaciones. La prioridad actual es procesar y divulgar esta información, la cual, junto con la experiencia acerca del enfoque y metodología empleados en Caparo, debe servir de base para el manejo sustentable del BTA.

Regeneración natural. Dentro del Programa se establecieron ensayos de regeneración natural. No obstante las características de los principales tipos de bosque en relación con la escasa existencia de regeneración de las principales especies comerciales y de acuerdo con la experiencia en otras regionales tropicales, se consideró que eran remotas las posibilidades de alcanzar un manejo productivo con base en la regeneración natural. Por esta razón, el énfasis se dio a las plantaciones (ensayos de especies). El primer ensayo fue establecido en 1970 en dos tipos de bosque (SD banco y SsSV banco, que posteriormente correspondió al SsSV sub-banco).

Este ensayo pretendió determinar si era posible el establecimiento de regeneración de las especies deseables con tratamientos relativamente sencillos, aunque también relativamente fuertes. El tratamiento consistió en el aprovechamiento bajo normas vigentes de dmc y la aplicación de una operación de refinamiento general en tres intensidades: eliminación por envenenamiento con 2,4,5-T de la masa forestal no deseable a partir de 10, 20 y 30 cm dap, dejando como fuente de semillas una franja de bosque sin intervención al costado Este (desde donde provienen los vientos predominantes). Se había previsto el ensayo de tres intensidades de liberación

(incluyendo el testigo), en caso de que los muestreos indicaran la presencia de regeneración adecuada. Los resultados de este ensayo fueron totalmente negativos, pues no hubo como era de esperarse establecimiento de regeneración en forma espontánea en respuesta al aprovechamiento y la apertura del dosel mediante refinamiento. Se dice "como era de esperarse", porque se trató desde el principio de un ensayo de descarte para no dejar sin probar una opción silvícola de escasa probabilidad, pero que hubiera sido atractiva, desde el punto de vista de costos de operaciones, si se hubieran obtenido resultados positivos.

El otro ensayo de inducción de regeneración correspondió a la opción *regeneración natural dirigida* (Finol 1969, 1976), que es una variante de la regeneración bajo cubierta (*tropical shelterwood system* o TSS). Los resultados biológicos obtenidos en el campo son muy halagadores, de acuerdo con las evaluaciones sucesivas de la regeneración establecida. Sin embargo, hace falta analizar detenidamente los costos de las diversas operaciones; particularmente la preparación mecanizada del terreno mediante la apertura de fajas en las que se expone el suelo mineral, condición necesaria para el establecimiento de la regeneración de las especies más valiosas. Además, la intensidad elevada de mantenimiento en el control manual de la maleza durante los primeros dos años y las implicaciones prácticas y económicas del adelanto de operaciones silvícolas dos o más años antes del aprovechamiento, con todas sus implicaciones en las operaciones de manejo bajo el esquema de compartimientos anuales de aprovechamiento sucesivos. Por esta razón, se tiene duda del resultado económico, a pesar de los buenos resultados biológicos. Se requieren ensayos adicionales, en los cuales se debe llevar un registro adecuado de los costos, a la vez que se optimice el conjunto de operaciones de esta opción.

Combinación de manejo activo y manejo pasivo

Como se señaló en el acápite sobre la tipificación en Caparo, y en general, de lo que corresponde al transcurso de la experiencia con el

manejo en la diversas unidades de concesión en Venezuela, surgió la situación de que el tratamiento silvícola del bosque, más allá del aprovechamiento⁵, se limita a una superficie relativamente pequeña en términos proporcionales. Esto se explica por restricciones:

- económicas, con referencia a la imposibilidad, por la magnitud de los costos, de tratar toda la superficie aprovechada
- ecológicas, relacionadas con la aptitud, principalmente de los suelos, de los diferentes tipos de bosque
- técnicas, en relación con la insuficiencia de información acerca de la respuesta del bosque a los diversos tratamientos, lo cual se traduce en inseguridad y riesgo
- ambientales, en vista de que toda intervención significa riesgo al suelo e impacto inevitable sobre la biodiversidad.

Por las restricciones económicas y ecológicas y en vista de las consideraciones ambientales y de índole productiva (existe la probabilidad de que lo que hoy se elimina como "maleza", o especies no deseables, tenga valor económico mañana); no se puede, ni se debe, tratar toda la superficie de cada compartimiento aprovechado.

Este planteamiento, en combinación con otras consideraciones, condujeron a la formulación de la **estrategia de combinación de manejo pasivo y activo**, que ya había sido planteada, por lo menos en parte, por Synnott y Kemp (1976), quienes señalan que pueden existir dos modalidades de manejo en diferentes partes del bosque. Existe por lo menos un caso que puede considerarse como aplicación de esta estrategia en Malasia (Thang 1987).

La selección y designación del área de manejo activo, con base en la tipificación, puede llevarse a cabo en cada compartimiento anual o, preferiblemente, puede hacerse por conjuntos de compartimientos (sectores), con el fin de

concentrar estas áreas en los mejores sitios y permitir un mayor desarrollo de vías de acceso transitables durante todo el año. Como ya se indicó, la tipificación no tiene que hacerse sobre todo el compartimiento, sino en las áreas preseleccionadas para manejo activo, en vista de los costos de esta operación; por lo menos hasta que se desarrollen métodos basados en sensores remotos.

Se prescribe el tratamiento por aplicar en cada bloque según el tipo de bosque predominante. Generalmente el tratamiento es la plantación a campo abierto o el método Caparo (a escala piloto); además se determina la especie por plantar. Esta opción incluye las demás fases del programa de ensayos de especies. El resto del compartimiento (toda la superficie aparte de la de manejo activo), corresponde al manejo pasivo, cuya planificación consiste en la especificación de los dmc, posiblemente el mapeo de los árboles marcados para aprovechamiento y las previsiones de monitoreo.

Situación actual del programa en Caparo

En Caparo actualmente se está en proceso de evaluación de las plantaciones a campo abierto y del método Caparo. Se cuenta con mediciones en parcelas permanentes de más de 20 años a campo abierto, donde las plantaciones tienen entre 23 y 25 años de edad y de más de 16 años de medición en parcelas permanentes opináticas y de muestreo continuo en plantaciones en líneas por el método Caparo de 22 años de edad.

Por otra parte, se adelanta un programa de investigación ecológica y monitoreo en el bosque intervenido, así como un programa de experimentación agroforestal. Se cuenta con lo que pudiera calificarse como un ordenamiento territorial a dos niveles: la sectorización de la estación experimental total de 7000 ha en cuatro categorías y la selección y designación de sitios para el establecimiento de diferentes ensayos, incluyendo las plantaciones a escala piloto.

⁵ El aprovechamiento se considera una intervención silvícola siempre y cuando su intensidad esté regulada de manera que cumpla con requerimientos de permanencia de existencias de regeneración (growing stock) que sirva de base para la producción de madera en el siguiente ciclo de corta.

Proyección futura: una propuesta

A partir del análisis del caso descrito y con la exposición de los fundamentos del manejo, se abren las posibilidades para formular una propuesta para la investigación silvicultural y el manejo sustentable del BTA. Se trata de establecer un marco que, a manera de un modelo, permita encajar los diferentes elementos que tiendan a dar solución a la problemática del manejo forestal en las unidades designadas como bosques productores. Este modelo tiene su fundamento en el ordenamiento territorial, mediante el cual se determina dónde han de instrumentarse modalidades de uso de la tierra y manejo con diferentes objetivos, los cuales imponen restricciones al manejo. El ordenamiento territorial se presenta en dos niveles: a nivel nacional y regional y a nivel local; este último en forma de ordenamiento territorial interno en la unidad de manejo.

El punto de partida de la propuesta es reconocer no solo la necesidad de dar inicio al manejo del bosque tropical alto en los sitios designados en el ordenamiento territorial, sino también que todo intento de manejo del BTA es experimental. Se plantea también la necesidad de aceptar la idea de las fases de manejo del BTA. Debido a restricciones impuestas por el mercado, la accesibilidad y los aspectos jurídicos e institucionales, se ha de aceptar que existe una fase de transición entre la ausencia del manejo y el manejo sustentable, que se ha denominado aquí "*fase de manejo pre-sustentable*". En esta fase se crean las condiciones técnicas, institucionales y políticas que permitan alcanzar el manejo sustentable controlado y evaluable objetivamente mediante la aplicación de indicadores.

Sobre estas bases, los *principales elementos de la propuesta* son:

- 1) La estratificación ecológica (tipificación), marco espacial para el ordenamiento territorial interno de la unidad de manejo con el cual seleccionar áreas para aplicación de diversos tratamientos experimentales, además de áreas de reservorio de genes (biodiversidad) y desarrollo de la cartografía básica y temática con aplicación del SIG.
- 2) La estrategia de combinación de manejo pasivo y activo, que canaliza y prioriza la aplicación de tratamientos silvícolas experimentales.
- 3) La orientación del manejo activo hacia la plantación siguiendo un esquema de ensayos de especies bajo diferentes modalidades (campo abierto y método Caparométodo limba), con base en la tipificación (como se hizo en Caparo, donde la fase piloto se orienta a la plantación densa a campo abierto de las especies de alto valor más prometedoras, que no están adecuadamente representadas en el manejo pasivo).
- 4) La aplicación de métodos cuantitativos en la selección de las opciones silvícolas por ensayar en el manejo activo, haciendo uso de las técnicas estadísticas, la simulación y otras como la programación lineal, dentro de una metodología determinada (por ejemplo, Vincent 1993, 1996).
- 5) La aplicación de un esquema de ensayos de otras opciones silvícolas seleccionadas, aparte de la plantación, en fases de ensayo similares a aquellas de los ensayos de especies.
- 6) El desarrollo e instrumentación de mecanismos de monitoreo del manejo para la obtención de información confiable acerca de la respuesta del BTA a los diversos tratamientos en manejo pasivo y activo, por medio de modalidades integradas de inventario estático y dinámico con el uso de modernas tecnologías de teledetección y los SIG y la proyección de rendimiento futuro mediante la simulación.

La metodología cuantitativa de selección de las demás opciones silvícolas que han de ser incluidas en el manejo activo (aparte de la plantación) y que corresponden a un programa de investigación silvicultural, se fundamenta en:

- 1) La elaboración y uso de esquemas de clasificación de las opciones silvícolas basados en la definición de disyuntivas, a cada una de las cuales corresponden métodos objetivos basados en determinada información (Vincent 1993).

- 2) El análisis de la disyuntiva clave "regeneración deseable adecuada" (rda; Anexos 1 y 2) en la selección de opciones silvícolas, fundamentada en la formulación y análisis de definiciones alternativas de regeneración deseable, en términos de especificaciones florísticas y diamétricas, las primeras sobre la base de la agrupación de especies.
- 3) La orientación de evitar las opciones del "área de peligro", que han demostrado ser poco halagadoras en la experiencia de la silvicultura tropical, las cuales tienden a homogenizar el bosque mediante intervenciones que provocan la reacción de "cicatrización" del BTA en forma de maleza cuyo control resulta muy costoso.
- 4) El desarrollo y uso de modelos de simulación para estimar los resultados de las opciones en consideración.

Estos cuatro aspectos constituyen la base para la formulación del programa de investigación silvicultural del manejo activo, que forma parte del manejo experimental. Con base en ellos se podrán determinar las opciones por ensayar, las prioridades que han de manifestarse en la asignación de superficies y, por ende, la magnitud de la inversión. El desarrollo de métodos de monitoreo, el diseño del inventario estático y dinámico y el desarrollo de modelos de simulación, constituyen instrumentos que potencian tanto el esfuerzo de investigación, como el análisis y aplicación de los resultados.

Estos aspectos, ya documentados (Vincent 1993, 1996), constituyen el eje vertebral de la propuesta. Cabe señalar que el análisis de la disyuntiva "regeneración deseable adecuada" es clave para la orientación de la selección de opciones, pues diferencia, metodológicamente, el tratamiento por aplicar a un bosque con regeneración adecuada, del de un bosque donde no hay. En el primer caso, evidentemente el más deseable, el tratamiento se orienta hacia la regeneración natural; el problema es conducir la masa de regeneración hasta la nueva cosecha (al final del ciclo de corta) en forma económica y productiva. Al no existir rda (respuesta negativa de la disyuntiva), se plantea su establecimiento mediante la plantación, sin descar-

tar eventualmente tratamientos que pudieran inducir la regeneración natural sin caer en el conjunto de opciones del "área de peligro", señalado anteriormente, por cuanto los costos pueden resultar prohibitivos.

La experiencia general, en cuanto a lo que ha funcionado y lo que no ha funcionado en la silvicultura tropical, es que cuando no existe rda, la mejor solución es plantar y, en este caso, conviene la modalidad de plantación a campo abierto, pues las plantaciones de enriquecimiento generalmente han fracasado. Corresponde al programa experimental de manejo activo probar opciones silvícolas, entre las cuales pueden incluirse algunas de baja probabilidad de éxito, mediante un esquema que permita asignar recursos de acuerdo con la probabilidad de éxito. Para ello se ha sugerido utilizar un enfoque experimental similar a de los ensayos de especies con fases, cada una de las cuales incluye un número diferente de tratamientos: cuanto menor es la probabilidad de éxito, menor es la magnitud del experimento (fase de eliminación).

La mayor probabilidad de éxito existe cuando hay un número más elevado de especies comerciales, lo que resulta en una mayor probabilidad de contar con una rda positiva. Se pone de manifiesto la importancia de los estudios tecnológicos de la madera y la promoción de su uso en el mercado, con el fin de lograr un mayor grado de utilización. Esto no significa necesariamente intervenciones más fuertes al bosque; todo lo contrario, pues a un mayor grado de utilización, se vuelven atractivas las opciones basadas en la regeneración natural, por cuanto hay más posibilidad de contar con una rda. A eso se refiere el principio que establece que "a mayor grado de utilización, mayor la gama de opciones silvícolas viables para el manejo" (Vincent 1993, 1996).

En el manejo pasivo se impone la respuesta positiva a la disyuntiva rda; es decir, se acepta la regeneración que haya en el bosque, sin intentar modificar la estructura y composición florística más allá de lo que influya el aprovechamiento. La intensidad de esta intervención es adecuadamente regulada a través de dmc ajustados progresivamente, según los resultados del

monitoreo de la masa remanente. El manejo pasivo practicado sobre la mayor parte de la superficie del bosque da la mayor garantía de preservación de los medios de producción, el suelo y la biodiversidad. A través del monitoreo de las masas remanentes en las áreas de manejo pasivo se determina qué producen estas, en forma espontánea, en respuesta al aprovechamiento.

La aplicación de dmc en el manejo pasivo cambia la base de producción del bosque, ya que se da un empobrecimiento progresivo de especies comerciales, que no presentan, en su proceso de regeneración, una dinámica que permita su presencia en el ecosistema, por lo menos en la magnitud inicial. La caoba y el saqui-saqui (en Venezuela) son ejemplos de estas especies. Sin embargo, la presencia de otras especies, particularmente las de madera dura (que generalmente muestran una distribución diamétrica positiva) y las blandas (que aprovechan la intervención del aprovechamiento) constituyen la base de producción futura.

Los tratamientos experimentales de modificación adicional del bosque mediante tratamien-

to silvícola corresponden al manejo activo, cuyo objetivo es producir aquello que no se produce en forma espontánea en el manejo pasivo.

Para la implementación de lo propuesto se sugiere un esquema de planificación en tres niveles: el plan de manejo, los planes quinquenales y los planes operativos anuales (Anexo 3). Como elemento esencial del manejo experimental se tiene el monitoreo del bosque sin intervención, de la masa remanente después del aprovechamiento regulado y, sobre todo, de las áreas intervenidas bajo diferentes modalidades. Es a través de este seguimiento mediante el uso de sensores remotos, inventarios estáticos y dinámicos (inventario forestal continuo) y los modelos de proyección (simulación), que se obtiene la información sobre la respuesta del BTA que permite evaluar las opciones, calificar el carácter sostenible del manejo y efectuar los ajustes necesarios.

Bibliografía

- ALHÉRITIERE, D. 1979. Evaluación del impacto ambiental y legislación forestal. UNASYLVA 31(125): 25 - 31.
- CEPAL 1993. Procedimientos de gestión para un desarrollo sustentable. CEPAL 70 p.
- DAWKINS, H.C. 1958. The management of natural tropical high forests with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute. University of Oxford. Institute Paper Nº. 34. Oxford. 155p.
- FAO. 1968. Guía para ensayos de especies forestales en América tropical. Organización de las Naciones Unidas, para la Agricultura y Alimentación. Dirección de Montes e Industrias Forestales. Roma. 56 p.
- FINOL U., H. 1969. Posibilidades de manejo silvicultural para las reservas forestales de la región occidental. (Venezuela). Revista Forestal Venezolana 17:81-107.
- _____. 1976. Métodos de regeneración natural en algunos tipos de bosques venezolanos Revista Forestal Venezolana 26:17-44.
- JEREZ R., M.; LW. VINCENT. 1991. Muestreo continuo de rendimiento en plantaciones en líneas "Método Caparo" en la Reserva Forestal de Caparo (Barinas, Venezuela). Cuadernos Comodato ULA-MARNR Nº 18. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. 79 p.
- PERNIA P., E.; O. JURGENSON, T. 1987. Sistemas aereofotográficos de 35 y 70 mm en aplicaciones forestales. Revista Forestal Venezolana (31):93-105.

-
- SCHULZ, J.P. 1967. La regeneración natural de la selva mesofítica tropical de Surinam después de su aprovechamiento. *Boletín Inst. For. Latino-Americano de Inv. y Cap. I.F.L.A.I.C.* 23:3-27.
- SYNNOTT, T. J.; R. H. KEMP. 1976. Elección del mejor sistema silvicultural. *Unasyva* 28(112/113):74-79.
- THANG, H. C. 1987. Forest management systems for tropical high forest, with special reference to Peninsular Malaysia. *Forest Ecology and Management* 21:3-20
- VINCENT, L. W. 1988. Orientación del manejo silvicultural del bosque tropical alto. *Rev. For. Latinoamericana* 4/88:61-71.
- _____. 1993. Métodos cuantitativos de planificación silvicultural. Consejo de Estudios de Postgrado y Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Tomo 1. 237 p.
- _____. 1996. Métodos cuantitativos de planificación silvicultural. Consejo de Estudios de Postgrado, Consejo de Publicaciones y Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Tomo 2. (en imprenta).
- _____; C. M. BUSTAMANTE. 1973. El método limba ensayado en el Proyecto Caparo. Nota Técnica. *Revista Forestal Venezolana* 23:101-104.
- _____. 1992. La importancia del uso de maderas de pequeñas dimensiones en la silvicultura. *Revista Forestal Venezolana* 34:89-96.
- WILSON, E. 1992. Estrategia de conservación de la biodiversidad. *In* Estrategia Global para la Biodiversidad. WRI, UICN, PNUMA. 243 p.

Anexo I Glosario

Abundancia efectiva: la expresión del número de árboles por unidad de superficie en términos de la ocupación de áreas específicas. Se trata de una abundancia de áreas ocupadas que se obtiene a partir de la frecuencia de ocupación de dichas áreas en *cuadrículas* (unidades de registro en las cuales se subdivide la *uum* (unidad última de muestreo) para calcular la frecuencia), según una determinada expresión de atributos de regeneración (especificación florística) y especificación diamétrica). La abundancia efectiva incluye la cantidad de individuos y su distribución espacial, que es de importancia en vista de la tendencia de agrupación de la mayoría de las especies deseables en el bosque tropical alto.

Aprovechamiento: (sinónimo de explotación y cosecha); incluye las operaciones de extracción de madera, desde la tumba hasta la colocación de la madera en el patio de la industria o un patio central de acopio. Para efectos del presente trabajo, se excluye todo lo referente a conversión industrial, mercadeo, etc.

Cabida superficial: método de ordenación o regulación del aprovechamiento basado en superficie (cuota anual en términos de superficie), en contraste con regulación por cuotas de volumen.

Cicatrización: término utilizado en el presente texto para referir al proceso de recuperación del bosque tropical alto ante perturbaciones. Se refiere a los mecanismos de sucesión en áreas intervenidas por agentes naturales o por el hombre.

Ciclo de corta: tiempo que transcurre entre aprovechamientos sucesivos bajo el esquema policíclico de ordenación o regulación de cortas.

Conversión (opción de): tratamiento silvícola que pretende convertir el bosque natural en una masa forestal diferente a la original, en la que la masa comercial (de valor) ocupa toda la superficie. Una plantación de conversión persigue ocupar toda la superficie; es decir, lograr el cierre del dosel, por lo menos hacia el final del turno, en contraste con la plantación de enriquecimiento y con la regeneración natural, en las que se pretende mantener una parte del bosque original en el dosel.

Cosecha: la acción de extraer total o parcialmente la masa comercial. Constituye una operación de un sistema, método silvícola o método de transformación o conversión (véase explotación, aprovechamiento).

Diámetro mínimo de cortabilidad: (abreviado como *dmc*); es la especificación del tamaño mínimo de árboles por especie o por grupo de especies que puede conformar la cosecha desde el punto de vista de las normativas para el manejo (tamaño mínimo que puede ser aprovechado); el *dmc* puede ser "legal" ("administrativo") o "silvicultural".

Disyuntiva: es un punto de decisión que consiste en la selección de un curso (vía alterna) entre dos cursos posibles (dos vías alternas), utilizado en el esquema de clasificación de opciones silvícolas (Vincent 1993).

dmc: diámetro mínimo de cortabilidad.

Enriquecimiento: (plantación de enriquecimiento); opción silvícola o categoría de opciones con la cual se busca mejorar la composición de la masa forestal, pero no convertiría a una masa diferente (en contraste con la conversión). En la plantación de enriquecimiento, la masa plantada no alcanza a cerrar el dosel, sino que complementa la regeneración natural.

Especificación diamétrica: un criterio de definición de la regeneración deseable en el cual se especifica un diámetro mínimo a partir del cual se considera de interés la regeneración (Vincent 1993; 1996). Se utiliza para formular alternativas de definición de regeneración deseable en el análisis de la disyuntiva *rda*. La expresión cuantitativa es en términos de abundancia efectiva.

Especificación florística: un criterio de definición de la regeneración deseable en el cual se especifica el conjunto de especies consideradas en función de grupos en términos de uniones de conjuntos (Vincent 1993; 1996). Se utiliza para formular alternativas de definición de regeneración deseable en el análisis de la disyuntiva *rda*. La expresión cuantitativa es en términos de abundancia efectiva.

Estrategia de combinación de manejo pasivo y activo: el enfoque propuesto de manejo del bosque tropical alto que integra dos modalidades de manejo: el **manejo pasivo**, en el cual el único tratamiento del bosque es el aprovechamiento, cuya intensidad está adecuadamente regulada para garantizar las cosechas futuras; esta regulación está basada en el monitoreo de las masas remanentes, que permite ajustes de la intensidad de aprovechamiento en compartimientos sucesivos; y el **manejo activo**, que persigue producir - mediante un tratamiento silvícola que puede variar des-

de extensivo (de baja intensidad) hasta intensivo (por ejemplo, de conversión o transformación directa) - aquello que no se produce en el manejo pasivo. Este "déficit" de producción, generalmente de especies de alto valor comercial (las maderas finas, como por ejemplo caoba, *Swietenia macrophylla*), es determinado mediante el monitoreo de las masas intervenidas ("bosque remanente" o "residual").

Estrategia de manejo: un enfoque basado en principios y con una metodología determinada que tiende a solucionar, por lo menos parcialmente, un problema determinado del manejo del bosque tropical alto.

Explotación: véase aprovechamiento, cosecha.

Fase de comprobación (ensayos de especies): fase de ensayo que incluye un número relativamente reducido de especies sobre las cuales se tiene cierta información, obtenida o no en la previa fase de eliminación, que las hace ser consideradas de alta probabilidad de éxito. Esta fase es de duración intermedia entre las fases de eliminación y piloto y abarca alrededor de la mitad del turno estimado. El principio de comprobación de especies puede ser aplicado también a las opciones silvícolas.

Fase de eliminación (ensayos de especies): fase de ensayo de especies en la cual se incluye un número elevado de especies consideradas de interés, aunque no se tenga mucha información sobre ellas. Esta fase es de corta duración y proporciona información sobre el comportamiento inicial. El principio de eliminación puede ser aplicado a las opciones silvícolas, cuando se quiere ensayar un número mayor (con respecto a las otras fases) de opciones.

Fase piloto: fase de ensayo de especies en la cual se incluye una o un número muy reducido de especies (por ejemplo, un máximo de tal vez dos o tres) con base en información considerada confiable que amerita una inversión con el menor riesgo. Se trata de una fase pre-comercial, en la cual se desea obtener información sobre costos y rendimiento de plantaciones sobre áreas considerables, las cuales dependen de los recursos disponibles y los objetivos. En el caso de las opciones silvícolas, ésta probablemente sería la fase de mayor extensión en superficie dentro del marco del manejo activo, en vista de la incertidumbre con respecto al tratamiento silvícola del bosque tropical alto.

Información dinámica: ingresos (de regeneración que alcanza un tamaño mínimo determinado), crecimiento y mortalidad de la masa forestal o una parte de ella (por ejemplo, si se trata de una combinación de especificación florística y diamétrica), que es de obtención directa en parcelas permanentes, o indirecta a partir de información estática mediante análisis de la distribución diamétrica, combinación de resultados de inventarios estáticos, o aplicación de principios para establecer asunciones temporales.

Información estática: existencias en términos de abundancia general o efectiva de determinadas partes de la masa forestal (por ejemplo, combinación de especificación florística y diamétrica), obtenidas mediante inventarios con base en parcelas temporales que no incluyan mediciones sucesivas.

Inventario forestal continuo: muestreo dinámico del bosque (no intervenido, masa remanente, bosque tratado o plantación) estadísticamente válido para inferencia sobre una determinada población, en el cual las parcelas son permanentes (véase "muestreo continuo" o "muestreo continuo de la masa remanente" como elemento del monitoreo).

Manejo activo: cualquier tratamiento silvícola que va más allá del aprovechamiento dentro del contexto de la estrategia de combinación de manejo pasivo y activo.

Manejo pasivo: el único tratamiento silvícola es el aprovechamiento, cuya intensidad es adecuadamente regulada mediante un mecanismo de ajustes de los dmc con base en el monitoreo de la masa remanente (masa residual), dentro del contexto de la estrategia de combinación de manejo pasivo y activo.

Muestreo continuo (de la masa remanente): véase inventario forestal continuo.

Opción silvícola (= opción silvicultural): un sistema, método silvicultural o método de tratamiento silvicultural de conversión (se trata de un curso alternativo de acción en el manejo silvícola) del bosque tropical alto. El problema principal en la planificación silvícola es seleccionar la(s) mejor(es) opción(es), según la política y objetivos de manejo y las condiciones ecológicas (físicas-biológicas), económicas, políticas y socio-culturales.

Planificación silvicultural: el proceso de elaboración de planes silviculturales (silvícolas), generalmente como componentes de planes de manejo. El sentido utilizado en el presente trabajo se refiere a la selección de la(s) opción(es) silvícola(s) en el plan silvícola. En términos generales, la planificación silvicultural incluye también la planificación de las actividades silvícolas en la instrumentación del plan de manejo (ejecución).

Productividad espontánea: término utilizado para referir a la capacidad de producción del bosque tropical alto, después del aprovechamiento, sin tratamiento silvícola. Esta constituye la base para el manejo pasivo en la estrategia de

combinación de manejo pasivo y activo.

rda: la disyuntiva entre la existencia o no de regeneración deseable adecuada en el esquema de clasificación de opciones silvícolas; disyuntiva clave en la selección de opciones silvícolas (Vincent 1993;1996).

Regeneración (proceso): el conjunto de operaciones que tienen como objetivo lograr el establecimiento de la regeneración (objeto) de las especies deseadas. El proceso natural mediante el cual se establecen los individuos (la regeneración -objeto-) que garantizan la permanencia de una especie en el ecosistema.

Regeneración (objeto): el conjunto de individuos, generalmente de especies deseables, cuyo tamaño es inferior al tamaño mínimo comercial (dap inferior al dmc). Este es el significado utilizado en el presente trabajo. Cabe señalar que en algunos usos del término, éste se refiere exclusivamente a los individuos pequeños, por ejemplo, de altura menor de 3 m o de dap menor de 5 - 10 cm.

Regeneración deseable: el conjunto de individuos que satisface condiciones de especies (valor) y tamaño; se expresa en términos de la combinación de la especificación florística y la especificación diamétrica.

Regeneración deseable adecuada (rda): regeneración (objeto) de especies de valor comercial, de tamaño suficiente y en cantidad suficiente para alcanzar los objetivos de producción en un turno o ciclo de corta. Estas tres condiciones han de ser definidas en el método de análisis de la disyuntiva clave "rda", mediante un proceso iterativo de formulación de definiciones alternas de regeneración deseable y evaluación de las existencias según los resultados del muestreo de regeneración. El carácter de "adecuada" no solamente depende de la calidad y cantidad de regeneración existente (especificación florística y diamétrica), sino de su crecimiento, aspecto que constituye una cuarta condición. Se trata de la disyuntiva clave en la cual se separan las opciones silvícolas en dos grandes grupos: aquellas en las cuales no se requieren operaciones de establecimiento natural o artificial de regeneración (objeto) versus aquellas que sí las requieren.

Restricciones: limitaciones al proceso de manejo, impuestas por diversas condiciones ecológicas, económicas, políticas, institucionales y culturales, a las cuales tiene que someterse el silvicultor en la planificación del manejo del bosque tropical alto.

Turno: el tiempo que transcurre entre el momento de establecimiento de la regeneración y el aprovechamiento final del árbol o la masa forestal. El término es más apropiado para plantaciones y otras masas coetáneas que para el bosque tropical alto, el cual por naturaleza es de carácter discetáneo, razón por la cual existe una situación de múltiples turnos.

Unidad última de muestreo: (uum) la parcela con base en la cual se calcula el valor "n" en las fórmulas estadísticas de error de muestreo. Es la parcela objeto de selección aleatoria o sistemática (en contraste con unidades de registro, como por ejemplo las cuadrículas, que son subdivisiones de una uum).

Anexo 2

Metodología de selección de opciones silvícolas

El siguiente es un breve resumen de una metodología de selección de las opciones silvícolas en la planificación silvicultural (Vincent 1993, 1996). Como punto de partida, se ha formulado el siguiente principio que guía la selección de opciones en la planificación silvicultural del manejo del bosque tropical alto:

Las opciones de regeneración natural son viables cuando se cumple por lo menos con una de las siguientes condiciones:

- 1) la existencia de una regeneración adecuada de especies comerciales que puede ser conducida eficientemente hasta el final del ciclo de corta; y
- 2) la capacidad de regeneración (proceso) espontánea de las especies comerciales permite el establecimiento de la regeneración (objeto) sin tratamientos intensivos de preparación de terreno ni mantenimiento inicial intensivo.

La primera condición se refiere a las existencias de regeneración y su respuesta al tratamiento. Por lo general, se refiere a una regeneración de tamaño avanzado¹, por ejemplo, a partir de 10, 15 – 20 cm; mientras la segunda se refiere a características regenerativas de las especies deseables (comerciales) que deben ser excepcionales para cumplir con el requerimiento señalado en este punto. Lógicamente, si las especies comerciales tienen estas cualidades, esto debe manifestarse en los términos del primer punto. Queda, como interrogante de interés, la reacción de las especies comerciales a diferentes intervenciones silvícolas, comenzando con el aprovechamiento. Lo ideal sería una situación donde estas especies tienen la capacidad de regenerarse espontáneamente después del aprovechamiento, sin intervenciones adicionales. Esta situación corresponde únicamente hasta ahora al caso de las *Dipterocarpaceae*, que hizo del Sistema Uniforme Malayo un caso de éxito del manejo con base en la regeneración natural. Lamentablemente, las tierras correspondientes a estos ecosistemas fueron destinadas a otros usos, particularmente a la producción de caucho y otros cultivos, desplazando el manejo silvicultural hacia las colinas, donde no existieron las mismas condiciones favorables. El ensayo inicial en Caparo fue establecido con el fin de descartar la posibilidad de tener una situación similar, lo cual, aunque de muy escasa probabilidad de ocurrir, sería una ventaja inmensa en caso de presentarse, razón por la cual no se quiso dejar esta lejana posibilidad sin probar.

El comportamiento de la regeneración en términos de sobrevivencia y crecimiento es lo que determina su capacidad de ser conducida eficiente y económicamente hasta el final del ciclo de corta para producir una nueva cosecha. Se trata, en este caso, de información dinámica acerca de la respuesta de un componente de la masa forestal a la intervención. La única manera de determinar esta cualidad es establecer los experimentos en sitios seleccionados con base en la estratificación y el muestreo de regeneración, que permiten determinar la existencia de regeneración deseable potencialmente adecuada (en términos estáticos de existencias) y efectuar el monitoreo de la respuesta de la regeneración.

Se ha desarrollado una metodología de análisis que permite determinar la existencia de regeneración deseable adecuada (*rda*) con base en la determinación de la abundancia efectiva correspondiente a diferentes alternativas de definición de regeneración deseable, formuladas en términos de especificaciones florísticas, diamétricas y de calidad.

La especificación florística se fundamenta en la agrupación de especies y el ordenamiento de los grupos de mayor a menor "deseabilidad" (valor comercial u otro criterio, según la política y objetivos del manejo). Se utiliza la *estimación mínima confiable (emc)*; Dawkins 1958) de la abundancia efectiva como variable de respuesta. El análisis de existencias es el aspecto estático de la regeneración. Queda para el monitoreo continuo (a través del inventario forestal continuo) el determinar la dinámica de la regeneración; es decir, su respuesta al tratamiento; esta respuesta, junto con las existencias, determina el carácter "adecuada" de la regeneración (Vincent 1993; 1996).

Esta metodología de análisis de la condición de "adecuada" de la regeneración deseable constituye la disyuntiva clave "*rda*" en el esquema de clasificación conceptual y funcional de las opciones silvícolas como herramienta en la selección de opciones en la planificación silvicultural del manejo del bosque tropical alto (Vincent 1993).

Se usa el término "regeneración deseable adecuada" (*rda*) en dos sentidos: 1) el conjunto de individuos (regeneración "objeto") que cumplen el requerimiento al respecto; y 2) a la disyuntiva "*rda*" en la formulación de esquemas de clasificación de opciones silvícolas (Vincent 1993; véase glosario en el Anexo), que se refiere a las mismas condiciones, como base para la selección de las opciones silvícolas y como solución a la controversia entre regeneración natural y plantación en la silvicultura tropical.

¹ El término "regeneración" se suele usar para referir a los individuos pequeños, por ejemplo hasta tres metros de altura o hasta 5 – 10 cm dap. El término usado aquí se refiere a todos los individuos de dap menor al dmc.

Anexo 3

Aspectos de planificación

La **planificación del manejo experimental**, en particular la selección de las opciones silvícolas y como se consideran las previsiones para su instrumentación operativa, debe establecerse a tres niveles:

- 1) la elaboración del plan de manejo
- 2) la elaboración de planes quinquenales, y
- 3) la elaboración de planes operativos anuales

A estos niveles corresponden diferentes grados de detalle (desde lo general a lo más específico), con el fin de permitir el mayor grado posible de flexibilidad, pero sin perder el control necesario. Esto es especialmente válido bajo un régimen de concesión a empresas particulares, en el cual se delega la responsabilidad de la ejecución del manejo, lo que a su vez exige una debida fiscalización que permita alcanzar los objetivos del manejo. Se supone que en los diferentes países y regiones ha de operar alguna modalidad de concesión forestal a largo plazo, en vista de la tendencia hacia la privatización relacionada con las restricciones institucionales y administrativas del sector público. Debe existir un balance apropiado entre la flexibilidad y el control para alcanzar los resultados deseados, tanto económicos, como sociales y ecológicos.¹

El **plan de manejo** debe ser el ente rector que especifica el rumbo general del manejo, los lineamientos acerca del carácter general del tratamiento silvicultural, partiendo de la definición de la política, objetivos y metas, entendiéndose que éstos pueden modificarse en el tiempo, dentro de ciertos límites. Se trata de una especie de "constitución" que establece los lineamientos, sin llegar a ser una "camisa de fuerza" que pueda obstaculizar el manejo. Se recalca la necesidad de establecer un balance entre la flexibilidad que debe existir, sin perder el rumbo del manejo hacia el cumplimiento de los objetivos. El plan de manejo concebido de esta forma debe especificar:

- los lineamientos, principios y estrategias a seguir para alcanzar los objetivos y metas dentro de la política del ente contralor del manejo
- los métodos y criterios a seguir en la especificación de cuotas anuales, selección de opciones silvícolas, mecanismos de protección, proyección hacia las comunidades, investigación y modalidades e intensidad de construcción y mantenimiento de vías y demás infraestructura, y
- los lineamientos del monitoreo del manejo, destinados a aportar la información necesaria para los ajustes progresivos dentro del contexto del manejo experimental y para determinar la sostenibilidad del manejo en atención a los indicadores

Se observa que el plan de manejo no especifica las cuotas, tanto en volumen como superficie, por cuanto estas dependen de un mayor conocimiento del bosque y su respuesta a las intervenciones. Tampoco especifica las opciones silvícolas, por cuanto estas también y, con mayor razón, dependen de un mayor conocimiento, que ha de obtenerse sobre la marcha bajo el enfoque del manejo experimental del bosque tropical alto.

Para el manejo bajo régimen de concesión a empresas particulares o mixtas, el plan de manejo, junto con las normativas y el contrato administrativo correspondiente, deben establecer claramente las reglas de juego para la determinación de las cuotas, opciones silvícolas, validez etc. El plan de manejo debe, por ejemplo, especificar la modalidad de ordenación a instrumentar, preferiblemente la cabida superficial y el modo de su instrumentación, particularmente la información sobre la cual han de fijarse las cuotas específicas y los grados de flexibilidad y el modo de instrumentación de las cuotas.

Igualmente, el plan de manejo debe establecer los lineamientos de investigación y criterios para la fijación de prioridades y proyectos específicos, dentro de marco de una política de investigación coordinada entre el Servicio Forestal, las empresas y las entidades especializadas (universidades, institutos de investigación, etc.). Este aspecto, que le da su justa importancia a la información como insumo del manejo y la flexibilidad, es lo que caracteriza el manejo experimental. La fijación de cuotas, selección de opciones y otros aspectos más específicos quedan para establecerse en los **planes quinquenales**, los cuales se fundamentan en información que se obtiene en la medida que avanza el manejo.

El **plan quinquenal** especifica:

- 1) las cuotas de aprovechamiento (el plan de corta que especifica el ciclo de corta, el tamaño de los compartimientos anuales y las cuotas estimadas de volumen)

¹ El resultado económico, cuando es considerada la producción a largo plazo, debe coincidir con el resultado biológico-ecológico (ambiental). Cuando hay contradicción, se trata de la que existe entre consideraciones de productividad a cortoplazo vs. largo plazo. Este es un elemento del principio de rendimiento sostenible.

- 2) las opciones silvícolas a instrumentar, con sus respectivas superficies
- 3) los mecanismos de monitoreo para el seguimiento de la gestión del manejo durante el quinquenio y, en forma progresiva, para atender los indicadores de sostenibilidad
- 4) el desarrollo vial, con la especificación de las cantidades, calidades y ubicación de las vías primarias y secundarias
- 5) las medidas de protección a instrumentar, referentes a la integridad de áreas (ocupación ilegal, corta ilegal), incendios, plagas, y enfermedades
- 6) los aspectos industriales, en caso que la concesión corresponda a una industria determinada, donde se especifican los tipos de productos, mercadeo, etc.)
- 7) el desarrollo de relaciones con las comunidades en el área de concesión y sus alrededores, y
- 8) las investigaciones a realizar, con la especificación de proyectos específicos

En el plan quinquenal se especifican las cuotas de superficie de aprovechamiento con su respectivo control de volumen y el intervalo de tolerancia de variación para ajustar a las disponibilidades reales de la masa forestal y la previsión para futuros ciclos de corta. Por consiguiente, el plan quinquenal establece los compartimientos anuales correspondientes al período, con base en los lineamientos del plan de manejo. Estos se fundamentan en la mejor información disponible sobre las existencias de madera al momento de su elaboración.

La selección de las opciones silvícolas a aplicar durante el período es el punto crítico de mayor complejidad. Para ello, se ha propuesto una metodología basada en técnicas cuantitativas (Vincent 1993; 1996), que permiten optimizar la selección dentro de las restricciones impuestas por la carencia de información.

La planificación del monitoreo del manejo pasivo, que constituye la mayor parte de la superficie y de la cual depende en mucho la sostenibilidad de la capacidad productiva de las masas remanentes, constituye un elemento imprescindible al que no se le ha prestado la atención debida. El plan quinquenal, en especial el primero, debe especificar las labores de monitoreo y el desarrollo de la metodología correspondientes para las masas remanentes y las áreas tratadas, incluyendo las plantaciones. El primer plan quinquenal de la gestión del manejo establecerá los mecanismos de monitoreo, como ejemplo, las modalidades de inventario, diseños, etc., con base en la mejor información disponible. Ya para el segundo plan quinquenal y planes sucesivos se irá incorporando la experiencia e información en el ajuste de las metodologías.

El *plan operativo anual* debe establecer los detalles operativos para la instrumentación de lo previsto en el plan quinquenal y estará conformado por:

- 1) el plan anual de aprovechamiento (plan de corta)
- 2) el plan de tratamiento silvicultural, que especifica el modo de efectuar las operaciones contempladas en los tratamientos silvícolas correspondientes a las opciones designadas en el plan quinquenal
- 3) el plan de monitoreo del compartimiento anual
- 4) el plan vial, que especifica la construcción y mantenimiento de carreteras (trazado, puentes, especificaciones de calzada etc)
- 5) el plan específico de las labores de protección
- 6) el plan específico de conversión industrial y mercadeo
- 7) las acciones a tomar en materia de relación con las comunidades, y
- 8) el plan específico de instrumentación de los proyectos de investigación establecidos en el plan quinquenal

Para cada ítem es necesario desarrollar normativas y mejorías en la medida que avance la experiencia, incorporando progresivamente la nueva información. Los planes específicos anuales deben establecer las secuencias de operaciones, los insumos requeridos, la programación en el tiempo, los costos y aspectos relacionados con eventuales problemas que pueden presentarse, así como los planes de contingencia. El plan anual operativo establece el patrón de referencia para la fiscalización en el seguimiento, mayormente con base en el monitoreo.

Preparación del compartimiento anual

En la ejecución del plan anual operativo se incluye la preparación del compartimiento anual, que consiste en la siguiente secuencia de operaciones:

- a) el censo, marcaje y, de ser posible, el mapeo de la madera comercial a extraer, según los criterios de dmc en el manejo pasivo y otras modalidades que pueden ser previstas en diversas opciones silvícolas del manejo activo
- b) la tipificación, por lo menos en una parte del compartimiento anual, sobre la base de una red de picas (brechas) que debe servir también para el censo
- c) la designación y delimitación de áreas destinadas a las opciones silvícolas del manejo activo, si las hay
- d) la realización de las labores de aprovechamiento, silvicultura y protección, previstas en el plan anual

- e) el inventario estático de la masa remanente, como parte del monitoreo y del mecanismo para el ajuste sucesivo de los dmc contemplados en el manejo pasivo
- f) el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo continuo (modalidad de inventario forestal continuo) con diseño compatible, coordinado con el inventario estático
- g) la elaboración de un informe anual de cierre de compartimiento (Informe - evaluación) contentivo de la información obtenida en la ejecución del plan anual.

No necesariamente se destina una parte de cada compartimiento al manejo activo. Este puede, y debe, concentrarse en áreas que aprovechan las mejores condiciones de sitio y la concentración de la vitalidad permanente. Por consiguiente, en el plan quinquenal se puede destinar al manejo activo áreas contiguas, dentro de la organización de los compartimientos anuales. En este caso, éstos funcionarían mayormente para ordenar el manejo pasivo.

En caso de la plantación a campo abierto, el aprovechamiento debe hacerse sin restricciones. Lo ideal es extraer toda la masa forestal útil en las opciones de conversión (transformación directa).

El informe de cierre consolida la información obtenida en la gestión anual y, por tanto, no debe entenderse simplemente como un requisito administrativo, sino como un elemento esencial del manejo experimental.

Ajustes en compartimientos sucesivos

Con base en la información de la ejecución de cada plan anual, se han de efectuar los ajustes para los siguientes planes anuales dentro del marco de la flexibilidad establecida en el plan quinquenal. Estos ajustes se refieren a:

- a) las modalidades operativas de la instrumentación de las opciones silvícolas (modificaciones en las operaciones específicas)
- b) los detalles de los proyectos de investigación
- c) los mecanismos de monitoreo, particularmente ajustes en la intensidad de muestreo, según los resultados previos, y
- d) los eventuales ajustes de los dmc por grupos de especies en compartimientos sucesivos dentro de ciertos límites que no alteren fuertemente las cuotas.

La idea es no esperar hasta el final del quinquenio para hacer ciertos ajustes que tiendan a dar cumplimiento a la condición del aprovechamiento, cuya intensidad es adecuadamente regulada. Estos ajustes se basarían en los resultados de los inventarios estáticos de la masa remanente y las proyecciones efectuadas mediante simulación.

En los planes quinquenales sucesivos se han de efectuar ajustes de:

- los dmc por grupos de especies en compartimientos sucesivos, con base en los ajustes efectuados en los planes anuales y un análisis de los resultados del quinquenio, en los que ya debe existir información proveniente del inventario dinámico (parcelas permanentes) de la masa remanente y las proyecciones mediante simulación;
- las cuotas anuales en términos de superficie (cabida superficial) y volumen por grupos de especies, de acuerdo con los ajustes de los dmc, y
- el ciclo de corta y, por consiguiente, del número y tamaño de compartimientos anuales, en respuesta a los ajustes de las cuotas anuales

Con esto se pone de manifiesto el carácter flexible del manejo experimental.

// **Prioridades de investigación en silvicultura de bosques naturales y estrategias para mejorar la aplicación de sus resultados en el manejo forestal***

John R Palmer**

CIFOR convino en efectuar a principios de marzo de 1996, en Manaus, Brasil, una consulta regional sobre las prioridades de investigación colaborativa en América Latina (Sabogal 1996). Las sesiones de trabajo enfocaron ocho áreas de investigación que incluían la mayor parte de los temas de interés para los servicios nacionales de investigación forestal: influencias extra sectoriales en los bosques; manejo de ecosistemas forestales (conservación y manejo de bosques a nivel de paisaje); manejo de bosques para la producción sostenible de bienes y servicios múltiples; mejora de las opciones forestales en las áreas degradadas y de bajo potencial; manejo y conservación de la biodiversidad; valoración forestal; fuentes de abastecimiento familiar; sostenibilidad de productos forestales no maderables, e incremento en los beneficios adquiridos; todos ellos, criterios e indicadores para la evaluación del manejo forestal. Dentro de cada área, se identificaron varios temas importantes para futuras investigaciones (Sabogal y Kaimowitz 1996).

El conocimiento fundamental necesario para que las actividades silviculturales en el bosque natural tengan éxito es esencialmente el mismo para la mayoría de los bosques. Sin embargo, el estado actual del conocimiento y las prioridades locales para mejorarlo, varían grandemente a través del Neotrópico. Las necesidades de investigación para las regiones específicas de América Latina serán identificadas en los documentos que se publiquen en una monografía que prepara CIFOR. Por lo tanto, este estudio enfoca los factores y técnicas que se deben considerar para establecer prioridades y disseminar los resultados de las investigaciones, y no en ofrecer recomendaciones específicas para realizar investigaciones silviculturales en la región.

El documento se divide en dos partes. La primera enfoca el planeamiento, incluyendo el establecimiento de prioridades para las investigaciones silviculturales. La segunda parte considera el aspecto de la diseminación, estableciendo una diferencia entre distribución de la información y transferencia de tecnología.

Planeamiento de la investigación y establecimiento de prioridades

Listado de temas de investigación

En América Latina, existen grandes listas de recomendaciones sobre prioridades institucionales, nacionales y regionales que requieren investigaciones ecológicas y silviculturales. Algunas de estas listas han sido recopiladas como resultado de esfuerzos nacionales para elaborar Estrategias Nacionales de Conservación, según los lineamientos de la UICN, o para establecer Planes Nacionales de Acción Forestal, según el modelo de la FAO. Otras listas han sido elaboradas para estimular la colaboración institucional entre países, en un amplio rango de investigaciones, para contribuir al desarrollo; por ejemplo, CORPAM (1990, 1991) en Brasil. La obtención de financiamiento de donantes externos para fortalecer las instituciones, generalmente requiere la presentación de los programas y prioridades institucionales de investigación. En la mayoría de los casos, esta recopilación se prepara a nivel interno. Ocasionalmente, el donante es invitado a enviar consultores externos para interpretar los informes preparados a nivel local en un lenguaje familiar a los administradores de las agencias donantes. Un ejemplo de lo anterior es el grupo asesor científico NAS/NRC que trabajó con el INPA y con el MPEG en 1992, como precursor del

* Este trabajo se refiere únicamente a investigaciones cuyo propósito es resolver problemas de tipo estratégico (generalizables) o adaptativo (locales). No se discuten aspectos de investigación básica, en los que la frontera del conocimiento se encuentra muy adelantada; ni se analizan las posibles implicaciones prácticas.

** Tropical Forest Services Ltd., Oxford OX2 7AY, Reino Unido

proyecto de Centros de Excelencia del Programa Piloto G-7 para la Protección de los Bosques Tropicales de Brasil. Entre las recomendaciones internacionales relevantes se encuentran las de los paneles convocados por la Academia Nacional de las Ciencias (1980) y por el Consejo Nacional de Investigaciones (1991).

Un problema común, que no atañe solamente a América Latina, es que el programa de investigación se elabora como una lista de temas: "El plan careció de una clara identificación de clientes para los productos específicos de la investigación, y de un procedimiento para el establecimiento de prioridades. Los problemas que requerían investigación interdisciplinaria a largo plazo no fueron separados de los problemas localizados que requerían esfuerzos concentrados a corto plazo. Los métodos mediante los cuales los datos específicos, obtenidos de los resultados de la investigación, podrían haber ayudado a resolver los problemas descritos, no fueron analizados a fondo. El plan resultó ser una gran lista pero sin indicaciones sobre cuales aspectos debían investigarse primero" (Palmer 1994).

El procedimiento de elaborar listas es común cuando la investigación se planea o se efectúa con muy poco contacto efectivo entre el personal científico y los usuarios intermedios o últimos de los resultados de esa investigación. En principio, es probable que la investigación que se efectúa en una unidad o sección de una organización, cuyo mandato operativo es administrar los bosques (como son muchos servicios nacionales forestales) se centre en problemas de naturaleza práctica e inmediata. Se puede esperar una rápida comprensión de los resultados, puesto que la investigación ha sido realizada en su mayor parte como respuesta a problemas encontrados en el campo. Por el contrario, la investigación que se realiza en universidades e instituciones autónomas o semi-autónomas, ajenas o con poca relación con los problemas en el campo, es menos probable que satisfaga las necesidades de los administradores forestales.

Existe una tendencia de los gobiernos a reducir su apoyo básico a la investigación y solicitar que cada estudio se justifique individualmente. Este sesgo trae como consecuencia la proliferación de proyectos de investigación dentro de cual-

quier institución, que por lo general dividen y desarmarizan los criterios para el éxito. Las agencias de financiamiento no están dispuestas a colaborar entre ellas, o a emplear los mismos sistemas contables. Por lo tanto, las organizaciones de investigación comúnmente se ven forzadas a manejar múltiples sistemas contables para poder controlar la multiplicidad de donaciones para la investigación, lo que lleva a bajas proporciones de personal científico y administrativo. Como el número de proyectos generalmente es similar al número de personas que conforman el grupo de profesionales, surgen críticas frecuentes en cuanto a que los proyectos se crean para mantener al personal y no que el personal se contrata para realizar la investigación. En general, las solicitudes de apoyo económico parecen solicitudes para ampliar una agencia de empleos y no para apoyar una institución de investigación. Esta crítica puede atenuarse si se suministra la documentación necesaria que respalde una fuerte demanda de la investigación por parte de los clientes identificados.

¿Existe algo intrínsecamente incorrecto en las investigaciones organizadas bajo el sistema de una persona por proyecto? Es posible estructurar programas de investigación de manera que las actividades se asignen a un individuo; así la responsabilidad y el cumplimiento son claros, al igual que el crédito por el éxito. Sin embargo, la mayoría de los problemas que los clientes definen, y que requieren actividades de investigación en los bosques neotropicales, involucran estudios multidisciplinarios. La investigación para resolver problemas, tal vez no involucre grupos de trabajo a tiempo completo, pero las responsabilidades (y el crédito por el éxito y las publicaciones) deben distribuirse. Los programas de Tropenbos, relativamente grandes en Camerún, Colombia, Guyana e Indonesia, demuestran que se pueden obtener respuestas útiles de las investigaciones individuales, cuando el programa ha sido elaborado como resultado de un análisis de los problemas y no de una revisión de intereses particulares. La productividad observable de los programas del tipo OET (Organización de Estudios Tropicales, Costa Rica) y Tropenbos es tan grande, que los servicios nacionales de investigación forestal deberían adaptar al menos algunos de los métodos de investigación, planeamiento y administración que esas institucio-

nes utilizan. La fragmentación de los problemas de investigación en elementos manejables puede ser conveniente, tanto científica como administrativamente; pero también debe existir un sistema para reagrupar los resultados y diseminarlos en un formato que responda a las preguntas expuestas originalmente por los clientes. Steege *et al.* (1996) es un excelente ejemplo de este tipo de síntesis.

Los programas Tropenbos, así como la OET, funcionan con un personal de planta muy reducido, pero cuentan con un flujo constante de científicos, posgraduados y capacitantes que permanecen en la institución por períodos cortos. El fuerte énfasis en el trabajo y permanencia en el campo, ofrecen un ambiente intelectual riguroso que fomenta el intercambio de ideas y de información de mejor manera que en un instituto de investigación ubicado en una ciudad y con personal permanente. La mayor productividad que se logra en centros de investigación ubicados en áreas rurales se debe, en parte, a la menor cantidad de responsabilidades que implica la vida en el campo. Es evidente que no toda la investigación se puede efectuar exclusivamente en el campo y que el éxito del trabajo de campo depende con frecuencia del apoyo permanente de instalaciones permanentes en la ciudad. Además, la investigación en el campo tiene más posibilidades de lograr el éxito, si los costos de transporte y los viáticos son cancelados en forma completa y oportuna. Este problema, que persiste en los neotrópicos, podría reducirse si los equipos de investigación demostraran a las agencias financieras los costos de oportunidad de personal caro por la educación que recibieron, pero que en la actualidad se encuentra ineficientemente contratados.

Financiamiento y planeamiento de la investigación

Los sistemas para evaluar el personal también pueden causar fragmentación de la investigación. La acumulación de puntos, de los cuales depende el financiamiento básico, se basa frecuentemente en el número de "publicaciones". La ponderación de los puntos en general favorece la autoría individual y la publicación formal en revistas de prestigio internacional. Sin embar-

go, existe la percepción de que hay importantes barreras de idioma y de otros tipos que perjudican las publicaciones elaboradas por los investigadores forestales del Neotrópico.

Comparada con otras regiones, una gran proporción de la investigación forestal neotropical se disemina mediante pequeños documentos, cuyos resúmenes son publicados sin la participación de un comité editor en memorias de conferencias. Se considera que la ausencia de una revisión crítica, ya sea interna o externa, es muy perjudicial para la calidad y productividad de la investigación. Es posible que debido al poco personal que tienen las instituciones de investigación, el rechazo cultural a la crítica objetiva se ve incrementado por el deseo natural de evitar discusiones. Los sistemas de evaluación de personal que se emplean en la región tienden a ser menos rigurosos que en otros lugares y a dar un alto crédito a publicaciones sin Comité Editor.

Publicaciones como artículos de revisión, autorías múltiples, investigación interdisciplinaria, artículos de difusión y periodísticos y publicaciones sobre transferencia de tecnología obtienen puntajes cada vez más bajos. Las publicaciones interinstitucionales, además de ser difíciles de publicar en revistas de prestigio, no son bien vistas por los administradores de la investigación, cuyo objetivo principal es conseguir fondos para su institución.

El panorama esbozado es cada vez más común y, desafortunadamente, es lo opuesto para alcanzar un ambiente óptimo en la investigación del más complejo de los ecosistemas terrestres: el bosque tropical. Muchos análisis enfatizan la conveniencia de establecer investigación interdisciplinaria para el uso más eficiente de las ventajas comparativas de una diversidad de organizaciones. Dentro de los sistemas nacionales e internacionales que financian la investigación, los ecólogos y los silvicultores no son muchos y tiene poca influencia. Puede que no nos gusten los sistemas actuales de administración y financiamiento de la investigación pero es poco probable que los podamos cambiar. Uno de los propósitos de este documento es sugerir métodos para emplear los sistemas actuales en beneficio propio.

Este trabajo no se relaciona directamente con los sistemas de planeamiento de la investigación a nivel internacional, nacional o institucional. Sin embargo, en general se emplean pasos y etapas similares para planear la investigación en un amplio rango de escalas organizativas, desde programas internacionales de investigación, pasando por sistemas e institutos nacionales, hasta proyectos individuales. La similitud en cuanto al enfoque es beneficiosa porque:

- facilita la concatenación y la relación cruzada entre proyectos complementarios
- simplifica la implementación de proyectos dentro de las estructuras administrativas
- ayuda a detectar, durante las primeras etapas, posible duplicación de esfuerzos
- justifica el uso de fondos públicos, mediante explicaciones transparentes y objetivas sobre la necesidad de la investigación para alcanzar metas sociales y de desarrollo
- el requisito de presentar un resumen de la situación actual facilita el diseño de sistemas de monitoreo para evaluar el progreso alcanzado en relación con los objetivos definidos, y la evaluación de la calidad científica de la investigación y de los impactos sociales y de desarrollo de los resultados
- los financiadores de la investigación pueden comparar y evaluar más fácilmente las propuestas preparadas bajo un marco común; las propuestas son sometidas a un escrutinio particular para determinar su costo de eficiencia potencial (bajo costo por unidad de rendimiento) y la efectividad de costo (alta calidad de investigación o alto impacto de los resultados por unidad de rendimiento).

En la actualidad, se espera que las propuestas para programas y proyectos de investigación, no importa su escala, se enfoquen en las preguntas siguientes:

¿Por qué? La demanda social y de desarrollo (incluyendo aspectos económicos y ambientales), así como las razones científicas para realizar la investigación; la ausencia de conocimiento que

debe corregirse (esto puede asociarse con un análisis de problemas de producción, para definir con mayor precisión los problemas o el problema que puede ser investigado); identificación de los beneficiarios inmediatos de la investigación y los beneficiarios últimos - ¿cómo se beneficiarían y en qué tanto?; ¿por qué debe darse a esta investigación una alta prioridad?

¿Qué? La naturaleza de la investigación propuesta (silvicultural), su relación con investigaciones previas, con el conocimiento base global y con investigaciones que se realizan en otros lugares sobre el mismo tema.

¿Cómo? Métodos (incluyendo diseño y análisis biométrico), bienes fijos necesarios (instalaciones de campo y/o laboratorio) y equipo y materiales; insumos disponibles localmente o a nivel nacional, e insumos que se deben importar; efectos anticipados entre años y entre estaciones, especialmente los relacionados con la producción de semillas y plántulas; determinación de puntos de partida, parámetros de progreso y otros aspectos de monitoreo, puntos críticos esperados; sistemas para interpretar y presentar los resultados de la investigación en formatos y medios apropiados para preidentificar clientes.

¿Con quién? A pesar de que la investigación tiende a favorecer las publicaciones individuales, es extremadamente raro que un avance en el conocimiento ocurra sin alguna cooperación y colaboración; por lo tanto, deben darse: a) mecanismos apropiados para asignar, negociar o adquirir las responsabilidades acordadas entre los colaboradores que ofrecen ventajas comparativas en investigación, y b) sistemas que promuevan el reconocimiento correspondiente por la cooperación.

¿Cuánto? El presupuesto debe incluir pago a colaboradores, manejo de información, comunicaciones y transferencia de tecnología; también puede ser necesario asignar fondos para pagar impuestos a insumos y servicios y una previsión por inflación.

¿Y ahora qué? Métodos para evaluar el impacto de los resultados en los beneficiarios inmediatos y finales.

No se pretende que estas seis preguntas sean inclusivas. La mayoría de las agencias de financiamiento tiene sus propios cuestionarios detallados, así como formularios proforma.

Es común que los jóvenes investigadores, al inicio de sus carreras, manifiesten una certeza absoluta sobre las necesidades de investigación y la forma de ejecutar los estudios; llenar formularios y solicitudes de permisos es, para ellos, una pérdida de tiempo. Sin embargo, solo quienes tengan fortunas personales y que quieran invertir su propio dinero, pueden darse el lujo de no justificar una solicitud para utilizar fondos públicos. La mayoría dependemos de los fondos públicos y tenemos que competir por los escasos recursos disponibles. Obviamente, es provechoso saber las reglas de la competencia y practicar un enfoque competitivo.

Análisis del interesado¹

Las organizaciones que financian investigaciones reciben más solicitudes de las que pueden financiar. La mayoría de estas organizaciones poseen sistemas bien definidos y divulgados para seleccionar temas por concentración de esfuerzo o para seleccionar propuestas dentro de áreas específicas. Para las organizaciones que financian investigaciones cuyo propósito es resolver problemas, un factor principal en la evaluación de una propuesta es la evidencia documentada de la demanda de esa investigación en el campo:

- ¿Quién identificó el problema, cómo/cuándo/dónde?
- ¿Qué tan importante es el problema (escala geográfica, frecuencia de ocurrencia, duración, intensidad; número y clase de interesados afectados)?
- ¿Cuál sería el costo de no realizar la investigación y cuál el beneficio de una investigación exitosa sobre este problema?

- Si la solicitud de financiamiento se envía a un donante externo, es conveniente definir la importancia del problema para el gobierno central, en oposición a la de los afectados directamente.

Una de las razones principales para que las investigaciones ecológicas y silviculturales no hayan sido consideradas como parte del manejo forestal es el no saber identificar a los clientes de la investigación ni entender sus necesidades de la forma como ellos las perciben. A principios de los años 70, la FAO convocó a representantes de grandes compañías de productos forestales a una reunión sobre el inventario forestal. Los personeros de la FAO se sorprendieron al descubrir que las compañías no estaban muy interesadas en aspectos como muestreos de frecuencias, o niveles de precisión, o clases diamétricas. Lo que les interesaba era tener la seguridad de recibir concesiones para extraer madera y el derecho a repatriar sus ganancias. Aún una agencia tan experimentada como la FAO, no se había percatado de las diferencias en cuanto a prioridades, entre las principales clases de usuarios de sus resultados de investigación.

En la investigación silvicultural, se puede decir que el receptor inmediato es el administrador forestal, contratado por una agencia del gobierno, una organización comunal, o por una compañía del sector privado. Estos administradores pueden realizar las tareas silviculturales ellos mismos, suscribir contratos para las operaciones a gran escala, u otorgar licencias de extracción a concesionarios. Los concesionarios, a su vez, pueden hacer contrataciones y subcontrataciones. Los contratistas pueden emplear trabajadores de las comunidades aledañas, grupos de usuarios del bosque y agricultores. Cada uno de estos clientes potenciales puede tener una percepción diferente del problema. Aún cuando el personal encargado de la investigación pueda ofrecer la mejor apreciación técnica del problema, tal vez esa solución técnica no tenga relación con el problema de la manera como este ha sido percibido por los que gene-

¹ Para los propósitos de este documento, un interesado (stakeholder en inglés) es cualquier persona que muestre un interés legítimo en un problema silvicultural y en su solución. La terminología del Grupo Consultivo Internacional para la Investigación Agrícola (CGIAR), hace una diferencia entre los receptores inmediatos (aquellos que harán uso directo de los resultados de la investigación) y los beneficiarios últimos (aquellos cuyo modo de vida puede verse afectado directa o indirectamente por la aplicación de los resultados de la investigación).

ralmente realizan las actividades silviculturales. De aquí la importancia de identificar las necesidades y las opiniones de cada grupo de clientes, antes de iniciar la investigación. Esta identificación y documentación quizás no afecte la naturaleza de la investigación, pero ciertamente influirá en la forma en que los resultados sean dados a conocer.

La relación del personal científico con los receptores inmediatos de los resultados de dicha investigación debe incluir un arreglo con los clientes, sobre los medios más apropiados para comunicarles el progreso de la investigación. Este entendimiento debe involucrar los formatos e instrumentos más apropiados para transferir la tecnología y la información adquirida. Este tema se discutirá en la segunda parte de este documento.

Elementos para seleccionar temas de investigación silvicultural

Existe una gran variedad de ambientes culturales, económicos, legales y sociales que conforman el contexto humano para el manejo de los bosques. Esta variedad, junto con la diversidad biofísica natural de los bosques y los efectos a largo plazo de factores antropogénicos sobre su composición y estructura, implican la necesidad de establecer un programa racional de investigación silvicultural, considerando los problemas encontrados en cada situación local y específica. Obviamente, es imposible estudiar cada una de las situaciones en forma individual, por lo que el contexto de la investigación se centra generalmente en los problemas principales, la mayoría de los cuales han sido identificados en repetidas oportunidades y en innumerables reuniones nacionales e internacionales.

La reconciliación de las demandas locales para realizar investigaciones específicas con las necesidades nacionales, se podría lograr mediante un análisis comparativo de los costos y beneficios. Sin embargo, puede ser difícil estimar los costos y los beneficios dentro de un contexto forestal; de ahí la necesidad de un enfoque indirecto, ejemplificado por el método de consulta Delphi, descrito más adelante.

La evolución de las demandas humanas por

bienes y servicios forestales garantiza que nunca faltarán problemas silviculturales, en la medida en que el administrador forestal lucha por ajustar el sistema de manejo para adecuarlo a la demanda actual y preservar el potencial forestal para las futuras generaciones. Esta es la premisa de desarrollo sostenible establecida en 1987 por la WCED (Comisión Brundtland) y una filosofía forestal frecuente desde inicios del siglo XVII en Europa Central. El administrador forestal puede seleccionar los tratamientos silviculturales para mejorar el potencial y el valor de los productos residuales del bosque. Por el contrario, el empresario que no tiene un interés a largo plazo en los bosques buscará, obviamente, incrementar el valor de los productos. Por lo tanto, existe invariablemente una relación tensa entre quien explota en bosque, que desea extraer en forma inmediata la mayor cantidad de especies con arboles más grandes, mejor formados y más valiosos a un costo mínimo, y el administrador, quien trata de obtener el mayor valor postcosecha del área bajo aprovechamiento.

Por lo general, el empresario tiene una percepción clara y algunas veces bien fundamentada, de los valores actuales en el mercado de los diferentes productos forestales. Por el contrario, el administrador debe hacer pronósticos sobre cambios en las demandas futuras por bienes y servicios forestales, y estimar los costos de producción con base en el potencial productivo del bosque. El administrador forestal necesariamente se enfrenta con un mayor número de interrogantes que complican grandemente la selección del sistema(s) silvicultural(es) y de la investigación asociada.

Por ejemplo, si la rotación para lograr un incremento máximo en el volumen de las especies maderables aptas para fabricar muebles en el bosque tropical húmedo es de 80 años o más, la sociedad estará subsidiando hasta el costo de un manejo pasivo, como lo es el simple mantenimiento de la regeneración natural. Esto ocurre porque el ingreso financiero asociado a la tasa de crecimiento natural del bosque es mucho menos que el ingreso financiero que se percibe al invertir los fondos destinados al manejo forestal en negocios netamente comerciales, como los depósitos bancarios. Tal vez el valor de esta diferencia (el costo de oportunidad) se po-

dría justificar mediante el valor (equivalente) de los bienes y servicios forestales concurrentes: la biodiversidad, los productos forestales no maderables, los suministros perennes de agua limpia para uso doméstico e industrial, la captura de carbono. De ahí que, el administrador forestal debe estimar los valores futuros de los beneficios comerciables y no comerciables.

Si la sociedad no está dispuesta a suministrar un subsidio para la producción futura de árboles de crecimiento lento, y si el valor general de los beneficios combinados no justifica los costos de manejo que favorecen específicamente a las especies de crecimiento lento, entonces parece que no existe justificación alguna para realizar investigaciones silviculturales sobre esas especies. En muchos países, la continuidad de la investigación sobre especies de crecimiento lento, parece ser entonces, contraria al mejor uso que se le debe dar a los fondos públicos.

Bajo un punto de vista diferente, considere la sustitución del bosque dominado por especies de crecimiento lento, por plantaciones densas de especies de rápido crecimiento, para obtener pulpa. Si existe el capital y la seguridad de un mercado sustancioso para la pulpa, entonces sería racional, en términos del beneficio social, hacer el cambio en el uso de la tierra; y la investigación silvicultural deberá concentrar sus esfuerzos en tales plantaciones. La principal condición para esta alteración es que los demás beneficios derivados de la conservación del bosque natural no sobrepasen a los beneficios de tal cambio.

Otro par de ejemplos se relacionan con la silvicultura de la regeneración natural. Luego de la cosecha, ¿debe el silvicultor tratar de restaurar la composición florística del bosque a su estado anterior (como generalmente lo expresan las organizaciones ambientales que enfatizan la calidad de la "autenticidad" (Dudley *et al.* 1993); o debe tratar de mejorar la proporción de especies forestales que prefiere el mercado? Si el bosque se ha degradado por eventos naturales o por intervenciones humanas previas, ¿será la composición de la regeneración actual, la típica a largo plazo para ese sitio? Si algunas de las especies se encuentran cerca de los límites de sus distribuciones geográficas naturales, ¿de-

safían los esfuerzos por conservar estas especies la tendencia natural hacia su extinción (por ejemplo, debido a cambios en el clima)? ¿Cuál opción sería apropiada si la regeneración está adaptada al lugar, pero las poblaciones de agentes polinizadores o dispersores de semillas están declinando debido a la caza o a la pérdida de un hábitat en la estación húmeda, por causa de la agricultura?

Es evidente que aún en estos casos simples existen muchas incertidumbres provocadas por:

- la naturaleza multivariable de cada problema en relación con el tiempo y el espacio
- la dificultad para medir el crecimiento y predecir los rendimientos de la vegetación
- la dificultad para calcular los costos y los beneficios futuros (observe que los cálculos para los valores de opción están condicionados en gran medida por el ingreso personal del evaluador).

Sin embargo, en casi todas las situaciones, este conocimiento es suficiente para crear escenarios o series de opciones, cada una con interrogantes diferentes. Estas opciones variarán con el tiempo, en la medida en que los recursos básicos, los deseos y las necesidades humanas cambian, y en la medida en que el conocimiento sobre las opciones aumente. Por lo tanto, el planeamiento y el establecimiento de prioridades de investigación no deben considerarse como eventos inusuales, pues la investigación a largo plazo puede volverse irrelevante si no se evalúa regularmente.

En términos de la toma de decisiones industriales, las opciones se asocian con los costos y con los beneficios de descuento, luego se clasifican utilizando la tasa interna de retorno para una serie de tipos de descuento de donde se escoge la opción que ofrezca el rendimiento más alto. Este procedimiento fue muy utilizado por los bancos de desarrollo multilateral en las décadas de los 60 y 70. No es extraño que las opciones que mostraron la menor cantidad de interrogantes aparentes, también tendieran a recibir la más alta clasificación y que por lo general, estas fueran las plantaciones monoespecíficas a

escala industrial para pulpa y papel. Durante los últimos veinte años, desde mediados de la década de los 70, ha habido un despertar en cuanto a los múltiples beneficios del bosque natural, el cual se ha orientado hacia la clase de conocimiento holístico al cual hizo mención la política del Servicio Forestal Indígena en 1890, hace ya un siglo (Servicio Forestal Indígena 1894). Más aún, ahora se reconoce que los riesgos ocasionados por la distribución desigual de los beneficios fueron subestimados; especialmente los incendios premeditados, provocados por las comunidades enojadas y trabajadores descontentos.

Aunque un enfoque holístico del bosque es intuitivamente satisfactorio para la mayoría de los silvicultores, de hecho complica la selección del manejo, de los regímenes silviculturales más adecuados y de la investigación correspondiente. Se deben considerar más opciones que la simple producción de madera, aún cuando estas se asocian generalmente con grandes interrogantes como los costos relativos y absolutos y los beneficios.

En la actualidad, los decisores de las políticas de desarrollo visualizan análisis de criterios múltiples que los ayudan a decidir entre un rango de posibilidades riesgosas (Munasinghe 1993, Munasinghe y McNeely 1995, Munda 1994). Al igual que un análisis beneficio-costos formal, esta técnica requiere cálculos más confiables de los costos y beneficios que los que generalmente están disponibles en el contexto del manejo forestal. Sin embargo, el análisis de criterios múltiples puede servir como una herramienta adicional para otros sistemas de toma de decisiones.

Cuanto más limitado sea el marco de referencia y más profundo el conocimiento base, mayores serán las posibilidades de emplear herramientas de planeamiento industrial y guías cuantitativas. Por ejemplo, es relativamente fácil escoger entre las opciones de investigación de técnicas de propagación vegetativa, para las especies más utilizadas. El rango de técnicas es comparable y bastante limitado y la experiencia acumulada en varias de las técnicas puede medirse por los cientos de informes de investigación disponibles.

Casi nunca se presenta el caso, ni aún en los

bosques lluviosos tropicales, de que la investigación se inicie sin algún tipo de conocimiento previo o relacionado con el tema. Evidentemente tal conocimiento debe ser accesible (legal y técnicamente), estar bien organizado y poder recuperarse selectivamente. El idioma ha sido una barrera importante, la cual ha obstaculizado el trabajo en un país, en tanto que en países vecinos este ha sido reconocido y utilizado. La silvicultura del bosque natural que se practica en África Occidental de habla inglesa, fue muy poco conocida en la África Occidental y Central de habla francesa, estando ambas regiones ubicadas en la misma zona ecológica. Por otro lado, el trabajo realizado por los franceses en las plantaciones fue valorado muy poco en los países de habla inglesa. El conocimiento sobre la regeneración de *Swietenia macrophylla* en Belice (de habla inglesa), durante las décadas de 1930 y 1940, fue olvidado o desconocido en el estado vecino de Yucatán, México, hasta la década de 1980 (Snook 1993).

Afortunadamente, en la medida en que el volumen del conocimiento base aumenta, lo hacen también las herramientas mejoradas para seleccionar la información relevante. Los Resúmenes Silviculturales fueron publicados por primera vez en 1939 y ahora están disponibles en forma escrita, en disquetes y en CD-ROM. Las publicaciones *Forestry Abstracts*, *Forest Products Abstracts* y *Agroforestry Abstracts* se encuentran disponibles en el TREE-CD de la CAB Internacional, por lo que se pueden efectuar búsquedas selectivas fáciles y rápidas. Cada día es más fácil localizar, a través de Internet, documentos no impresos, reimpresiones y algunas revistas y hojas divulgativas (texto completo), incluyendo las de la mayoría de las unidades de investigación de la IUFRO. La tecnología de las computadoras y de la comunicación hacen posible efectuar búsquedas rápidas, empleando la lógica booleana (conectores entre palabras o frases, como y/o/no), en hipertexto o modos similares. Es posible localizar y recuperar títulos de publicaciones, así como palabras o frases de títulos. Las bibliografías computarizadas también facilitan la selección de libros y documentos publicados en revistas pero que aún no se encuentran disponibles en formato electrónico. Haugen, Durst y Freed (1993) compilaron un diccionario de revistas y boletines relacionados con la silvicultura tropical.

Además de conocer los últimos aportes al cono-

cimiento base, mediante publicaciones formales, los planificadores de la investigación deben conocer los estudios en progreso que se realizan en su área de acción. Muchas instituciones de investigación y agencias donantes han colocado sus programas y listas de proyectos en Internet. Los programas y proyectos relacionados específicamente con la silvicultura tropical pueden localizarse a través del directorio del Grupo de Asesores Forestales TFAP (Christian Mersmann, GTZ) y las direcciones de las instituciones de investigación se encuentran en la lista publicada por Schlegel (1996). La base de datos AGREP, de la Comunidad Europea mantiene, aunque no siempre en la práctica, un inventario de las investigaciones agrícolas y forestales financiadas por los gobiernos de los 15 países miembros, incluyendo investigaciones para y en colaboración con los países en vías de desarrollo. En casi todos los casos, hay copias disponibles de los proyectos de investigación en la base de datos, para aquellos que no tienen acceso a las versiones electrónicas.

Elementos para el planeamiento de la investigación

Basado en su experiencia como Jefe de Estadística de la División de Investigaciones de la Comisión Forestal de Gran Bretaña y como Director de la Estación de Investigación Merlewood, la cual se relaciona principalmente con la ecología de los bosques, Jeffers (1970) expresó que hoy "Es muy tarde para llevar a cabo investigaciones detalladas sobre los problemas de hoy. Los problemas actuales deben resolverse utilizando la mejor información disponible - al administrador forestal no le ayuda en nada que le digan que vuelva en cinco años cuando se haya efectuado alguna investigación sobre su problema". Por lo tanto, la investigación en el sentido formal, debe identificar y trabajar sobre problemas futuros, debido al largo tiempo que tardan las investigaciones silviculturales de los bosques naturales. La primera tarea para el planificador de la investigación es crear escenarios con un horizonte de diez años, empleando la tecnología participativa de pronóstico, para determinar los posibles problemas que los administradores foresta-

les tendrán que enfrentar en ese momento.

¿Un problema de investigación?

La primera conversación con un cliente de la investigación debe determinar si el problema (futuro) se puede investigar. ¿Requiere este problema de investigación o puede ser resuelto adecuadamente mediante el uso del conocimiento existente? ¿Requiere el problema investigación técnica o es de naturaleza esencialmente política, y por lo tanto demanda una acción política? Por ejemplo, en Burma (ahora Myanmar), durante las décadas de 1920 y 1930, la principal preocupación para el Departamento Forestal eran los efectos del fuego sobre la regeneración de los bosques monzones, dominados por la especie comercial *Tectona grandis*. Los incendios eran provocados, en su mayor parte, en forma deliberada por la gente de la comunidad en protesta por crear una reserva forestal no participativa y como expresión del descontento social contra el gobierno colonial británico (Bryant 1992). La investigación sobre la frecuencia y el tiempo de las quemadas, aunque interesante, no contribuyó a la solución de los problemas reales que requerían una acción política.

Soluciones encontradas en la literatura y opiniones de expertos

El personal científico puede colaborar con el administrador forestal, suministrándole información que podría ayudarlo a resolver los problemas inmediatos del manejo forestal y silvicultural. El personal científico también puede recuperar detalles sobre el conocimiento base global, interpretarlo y sintetizar una respuesta para el administrador forestal, sin tener que involucrarse directamente en una nueva investigación. No todas las organizaciones de investigación incluyen en su mandato formal la distribución de información, aún cuando tal desempeño podría resultar más eficaz que trabajar únicamente en la generación de conocimiento nuevo.

En los países industrializados, el costo promedio de una investigación de campo es de US\$50 000 (la investigación a nivel de laboratorio e Invernadero puede resultar más barata debido a que el tiempo de duración es menor). Este mon-

to cubre un investigador a tiempo completo con grado de asistente ("junior"), más el costo real y el "overhead" institucional. Por otro lado, una semana de búsquedas en la biblioteca y de contactos telefónicos, que resultara en unos US\$1000 podría rendir una posible solución al problema silvicultural. Es inusual que los administradores forestales esperen obtener una solución exacta a sus problemas, por lo que una extrapolación bien cuidadosa del estudio, a partir de las fuentes bibliográficas puede ser suficiente. El análisis del interesado y el contacto directo con los clientes debe revelar al personal científico el grado de exactitud de las soluciones esperadas.

Una alta proporción de la información no ha sido publicada. Debido a una variedad de razones bien conocidas, la proporción del conocimiento no publicado en los países en vías de desarrollo tiende a ser mucho mayor que en los países industrializados. El acceso a esta información puede ser más difícil y costoso que en los países industrializados, debido al costo que representa una consultoría más o menos formal. Sin embargo, el precio por tener acceso a esta ventaja comparativa de conocimiento puede ser mucho menor que el de repetir las investigaciones.

Una fuente importante de información no publicada para los silvicultores es el conocimiento que se encuentra en las comunidades mestizas (colonos) y nativas. La realización de nuevos estudios sobre fenología podrían resultar redundantes si el conocimiento local sobre la producción de hojas, la floración y los períodos de producción de frutos se pudiera recopilar formalmente. El análisis del contenido esencial de las trampas de los cazadores, puede suministrar información beneficiosa sobre los agentes polinizadores y dispersores, en tanto que ellos mismos pueden tener mucha información sobre los cambios estacionales y entre años en el bosque. Por lo general, los silvicultores no han sido entrenados para obtener información confiable de estas fuentes, por lo que los servicios de un profesional etnólogo o etnobotánico podrían ser útiles para decidir si se debe proceder o no a realizar una nueva investigación. Mientras que los investigadores forestales usualmente se interesan en la información cuantitativa, las comunidades locales y los cazadores puede que no

piensen de la misma manera y que no quieran suministrar información numérica específica. Es importante que las comunidades locales comprendan el propósito de las preguntas y apoyen el trabajo del investigador, si lo que se busca es obtener información confiable. Las tendencias de la información a largo plazo puede ser difíciles de separar de las historias locales cuyo propósito es moral y no tanto real u objetivo.

Aún cuando el conocimiento sobre un tema en particular esté publicado, la información puede ser contradictoria y no exactamente relevante para el problema. Sería útil recopilar las opiniones de expertos, mediante llamadas telefónicas, fax, Internet o a través de entrevistas personales, que pudieran especificar hasta qué grado la información publicada puede aplicarse a una situación particular. La opinión de un experto también puede arrojar luz sobre aspectos que no se observan claramente en los documentos publicados.

Ventajas comparativas

La disponibilidad de destrezas relevantes, experiencias e infraestructura en una organización, son factores claves cuando los donantes en los países industrializados evalúan las solicitudes de donaciones. Por lo general, los recursos financieros generalmente están muy restringidos para permitir que la investigación la efectúe una institución débil y no una organización fuerte. Aún cuando la fortaleza intelectual de una solicitud individual puede ser importante para la investigación de una sola disciplina, si estamos de acuerdo en que los problemas principales requieren esfuerzos multidisciplinarios para su solución, entonces la fortaleza institucional también es importante. Algunos factores significativos para la investigación silvicultural son la proximidad geográfica al sitio del problema y el acceso a material biológico relevante.

Las nociones de ventaja comparativa fueron muy importantes para el establecimiento de entidades regionales, tales como el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en la década de 1940 y de la Organización de Investigación Forestal y Agrícola en África del Este (EAAFRO) en la década de 1950. El alto costo que representa para el país anfitrión

apoyar la infraestructura física de una organización de investigación regional, ha implicado tratar de realizar el trabajo regional con la ayuda de los Centros Internacionales (CGIAR), o a través de actividades cooperativas *ad hoc* e informales entre estaciones de investigación. Ejemplos de estas actividades en la década de los 80 son la "Conférence des responsables de recherche agronomique africains (CORAF), el Programa de Apoyo a la Investigación Silvicultural para Asia y el Pacífico (FORSPA) y el Programa de Coordinación Técnica Silvicultural de la Comunidad de Desarrollo de África del Sur (SADC). La experiencia ha demostrado que estas agrupaciones pueden funcionar bien si la entidad coordinadora cuenta con fondos y personal suficientes, y si se le otorga a cada institución miembro un papel de liderazgo en algún aspecto de la investigación. También es importante que exista un fuerte interés compartido en la investigación.

Hace más de un siglo, con motivo de la fundación de la IUFRO en Europa Central, se adoptó un enfoque de bajo costo para la investigación silvicultural. La membresía en la IUFRO es voluntaria y depende en su totalidad de las contribuciones de científicos individuales y del apoyo de sus organizaciones, las cuales permiten a la IUFRO utilizar el tiempo de su personal regional o internacional y de otros recursos institucionales. Durante la fase de establecimiento de CIFOR, enumeramos más de 80 redes de investigación tropical relacionadas con la IUFRO o de su misma línea, de las cuales 32 realizan estudios sobre mejoramiento genético de los árboles tropicales.

La lección en cuanto a que no es necesario que todas las instituciones de investigación silvicultural desarrollen la capacidad de resolver todos los aspectos de la investigación, se enfatiza en este documento porque este es un problema común en América Latina. Es probable que las agencias donantes tiendan a exagerar el problema, cuando un país X es políticamente prioritario. Tal vez los donantes no sean lo suficientemente cuidadosos para revisar si existen otras capacidades a nivel regional o nacional que puedan fortalecerse y no construir una nueva organización, probablemente insostenible.

Luego de determinar la existencia de un proble-

ma que puede ser investigado, el cual no se puede resolver con el conocimiento base actual, y de comprobar que la institución anfitriona tiene la ventaja comparativa para resolverlo, se procede a enumerar los factores de planeamiento más convencionales que pueden influenciar el establecimiento de prioridades. No todos los factores se aplican a todos los problemas.

Incremento potencial en el valor neto de la producción

El incremento potencial en los valores netos puede lograrse si se:

- mejora la productividad de los factores de producción (por ejemplo: trabajo más eficiente en el vivero, en términos de costos; mayor utilización de especies maderables de baja aceptación comercial, pero sin que se reduzcan las funciones ecológicas del bosque; incremento durante todo el año de las fuentes de alimento para los agentes polinizadores y dispersores de semillas importantes).
- Incrementa el área de producción (por ejemplo: incremento de la cobertura forestal en las fincas ubicadas fuera de los límites del bosque; creación de parcelas para la producción de madera para agricultores/grupos de usuarios/comunidad; protección de las tierras áridas contra el pastoreo excesivo y los incendios para incrementar la regeneración natural).
- reducen las pérdidas postcosecha y durante la cosecha (por ejemplo: aplicación de técnicas de bajo impacto para extraer la madera; protección a los extremos de las trozas para reducir el peligro de reventaduras después de la corta; procesamiento más rápido después de la cosecha; tratamiento de preservación contra daños por insectos u hongos).
- mejora la calidad del producto (por ejemplo: cambios en el espaciamiento entre árboles para mejorar la apariencia del árbol; poda; control riguroso desde la plantación para inducir un rápido crecimiento en altura; control

de barrenadores; medidas postcosecha, como corta de tucas de tamaño aserrable, clasificación de las tucas y la madera e incremento del procesamiento secundario y terciario, y consiguiente exploración de nuevos mercados.).

Un factor muy importante, que se puede incluir en este punto o considerarlo por separado, es el tamaño de la población que se beneficiará con la aplicación de los resultados de la investigación. Desde el punto de vista social, puede ser importante dividir la población en urbana y rural y considerar los efectos específicos para las mujeres y para los ancianos (quienes se pueden beneficiar particularmente de actividades lucrativas que requieren poca tecnología y se realizan cerca del hogar, tales como la recolección y tratamiento de semillas o la producción en viveros).

Probabilidad de éxito

La mayoría de la investigación silvicultural produce beneficios en forma creciente, expandiendo gradualmente el conocimiento base a las nuevas especies y tipos de bosques. En forma paralela, existe la tendencia de desarrollar nuevas teorías y técnicas. Tales investigaciones están relativamente libres de riesgo, pero también puede ser difíciles de justificar, pues es posible que el mejoramiento gradual no compense el costo de la investigación. Ocasionalmente, se abren nuevas oportunidades, que surgen de la adopción, por parte de la silvicultura, de técnicas desarrolladas en otros sectores. Por ejemplo, el desarrollo de herbicidas hormonales para la agricultura llevó a los arboricidas, los cuales han incrementado en gran medida la eficiencia para eliminar árboles indeseables. El litro de hormonas no era barato, pero resultaba mucho más seguro y la técnica de eliminar los árboles en forma gradual era silviculturalmente beneficiosa. La combinación de la explotación forestal de impacto reducido y del empleo de arboricidas hormonales en las década de los 50, suministró a los silvicultores un control sin precedentes sobre la estructura y composición postcosecha del bosque.

Los desarrollos tecnológicos para el montañismo y para la construcción de puentes permitieron,

en la década de los 80, mejorar de manera significativa el estudio del dosel de los bosques, del cual se conocía muy poco hasta ese momento. El desarrollo de sistemas de puentes con cables pequeños permitió la construcción de plataformas y senderos a nivel del dosel, relativamente seguros y baratos. La tecnología del montañismo (cuerdas trenzadas que no se pudren, fuertes y flexibles en fibras aramid y cuerdas sujetadoras para ascender), permitieron a los científicos alcanzar cualquier parte de la estructura tridimensional del bosque en forma segura y hasta confortable.

Durante los últimos quince años, avances tales como cámaras fotográficas mejoradas, equipo de visión nocturna y neblineros para el dosel empleando trípodes desmontables, han expandido grandemente nuestro conocimiento biológico del dosel y de sus interacciones. Ninguna de estas técnicas ha sido desarrollada para la investigación forestal pero sus adaptaciones, basadas en tecnología probada, han incrementado las probabilidades de éxito.

El grado de complejidad de la investigación afecta obviamente las probabilidades generales de éxito. Por lo general, las agencias donantes prefieren que la investigación compleja se desarrolle en fases y componentes de manera que si una parte falla, no ocasione el fracaso de todo el proyecto. Las investigaciones a largo plazo, como el desarrollo de cálculos sobre el crecimiento y modelos para la predicción del rendimiento de parcelas de muestreo y tratamiento, son por lo general intrínsecamente simples en las técnicas empleadas. Sin embargo, existen riesgos significativos, los cuales inevitablemente se acumulan con el tiempo, tales como daños causados por el fuego y las tormentas, animales grandes, corta por parte de los agricultores y constructores de caminos, así como la negligencia y el descuido de los mismos silvicultores. La investigación a largo plazo, que incluye la repetición de mediciones en las parcelas de muestreo, es absolutamente necesaria, porque en la actualidad la edad de los árboles no puede ser determinada con precisión mediante los anillos de crecimiento en muchos bosques tropicales.

Se debe prestar especial atención al manteni-

miento del control de calidad mediante la capacitación constante del personal. El gran volumen de datos obtenidos en investigaciones a largo plazo casi nunca se publica, pero los resultados del uso de esos datos para obtener cálculos progresivos mejorados sobre las tasas de crecimiento y las predicciones del rendimiento deben ser publicados formalmente. El interés de los clientes debe mantenerse mediante el análisis frecuente y la disseminación de los resultados prácticos obtenidos.

Tasas de adopción de las tecnologías

El personal científico que obtiene éxito en su trabajo se sorprende de que sus resultados no sean adaptados rápidamente por los clientes. Asumiendo que las técnicas de disseminación son adecuadas, la causa de las bajas adopciones se encuentra generalmente fuera de la influencia directa del personal científico silvicultural. La investigación sobre la extracción maderera de bajo impacto en Sarawak en la década de los 70 mostró que era posible obtener un incremento de un tercio en la producción neta de madera intacta (sin reventaduras), y a la vez, una disminución de un tercio en los costos netos y en el daño al ambiente. La mayoría de las compañías madereras ignoraron esta oportunidad de mejorar la producción porque ninguna de ellas estaba preparada para cubrir los costos iniciales de capacitación de personal. Esta renuencia se basó en una experiencia en la década de los 60, cuando la maquinaria de moldeo logró grandes disminuciones en las pérdidas por aserrío y considerables incrementos en la producción terciaria para la exportación. Las compañías que invirtieron primero en la capacitación de su personal profesional, lo perdieron como consecuencia del pirateo por parte de las compañías rivales. No fue sino hasta que el gobierno fue persuadido de cubrir algunos de los costos de capacitación que las principales compañías estuvieron dispuestas a adoptar la extracción de bajo impacto.

Tres obreros forestales y operadores de tractor forestal, capacitados por el proyecto de extracción de madera de bajo impacto en Sabah, financiado por la empresa "New England Power" fueron "pirateados" rápidamente por las compañías madereras cercanas. El valor evidente de

las técnicas mejoradas llevó a un incremento en la demanda de capacitadores locales, pues no era rentable mantener a la cuadrilla australiana original. En este caso, el éxito técnico de la investigación y de las demostraciones, y la absorción de los costos iniciales de la capacitación por parte de la agencia donante, fueron suficientes para estimular la adopción de las prácticas mejoradas (Putz 1996, comunicación personal).

No es de sorprenderse que en casi todos los campos, es más probable que la tecnología simple y barata o gratuita, que no altera seriamente los sistemas de producción existentes, sea de más fácil adopción que la tecnología compleja, cara y que implica cambios significativos al sistema. La tecnología que se puede introducir en etapas es de más fácil adopción que los sistemas que requieren un cambio total.

Las agencias donantes solicitan con mayor frecuencia que las propuestas incluyan indicaciones sobre los métodos para promover la adopción de los nuevos resultados. El personal científico, que protesta por esta disposición, aduciendo que el trabajo de extensión está fuera de su competencia o que no lo realiza, encontrará más difícil obtener fondos en el futuro.

Impacto de la tecnología sobre el ambiente

Las tecnologías que reducen los impactos adversos sobre el ambiente, son las que obviamente conducirán a un manejo forestal sostenible. De ahí la aprobación de los métodos y equipo para la extracción maderera de bajo impacto, por parte de los consumidores y organizaciones no gubernamentales de conservación. Debe entenderse que, en este contexto, la tecnología incluye políticas y legislación asociada. Por ejemplo, la introducción y/o aplicación de estaciones definidas para la caza y la pesca deben permitir que las poblaciones viables de agentes polinizadores y dispersores de semillas importantes se recuperen, aún en las áreas que están siendo cosechadas en la actualidad. Los herbicidas, pesticidas y fertilizantes que se emplean para las aplicaciones aéreas deben ser granulados y de baja toxicidad para los vertebrados y

no deben aplicarse durante las estaciones de apareo de los animales ecológica y silviculturalmente importantes. Existe un fuerte movimiento en Europa continental hacia la prohibición del uso de químicos sintéticos en el bosque, debido especialmente a la fuerte publicidad que se ha efectuado sobre el daño que producen a la agricultura y en parte porque se conocen muy bien los efectos que ocasionan a largo plazo a los complejos ecosistemas de los bosques.

Este factor del planeamiento debe ampliarse para que involucre el impacto de los resultados de la investigación aplicada al ambiente social. En general, la nueva tecnología para la silvicultura tropical debe favorecer la generación de empleos e ingresos así como de industrias de procesamiento en las áreas rurales. En forma contraria, las tecnologías que reducen el establecimiento de empleos en las áreas rurales no deben recibir una alta calificación, a no ser que sean compensados con otras ganancias de bienestar social, mediante el incremento de la productividad y de los empleos en otras áreas. Aún el trabajo forestal de alto riesgo y de fuerte trabajo físico puede tener beneficios sociales, al conferir una posición social y de prestigio a los trabajadores y ayudar a mantener las comunidades rurales.

Costo de la investigación

Es de esperarse que una retribución pronta y significativa, proporcional al costo de la investigación, sea bienvenida por el cliente y la agencia donante. El esfuerzo concentrado en un problema que involucra grupos multidisciplinarios puede ser mucho más efectivo y eficiente, en términos económicos, que un solo esfuerzo prolongado.

Aparte de la investigación en semillas y producción en viveros, los costos de la investigación silvicultural pueden ser muy difíciles de estimar debido a la posible influencia del clima (calor o lluvia excesivos) y por la acumulación de efectos no controlados en investigaciones a largo plazo. Los costos de transporte y viáticos pueden resultar componentes sustanciales de los costos generales pero, más importante aún, deben ser enviados oportunamente y durante el período del año que corresponde. Los oficiales administrati-

vos generalmente tienen gran dificultad en comprender que la investigación agrícola y forestal y la producción tienen que ser calculados con exactitud para coincidir con los ciclos estacionales naturales y que un retraso de semanas en los envíos de dinero puede ser desastroso.

La investigación que se prorroga cada año debido, a este tipo de dificultades administrativas, no es muy aceptada por las agencias de financiamiento ni por los clientes, pues los resultados esperados surgen con lentitud. Una solución para esta situación es compartir los costos, dejando al sector privado o mixto asumir los costos que son especialmente difíciles de enfrentar por el gobierno. Si el personal científico concedió más crédito a los administradores para realizar la parte que a ellos les corresponde para que sea posible lograr una investigación de buena calidad, se puede esperar mayor cooperación.

Como se anotó anteriormente, el costo de la inacción también debe considerarse. El incumplimiento en la preparación de los análisis regulares sobre los datos obtenidos a largo plazo y en comunicar los resultados a los clientes puede ser desastroso para el financiamiento de investigaciones a largo plazo. Aún así, sin la información sobre las tendencias y desviaciones del crecimiento y rendimiento, ¿cómo puede el silvicultor o el administrador forestal trabajar eficientemente? La tendencia, no sólo en América Latina, de posponer por años el análisis de los datos de parcelas a largo plazo, es muy perjudicial para la silvicultura como profesión.

Los esfuerzos por reducir los costos de las investigaciones mediante la ejecución de experimentos sin réplicas es probable que no resulten. Una técnica mejorada es más valiosa si se puede comparar con un tratamiento control o con la técnica en uso. Los efectos producto del azar deben minimizarse mediante las réplicas. El costo de elaboración de un diseño experimental formal, aleatorio y con réplicas es menor, comparado con el costo de error propagado mediante la interpretación equivocada, inducida por la poca experimentación. Este autor no conoce ninguna agencia donante que haya rechazado alguna investigación debido a que el costo de un experimento con réplicas fuera mayor que el de un ensayo sin réplicas.

Otros factores del planeamiento

Se debe considerar una gran variedad de factores para el planeamiento debido a las políticas o regulaciones gubernamentales de las agencias donantes. La lista recopilada por CIFOR en 1992 incluyó:

- Promover una participación mayor y más efectiva de las comunidades rurales para mejorar la conservación y el manejo de los recursos forestales y de los bosques.
- Enfocar la conservación efectiva del germoplasma de especies forestales/plantas/animales en peligro de extinción.
- Promover el mejoramiento forestal y los programas de mejoramiento que incrementan la productividad de los árboles de uso múltiple seleccionados.
- Mitigar la presión sobre los ecosistemas forestales frágiles o marginales.
- Restaurar tierras degradadas.
- Mejorar el conocimiento científico sobre el funcionamiento biológico a largo plazo de los ecosistemas de los bosques naturales.
- Responder a las necesidades expresadas en los Planes Nacionales de Acción Forestal (TFAP) y en los Planes Maestros Forestales.

Estos factores adicionales no son fáciles de expresar en términos comparativos y cualitativos; sin embargo, esto no implica que deban eliminarse al elaborar los planes de investigación.

Establecimiento de prioridades mediante las consultas Delphi

Si se ha seguido el proceso explicado previamente, el planificador de la investigación ya debe contar con:

- Información acerca de los deseos y las necesidades de los clientes, a partir de los análisis hechos por los interesados y de contactos directos.

- Información acerca del estado del conocimiento en cada área específica, de los esfuerzos actuales de investigación y de las capacidades globales, regionales y nacionales para realizar nuevas investigaciones junto con sus ventajas comparativas.
- Factores que se deben considerar para comparar posibles tópicos de investigación silvicultural o propuestas de investigación dentro de una área específica.

Los métodos industriales de comparación interproyectos, generalmente involucran análisis económicos que van desde el simple costo-beneficio hasta modelos más complejos de excedentes económicos. Otros enfoques involucran la programación lineal, ponderaciones y listas simples de control. Existen métodos apropiados para la investigación agrícola con indicadores económicos básicos e información sobre costos y beneficios que pueden obtenerse con una exactitud razonable, los cuales se describen en muchas publicaciones del Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR); por ejemplo, Alston, Norton y Pardey (1995); Collin y Ali Kissi (1995); Contant y Bottomley (1988). La mayoría de análisis cuantitativos (económicos), no han sido utilizados con éxito en las investigaciones forestales a no ser por las redes avanzadas de mejoramiento forestal, debido en parte, a la ausencia de indicadores económicos básicos y en parte debido a la dificultad de predecir los efectos a largo plazo.

Cuando los tópicos de investigación no son intrínsecamente comparables (por ejemplo, estudios de semillas y raleos a mitad de la rotación), el proceso más apropiado y generalmente conocido, para lograr un acuerdo en cuanto a la jerarquización, es una serie de consultas Delphi. La experiencia ha mostrado que para que la técnica Delphi produzca resultados aceptables deben participar en la actividad diez o más personas, que posean información similar. Como primera etapa es preferible clasificar los problemas por orden de prioridad. En segundo lugar, se deben clasificar los enfoques o tópicos, asociados únicamente con los problemas de más alta prioridad. Sin embargo, en el ámbito forestal, ha sido difícil llegar a un acuerdo sobre la clasificación de problemas poco afines. La ma-

yoría de las organizaciones favorece el enfoque menos lógico de jerarquizar únicamente los tópicos. Comparado con la investigación agrícola, la diversidad de tópicos forestales y la falta de información publicada sobre los beneficios socioeconómicos dificultan la formación de un juicio válido entre problemas y entre tópicos.

En esencia, la técnica Delphi consiste en que cada participante da un puntaje a cada tópico propuesto, tomando en consideración los factores de planeamiento acordados. Los puntajes para cada tópico se acumulan considerando todos los factores de planeamiento. Por ejemplo, los puntajes pueden ser ponderados para dar ventaja a una investigación capaz de generar empleos para el área rural. El sistema de calificación debe ser definido de antemano entre los participantes; pero, un sistema común es:

3 = muy importante

2 = importante pero no crucial

1 = moderadamente importante

0 = no importante

Una clasificación con más de 8 puntos no es útil en jerarquizaciones subjetivas; 4 ó 6 es mejor. Asimismo, es preferible que el sistema sea formado por un número par de opciones, para evitar la tendencia humana de escoger el punto intermedio. Así, una puntuación de 3 ó 5 puntos debe evitarse.

Cada participante clasifica los tópicos de acuerdo con los puntajes acumulados. El cuadro de clasificación por tópico con los puntajes de cada participante se circula para discusión. A los participantes que han dado los puntajes más altos y los más bajos para cualquiera de los tópicos, se les solicita que justifiquen su decisión. Una regla en las consultas Delphi es que se permite solicitar aclaraciones, pero no poner en duda las opiniones de otros. Esta regla tiene el propósito de evitar ataques personales a las opiniones profesionales de los colegas participantes. Luego de las aclaraciones para cada tópico, se solicita a los participantes repetir el proceso. Como las opiniones no son usualmente homogéneas, por lo general se efectúa un mínimo de

cuatro rondas de puntuación y aclaración, antes de que los participantes lleguen a un acuerdo sobre una clasificación común de tópicos y de propuestas. Si el número de participantes es grande, no es raro que las sesiones se prolonguen durante toda la noche.

No existe límite para el número de tópicos por calificar, o para la cantidad de factores de planeamiento por considerar. De igual manera, no existe límite para la cantidad de puntos en el sistema de ponderación. La simplicidad del proceso permite la participación de un amplio rango de interesados, incluyendo aquellos que no son expertos en las técnicas de investigación pero que son clientes actuales o potenciales de los resultados.

Las consultas Delphi, más o menos formales, son utilizadas ampliamente por las agencias donantes, precisamente porque esta técnica suministra un medio de comparación entre tópicos intrínsecamente no comparables.

Diseminación de los resultados de investigación y transferencia de tecnología

Distribución de información sobre investigaciones en progreso

Muchos científicos asistentes y con rangos más altos desean iniciar el trabajo de laboratorio, vivero y campo sin invertir mucho tiempo en la etapa de planeamiento. Sin embargo, este mismo personal tiende a ser notablemente tímido cuando tienen que comunicar a sus clientes el progreso de sus investigaciones. Existen dos razones muy comunes para esta deficiencia:

- La investigación no ha sido planteada como resultado de una solicitud de los clientes identificados, sino por los intereses personales de los investigadores (por favor, recuerde que este documento no enfoca la investigación básica para generar conocimiento por el solo hecho de generarlo, sino que enfoca únicamente la investigación cuyo propósito es resolver problemas).
- Los resultados no concuerdan con las nece-

sidades de los clientes. Aunque ocasionalmente esto puede significar que los resultados no son lo que los clientes esperaban (por ejemplo, la investigación podría indicar que algunas operaciones comerciales de cosecha no son sostenibles y que deben emplearse otras técnicas o intensidades de cosecha), generalmente el significado es que no existe correspondencia entre la investigación que se efectúa y el problema en la forma en que el cliente lo percibe.

Las consecuencias de efectuar una investigación para resolver un supuesto problema, sin que este haya sido identificado previamente por los clientes en el campo, es que los recursos se agotarán tarde o temprano. La falta de demanda y de aplicación de los resultados no pasarán desapercibidas por siempre. Si los resultados pueden ser beneficiosos, pero no llegan a los clientes en forma tal que los puedan usar, el resultado final será el mismo no habrá recursos pues no existe una demanda documentada para esa investigación.

El primer paso es informar a los interesados sobre la aprobación y el financiamiento de un proyecto de investigación. Existe una gran cantidad de boletines que circulan, tanto a nivel local como internacional, los cuales se pueden utilizar para incluir breves noticias sobre los nuevos proyectos. Los periódicos generalmente tienen suplementos agrícolas semanales, en los cuales se puede insertar información forestal, sin costo alguno. Las estaciones de radio y televisión locales, por lo general, están deseosas de noticias y estarán dispuestas a incluir información sobre las investigaciones importantes que se efectúan en la localidad y sus beneficios anticipados. Los servicios de internet incluyen con mayor frecuencia, noticias sobre los nuevos proyectos y aún sobre aquellos que se encuentran en la etapa de planeamiento. Los receptores más inmediatos de la investigación merecen una atención personalizada, y por este motivo en varios países asiáticos se acostumbra realizar un acto formal para dar inicio a un nuevo proyecto de investigación. A este se invita a los clientes y se les explica el propósito y los resultados que se espera obtener de la investigación en un lenguaje comprensible para ellos.

Los boletines de uso exclusivo para un proyecto pueden justificarse si sus componentes están distribuidos entre varias instituciones y países, con el propósito de mantener en contacto a sus miembros. Sin embargo, estas publicaciones pueden convertirse en una carga para el coordinador del proyecto; especialmente si su publicación regular pasa a ser una obligación y no un evento ocasional cuando hay que comunicar algún avance realmente importante.

Durante muchos años se ha afirmado que un buen experimento debe ofrecer una buena demostración. Puesto que los experimentos silviculturales localizados en los bosques naturales, por lo general son de larga duración, la posibilidad de utilizar los sitios en el campo, como áreas demostrativas, es un aspecto que se debe tomar en consideración al planear los diseños y las distribuciones en el campo. Los diseños sistemáticos de fácil visibilidad, como los ensayos de espaciado Nelder y Bleasdale, son más fáciles de captar por las personas que no tienen conocimientos científicos, que los diseños aleatorios. Aún si la naturaleza del trabajo no se presta para efectuar arreglos sistemáticos, los resultados se pueden extraer en forma de secuencias sistemáticas para presentarlos en filmillas o diapositivas y lograr una mejor comprensión de los mismos.

La mayoría de los clientes no están interesados en los detalles estadísticos, y casi ninguno los comprende. El formato y el medio de comunicación deben ajustarse a los intereses particulares y al nivel de conocimiento de la audiencia. Este ajuste no es excusa para descuidar los principios biométricos para el análisis y el diseño de los experimentos y de las encuestas.

Las agencias donantes por lo general solicitan informes financieros trimestrales o anuales, así como un informe técnico anual. Si la motivación de la investigación es una necesidad expresada, es importante mantener una comunicación frecuente con los receptores inmediatos, involucrarlos en el proceso de investigación y conocer por qué sus problemas son importantes para ellos. Se podría lograr una comunicación más frecuente mediante visitas al lugar donde se efectúa la investigación, cuando esto sea posible. Sin embargo, en la mayor parte de Amé-

rica Latina, las parcelas en el campo se encuentran ubicadas en áreas remotas y es difícil coordinar un grupo de clientes, lo suficientemente grande como para justificar el costo de una gira de campo. Generalmente es más práctico realizar presentaciones en los lugares donde se reúnen las cámaras de comercio, de madereros, las asociaciones femeninas y las organizaciones no gubernamentales (ONG). Estas presentaciones no deben ser extensas ni complicadas; por el contrario, serán mucho más provechosas si son cortas y se concentran en los resultados, expresados en un lenguaje de fácil comprensión para cada grupo de clientes.

Las agencias donantes externas agradecen los resúmenes informativos, sobre los avances relevantes de la investigación que financian. Un ejemplo de lo anterior es el IRRI-Hotline, el cual es una nota científica de una sola página, escrita por ambos lados, preparada por el Instituto Internacional de Investigación en Arroz de las Filipinas (IRRI). El IRRI-Hotline explica a cada donante, en forma individual, los componentes que cada uno financia dentro de un proyecto, el progreso alcanzado, la importancia de los avances logrados en términos de las políticas de desarrollo del donante y el costo de las actividades. Los asesores de los donantes leerán una página sobre los avances de la investigación pero tal vez no lean un informe técnico. La experiencia del IRRI es que el tiempo que ocupan en preparar este resumen (una o dos horas) es una de las mejores inversiones que el personal científico efectúa para apoyar el financiamiento de sus proyectos.

La creación de un panel asesor de proyectos, conformado por algunos interesados durante la etapa de planeamiento, es cada vez más común. Este panel suministra más que retroalimentación al personal científico; también actúan como defensores informales del proyecto ante el mundo y, de ser posible, deben tener una influencia positiva en las agencias donantes para lograr el apoyo financiero para el proyecto.

Algunas estaciones experimentales reciben innumerables visitantes. Las estaciones ubicadas en lugares remotos pueden ser tan populares como las que se encuentran cerca de las ciudades, especialmente si se localizan cerca de algún cir-

cuito turístico. La investigación puede verse afectada si el personal productivo desvía su atención y se convierten en guías turísticos. Sin embargo, la mayoría de las estaciones experimentales no pueden permitirse la mala publicidad que ocasionaría restringir las visitas; aún cuando los representantes de las agencias donantes pudieran presentarse sin previo aviso. La inversión para preparar una buena exhibición para los visitantes no técnicos no es alta, y por lo general, ayudará a separar entre el visitante técnico valioso y el turista común. Elaborar una exhibición para los visitantes, la cual pudiera ofrecerse mediante un contrato con una agencia turística es una buena práctica que servirá como preparación para diseñar una presentación más técnica para los clientes principales de la investigación.

Los videos pueden ser especialmente útiles para las audiencias acostumbradas a la televisión más que a los libros; pero deben ser elaborados por profesionales, si la intención es que sean instructivos y no de simple entretenimiento. Vale la pena, entonces, contratar a una organización profesional experimentada para preparar el video; y además, solicitar los servicios de un locutor profesional para que lea el texto que acompaña al mismo.

Transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología, incluyendo la transferencia de información, es diferente a la distribución de información sobre el progreso de la investigación. En la transferencia de tecnología, el personal científico o de extensión debe convencer a los clientes sobre el valor y la confiabilidad de las tecnologías que están promoviendo y persuadirlos a incorporarlas en sus sistemas de manejo. La transferencia de tecnología se inicia cuando los primeros resultados están disponibles. El principal requisito para lograr una transferencia exitosa, la cual se mide por la aplicación de los logros, es disponer de un conjunto de resultados que satisfaga las necesidades de los clientes y que pueda ser utilizado, aún con las limitaciones operativas que experimentan los clientes.

Desafortunadamente, este requisito se logra muy pocas veces en los países con bosques tro-

picales. Ng (1966) resumió esta situación con las siguientes palabras: "Los recursos para capacitación han producido PhDs que se benefician individualmente pero que no representan un liderazgo científico en sus países. Las donaciones para proyectos han producido resultados muy débiles para publicarse. Las donaciones para viajes se han empleado para encubrir sutilmente eventos vacacionales. Se ha dejado que el equipo y la maquinaria se deteriore y se pierda. La capacidad construida a un alto costo colapsa tan pronto como el apoyo del donante disminuye."

Aunque el comentario anterior fue escrito considerando una experiencia en Asia, es muy similar a una observación sobre una organización muy importante en América Latina: "La impresión predominante dentro del departamento, es la de un grupo de investigadores que trabajan en forma individual. A no ser por una o dos excepciones notables, las discusiones con cada individuo no dieron la sensación de un equipo multidisciplinario de trabajo o de un grupo que trabaja para el logro de un objetivo común como es el desarrollo de sistemas de manejo forestal sostenibles. Los investigadores no mencionaron, en forma espontánea, cómo su trabajo afecta o podría afectar el escenario más amplio de producción, o cómo se relaciona con el trabajo de otros colegas" (J.C. Lowe, 1995, comunicación personal). La tendencia de trabajar en aislamiento puede traer serias limitaciones para el alcance de los resultados y para la rapidez de su desarrollo, especialmente cuando existe tanta evidencia que favorece la investigación interdisciplinaria. La fuerte demanda de los clientes por resultados puede ayudar a motivar la colaboración en la investigación y una mayor comunicación de los resultados de campo que se pueden aplicar. Esta ha sido la experiencia del consorcio universidad-reforestación-industria que se desarrolló en Brasil en los años 70.

En algunos países, los silvicultores publican un documento académico en una revista extranjera a intervalos irregulares y consideran que con eso han cumplido la tarea de comunicación y de transferencia de tecnología. Sin embargo el trabajo apenas se inicia, pues las necesidades de los receptores inmediatos, o clientes, no han sido satisfechas.

Es necesario obtener excelencia en la calidad de la investigación. Una buena investigación resulta menos costosa que una mala porque la buena investigación no requiere de correcciones para reparar los daños. Pero la excelencia no es suficiente. El Instituto Smithsonian de Investigación Tropical (STRI) ha mantenido desde 1916, un centro de investigación reconocido a nivel global, en la Isla Barro Colorado en Panamá. Cientos, tal vez miles de documentos sobre botánica, ecología y zoología han sido producidos durante estos 80 años (Leigh, Rand y Windson 1982). Sin embargo, cuando el personal del STRI fue cuestionado durante la conferencia DESFIL en 1991, no pudieron presentar un solo resultado que pudiera aplicarse al manejo de los recursos naturales. Quizás este aspecto no es importante para los criterios de éxito que maneja el STRI.

La falta de aplicación es efectivamente importante, en términos de la silvicultura de los bosques neotropicales. Pareciera que los silvicultores latinoamericanos no emplean la enorme cantidad de resultados obtenidos en las Investigaciones del STRI en Panamá, o de las estaciones OTS en Costa Rica, o del proyecto del IBP, clausurado recientemente en San Carlos de Río Negro de Venezuela, o del estudio masivo del USAEC en El Verde de Puerto Rico (Odum y Pigeon 1970). Ciertamente, lo anterior constituye una base masiva de conocimiento que los silvicultores deberían utilizar.

Considérese una sola área popular de investigación: los tamaños, formas, frecuencias y distribución espacial de los claros (*gaps*) en el dosel han sido extensamente estudiados por los ecólogos en los bosques neotropicales y en el sudeste de Asia, desde principios de la década de los 80, con base en las investigaciones realizadas durante la primera mitad de este siglo. Los resultados publicados sobre estos estudios parece que no han sido incorporados a la investigación silvicultural actual o a los regímenes silviculturales. Aún si la naturaleza física de los claros en el dosel es menos significativa para la diferenciación de nichos que lo que se esperaba en los años 80 (Brown y Jennings 1996), la investigación ecológica ha enfatizado la importancia del banco de semillas en el suelo (especialmente en los bosques secundarios después de la labranza) y de la secuencia de arribo y de germinación de las

nuevas semillas, en relación con el prendimiento posterior de las plántulas (Finegan 1996). Con pocas excepciones (Steege *et al.* 1996, GFC 1996), la investigación sobre claros en el dosel no parece haber influenciado las reglas sobre aprovechamiento de los bosques en los neotrópicos. ¿Fue esta investigación inapropiada para los clientes, o es que la transferencia de la tecnología ha sido excepcionalmente débil?

Los investigadores forestales necesitan información sobre el comportamiento ecológico, al menos de las especies comerciales, en relación con la sucesión vegetal después de una alteración, con el propósito de elaborar planes para la cosecha, recomendar el ancho de caminos y senderos para acarrear los troncos y diseñar los tamaños y formas de las plataformas para descargar las tucas. Es muy interesante que el ancho permitido para los caminos y trillos en los bosques húmedos de Queensland, Australia, es mucho menor que es acostumbrado en los bosques tropicales de América Latina (Dykstra y Heinrich 1994, Queensland Forest Service, *sf*).

Retrasar por varios años la transferencia de la tecnología, con la intención de desarrollar un sistema silvicultural completo es contraproducente, dada la rapidez de cambio de los mercados para los productos forestales. Los bosques tropicales en África y en Asia no se desarrollaron retrasando las publicaciones sobre las investigaciones o la transferencia de la tecnología. El retraso tampoco es una característica del consorcio notablemente exitoso universidad-reforestación-industria de la región centro-sur de Brasil. Es probable que un enfoque progresivo sea bastante aceptable para los administradores forestales y para los cosechadores, porque les permite adaptar sus propios sistemas en forma gradual. Cada progreso en los sistemas silviculturales debe ser presentado, por el personal científico, como un paso decisivo hacia adelante, el cual merece el esfuerzo de adopción por parte de los administradores. La fase de transferencia de la tecnología no corresponde necesariamente con las fases de la investigación misma. Por el contrario, las transferencias deben ser unidades coherentes y auto consistentes, aún si los resultados de la investigación fueran extraídos de un torrente de datos.

Otra razón principal para la poca adopción de

las investigaciones silviculturales en los trópicos ha sido el fracaso de asociar las recomendaciones técnicas con los costos y beneficios financieros de la nueva tecnología. Los administradores forestales y los madereros cuya motivación es el dinero, es probable que no acaten las recomendaciones silviculturales no mandatorias a no ser que estas sean interpretadas como efectos positivos para el flujo de dinero. La introducción de técnicas a nivel piloto, en cooperación con cooperativas comerciales, o panel de asesores, debe ayudar a los silvicultores a ganar experiencia sobre las dificultades prácticas del manejo forestal y de la implementación de sus recomendaciones. La colaboración con las empresas comerciales debe facilitar la valoración de los costos y beneficios.

En algunos países y estaciones experimentales, el personal científico no logra alcanzar una masa crítica intelectual satisfactoria en números, capacitación, calificaciones o experiencia. Sin embargo, lo mismo sucedió cuando la silvicultura tropical fue reconocida como una actividad organizada, hace cerca de 150 años. En ese entonces, los contactos se mantenían principalmente por cartas, las cuales compensaban parcialmente el aislamiento. Hoy en día, existen hojas divulgativas y boletines de amplia circulación y renombre, las cuales demuestran cuán estimulante puede ser la publicación rápida y frecuente de artículos pequeños y notas sobre investigaciones, desarrollo y aplicaciones de los resultados. Ejemplos de lo anterior son los boletines de la Sociedad Internacional de Silvicultores Tropicales (USA), "ITTO Tropical Forest Update (International Tropical Timber Organization, Japon), Red de Arboles Fijadores de Nitrogeno (Winrock International, USA), Red Forestal de Desarrollo Rural (Overseas Development Institute, U.K.); todas estas publicaciones se pueden conseguir en español. Sin embargo, se puede obtener una retroalimentación más rápida, casi inmediata, a través de Internet.

Algunos medios de comunicación menos convencionales han sido bastante exitosos en América Latina. La telenovela fue uno de los principales medios para la transferencia de tecnología, utilizado por el proyecto de conservación de suelos y reforestación en el norte de Honduras, a finales de los años 70. El Centro Nacional de Desarrollo Sustentado das Populaes Tradicio-

nais (CNPT), en Brasil, utiliza un libro de historietas para diseminar los resultados de las investigaciones y las tecnologías que se emplean en las reservas de extracción. Tanto la telenovela como las historietas han sido utilizadas, en gran escala, para promover el mejoramiento de la salud pública de la región.

El Centro Australiano para la Investigación Agrícola Internacional (ACIAR), en la etapa final de un proyecto de investigación regional y/o interdisciplinario, comunmente realiza seminarios de investigación avanzada. Esta clase de seminario junta al personal científico con sus clientes para presentar y discutir la importancia de los resultados preliminares, y coordinar las etapas finales del proyecto. Además, estos seminarios ha sido muy valioso para concentrar la atención del personal científico en la producción de resultados y tecnologías que se puedan emplear en el campo, en un momento en el que existe la tendencia a pensar en usos alternativos. El seminario también ha sido útil para la preparación preliminar de proyectos de seguimiento o fases subsecuentes, necesarias para las investigaciones a largo plazo que no pueden asegurarse un financiamiento indefinido.

Reconocimientos

Se agradece al Dr. César Sabogal Méndez del Center for International Forestry Research (CIFOR), por la invitación y financiamiento parcial para participar en el Seminario-Taller de Pucallpa. A Howard L Wright, administrador del Programa de Investigación Forestal de la ODA (U.K.), por suministrar parte del financiamiento para esta actividad. A los Drs. Bryan Finegan (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE, Costa Rica), y a Nick Brown (Oxford Forestry Institute, U.K.), quienes amablemente me enviaron copias de sus más recientes documentos. Al profesor Jack Putz (University of Florida) por los acertados comentarios efectuados al borrador de este documento.

Bibliografía

- ALSTON, J.M.; NORTON, G.W.; PARDEY, P.G. 1995. Science under scarcity: principles and practice for agricultural research evaluation and priority setting. Ithaca, New York; Cornell University Press.
- BROWN, N.; JENNINGS, S. 1996. Gap size niche differentiation by tropical rain forest trees: a testable hypothesis or a broken-down bandwagon ?. Paper presented at the annual symposium of the British Ecological Society, Cambridge, 1-3 April 1996, entitled 'Population and community dynamics in the tropics'. Oxford, U.K.; Oxford Forestry Institute. 18 p.
- BRYANT, R. L. 1992. Forest problems in colonial Burma: historical variations on contemporary themes. Ph.D. thesis. London, U.K.; School of Oriental and African Studies, Centre of South East Asian Studies. 210 p.
- COLLION, M.H.; ALI KISSI. 1995. Guide to program planning and priority setting. *ISNAR Research Management Guidelines* number 2E. The Hague, Netherlands; International Service for National Agricultural Research. ISBN 92-9118-023-8. 14+68 p.

El profesional involucrado en investigaciones relacionadas con los bosques desea establecer y mantener una reputación entre sus colegas. Esta reputación se incrementa mediante la publicación de investigaciones en libros y revistas, revisadas por sus colegas, y asegurándose de que las publicaciones tengan una mayor difusión que la que generalmente reciben en la región.

Es difícil evitar la conclusión de que las razones principales para el bajo porcentaje de éxito en las investigaciones silviculturales en América Latina se debe a la casi ausencia de definiciones claras por parte de los administradores forestales sobre sus necesidades de información (Palmer 1986), así como a la ausencia de tecnologías desarrolladas por las organizaciones de investigación que se puedan utilizar en el campo; sin embargo, en ambos casos hay algunas excepciones significativas. Es posible que este seminario-taller de CIFOR y la recopilación de los resultados de las investigaciones que se incluirán en la monografía de CIFOR, junto con una bibliografía regional anotada, empiecen a llenar estos vacíos, mediante la estimulación de un enfoque más amplio de investigación sobre las necesidades identificadas por los clientes y de un mejor uso práctico del conocimiento de base global.

- CONTANT, R. B.; BOTTOMLEY, A. 1988. Priority setting in agricultural research. *ISNAR Working Paper* number 10. The Hague, Netherlands; International Service for National Agricultural Research. 19p. See also, by the same authors, 'Manual for methods of priority setting in agricultural research and their application'. *ISNAR Training Document* draft version 3.2, November 1989. 37 p + annexes.
- CORPAM. 1990. Plano de ciência e tecnologia para a Amazônia - 1990/91. Belém, Brazil; Secretaria de Ciência e Tecnologia / Presidência da República, Comissão Coordenadora Regional de Pesquisas na Amazônia. 26p.
- CORPAM. 1991. Plano de ciência e tecnologia para a Amazônia - 1990/91. Programa de formação de recursos humanos, programa de pesquisas em áreas prioritárias. Belém, Brazil; Secretaria de Ciência e Tecnologia / Presidência da República, Comissão Coordenadora Regional de Pesquisas na Amazônia. 84 p.
- DUDLEY, N.; JEANRENAUD, J.P.; STOLTON, S. 1993. Towards a definition of forest quality. A WWF Forest Colloquium. Godalming, U.K.; World Wide Fund for Nature (WWF-UK). 43 p.
- DYKSTRA, D. P.; HEINRICH, R. 1995. FAO model code of forest harvesting practice. Preview edition. Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forestry Department. 117 p.
- FINEGAN, B. 1996. Pattern and process in neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Trends in Ecology and Evolution* 11:119-124.
- GFC. 1996. Code of practice for forest operations. Second draft for discussion, June 1996. Georgetown, Guyana; Guyana Forestry Commission. 53 p.
- HAUGEN, C.; DURST, P. B.; FREED, E. 1993. Directory of selected tropical forestry journals and newsletters. Washington, D.C.; U.S. Forest Service, International forestry, Forestry Support Program. 8+127 p.
- INDIAN FOREST SERVICE. 1894. Forest policy. *Circular* number 22 F. New Delhi, India; Indian Forest Service. 8 p.
- JEFFERS, J.N.R. 1970. A woodland research strategy based on mathematics and computers. *Commonwealth Forestry Review* 49 (3):275-282.
- LEIGH, E.G., Jr.; RAND, A.S.; WINDSOR, D. M. (editors). 1982. The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and long-term changes. Washington, D.C.; Smithsonian Institution Press. 468 p.
- MUNASINGHE, M. 1993. Environmental economics and sustainable development. *World Bank Environment Paper* number 3. Washington, D.C.; World Bank. 112 p.
- MUNASINGHE, M.; McNEELY, J. 1995. Key concepts and terminology of sustainable development. In: MUNASINGHE, M.; SHEARER, W., Eds. Defining and measuring sustainability: the biophysical foundations. Washington, D.C.; World Bank and United Nations University. p 19-56.
- MUNDA, G. 1994. Fuzzy information in multicriteria environmental evaluation models. Ispra, Italy; European Commission/Joint Research Centre, Institute for Systems Engineering and Informatics. 6+233 p + bibliography.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1980. Research priorities in tropical biology. Washington, D.C.; Committee on Research Priorities in Tropical Biology, National Research Council. 12+116 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1991. Toward sustainability: a plan for collaborative research on agriculture and natural resource management. Washington, D.C.; Panel for Collaborative Research Support for AID's Sustainable Agriculture and Natural Resource Management Program, Board on Science and Technology for International Development. 14+145 p.
- NG, F. S.P. 1996. 'Building research capacity. *CIFOR Annual Report for 1995*. Bogor, Indonesia; Center for International Forestry Research. p 50.

-
- ODUM, H.T.; PIGEON, R. (editors). 1970. A tropical rain forest: a study of irradiation and ecology at El Verde, Puerto Rico. Springfield, Virginia; U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information. Document TID-24270 (PRNC-138) from the U.S. Department of Commerce, National Technical Information Service, in 3 volumes. Numerous chapters, separately paginated.
- PALMER, J.R. 1994. ODA-Brazil technical cooperation programme on the environment. Report on consultancy visit to Museu Paraense "Emílio Goeldi"/Caxluaná research base station, 18-27 May 1994. A report for the U.K. Overseas Development Administration, London. Oxford, U.K.; Tropical Forestry Services Ltd. 48 p.
- PALMER, J.R. 1986. Setting the scene: what the manager of tropical rain-forest needs to know. Paper for the International Workshop on Rainforest Regeneration and Management sponsored by Unesco and IVIC (Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas) at Guri, Venezuela, November 1986. In: Hadley, Malcolm (editor) (1988) Rain forest regeneration and management. *Biology International* Special Issue number 18. Paris, France; International Union of Biological Scientists. p5-10.
- QUEENSLAND FOREST SERVICE. Undated, but c.1981. Guidelines for selective logging of rainforest areas in North Queensland State Forests and Timber Reserves. Brisbane, Australia; Queensland Forest Service. 12 p.
- SABOGAL, C.; KAIMOWITZ, D. 1996. Regional consultation on collaborative forestry research priorities in Latin America. *CIFOR News* number 10, March 1996. Bogor, Indonesia; Center for International Forestry Research. p 1-2.
- SCHLEGEL, F.M. 1996. Directory of forestry research organizations. 2nd edition. *FAO Forestry Paper* number 109/Rev.2. Rome, Italy; Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forestry Department.
- SNOOK, L.K. 1993. Stand dynamics of mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and associated species after fire and hurricane in the tropical forests of the Yucatan peninsula, Mexico. PhD thesis. New Haven, Connecticut; Yale School of Forestry and Environmental Studies. 16+254 p.
- STEEGE, H. ter *et al.* 1996. Ecology and logging in a tropical rain forest in Guyana: with recommendations for forest management. *Tropenbos Series* 14; Wageningen, Netherlands; Stichting Tropenbos. 123 p.

Aspectos críticos para la práctica silvicultural en los bosques naturales de América tropical

Frank Wadsworth**

Los fines de la silvicultura en bosques naturales pueden ser muy variados: conservación de la diversidad, producción de madera, fomento de la fauna, provisión de agua, o recreación. Esta diversidad de fines es congruente con el concepto de desarrollo integral, que produce un óptimo sin máximos; esto es, busca optimizar los diversos bienes y servicios de los bosques, sin pretender maximizar uno solo en particular.

Las plantaciones forestales no van a satisfacer toda la demanda futura de madera. Por otro lado, es necesario tener en cuenta que muchos valores de los bosques no se producen en plantaciones.

Los valores económicos de los bosques sobrepasan a los financieros; tal es el caso de considerar, por ejemplo, las funciones de protección para una cuenca, de hábitat para la fauna y recreación para el turista. Debido a la percepción desfavorable que en general la población tiene sobre los bosques es urgente demostrar su potencial.

Selección del terreno apropiado

Los siguientes son algunos factores o pautas que indican dónde es posible y recomendable hacer silvicultura (como referencia, véase la Fig. 1).

- Se requiere de un terreno con un suelo y clima que permitan desarrollar (o permitieron que se desarrollara) un bosque útil.
- Sin evidencia de productividad, los bosques son relegados a los terrenos más pobres. Para fines de experimentación, sin embargo, es deseable contar con terrenos favorables.
- Es más probable que se mantengan con bosque aquellos terrenos que también se consi-

deran útiles para el suministro de agua. De ahí la importancia de hacer silvicultura en terrenos donde el agua es un factor crítico.

- La propiedad privada puede ser deseable, particularmente si se considera por su efecto demostrativo.
- Se necesita tener una población cerca para aplicar la silvicultura y obtener beneficios. Por ende, es necesaria una buena demanda para los productos y beneficios de los bosques, lo que permite sostener económicamente una extracción frecuente de un volumen limitado.

Algunas normas básicas

- Para que una actividad de manejo de un bosque tenga éxito, es imprescindible contar con el respaldo de algún sector de la población.
- El manejo debe ser orientado hacia la conservación y la producción de valores forestales múltiples; por esta razón se deben minimizar los impactos adversos de la explotación.
- La calidad y la producción tienen que ser sostenibles, en términos de la diversidad, el hábitat, el suelo y el agua, así como en términos de crecimiento y regeneración. Obtener una abundante regeneración natural puede ser fácil, pero en cuanto a calidad puede exigir técnicas complejas.
- La sostenibilidad obliga el monitoreo. Se trata de un monitoreo continuo del suelo, el agua, de la diversidad y la productividad. Una herramienta de monitoreo es el muestreo diagnóstico, que sirve como guía para las decisiones silviculturales.

* Versión elaborada a partir de la charla del autor

** Instituto Internacional de Dasonomía, Río Piedras, Puerto Rico

- Es imprescindible intensificar no solo la utilización sino también la silvicultura. Existen mayores oportunidades para la silvicultura con un aumento en el número de especies que se pueden utilizar.

La experiencia

- Hay datos silvícolas para numerosas especies forestales (por ejemplo, los publicados en *Bois et Forests des Tropiques*, o en los libros de Webb y Francis, entre otros).
- En el hemisferio norte, la experiencia (bien documentada) en muchos países se remonta a más de un siglo. Se cuenta con muchas prácticas que tienen una aplicación potencial y que tendrían que ser adaptadas; además, los errores que han tenido son igualmente instructivos.

Algunos de los principales resultados disponibles

- Los bosques naturales son demasiado densos como para que se tenga un crecimiento rápido (ver Cuadro 1).
- El aprovechamiento (explotación) tradicional causa un daño intolerable, por la eliminación de árboles inmaduros. Una planificación apropiada y un mayor cuidado durante el aprovechamiento reduce los daños considerablemente.
- El aprovechamiento acelera el crecimiento del bosque remanente. Pero, sin una intervención silvicultural posterior el crecimiento es demasiado lento. De otro lado, sin los debidos cuidados, la regeneración post-aprovechamiento tiende a desaparecer.
- El crecimiento varía con la densidad y la posición en el dosel (ver Cuadros 2 y 3).

Cuadro 1. Variación en crecimiento de *Dacryodes excelsa* Vahl en un bosque muy húmedo subtropical

Dap (cm)		Indicador (dap 60 cm)	
1943	1993	Edad (años)	Turno (años)
8,1	31,6	54	192
9,0	23,8	58	372
17,8	30,9	80	283
23,0	59,1	59	61
27,9	67,3	60	48
37,1	78,7	64	37
44,5	56,8	129	144
50,8	70,2	105	77
56,4	66,2	182	150
56,9	86,1	89	43

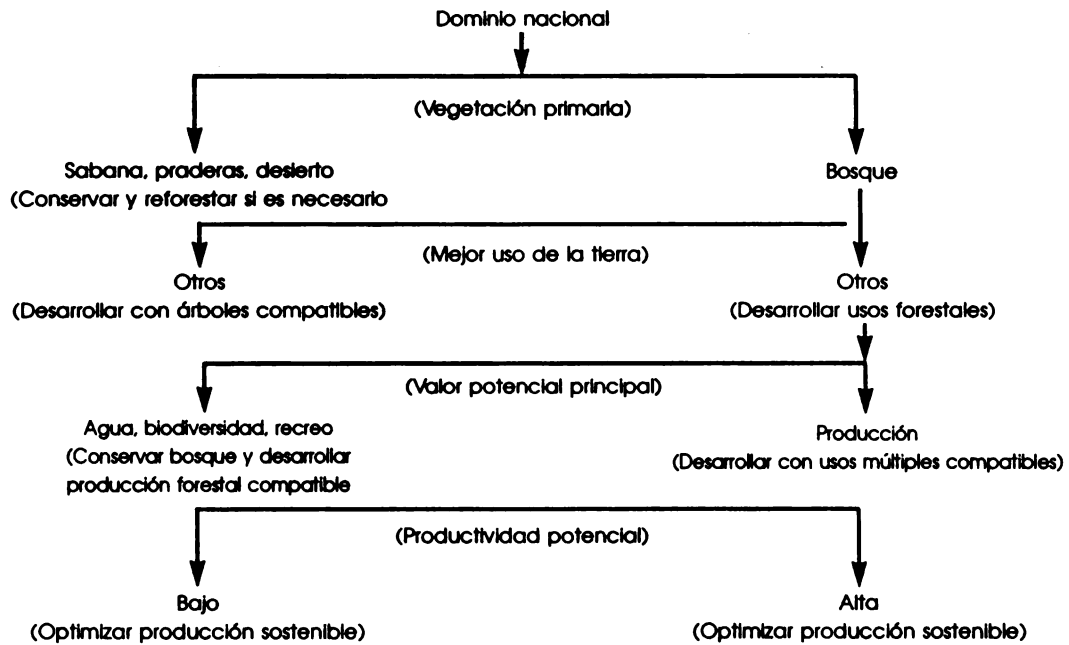
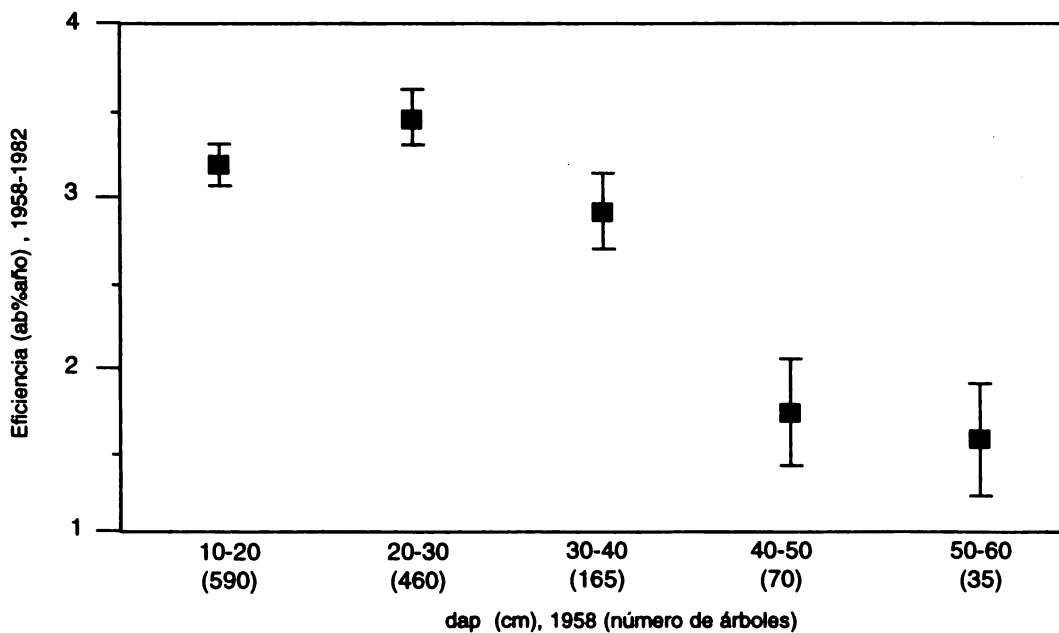


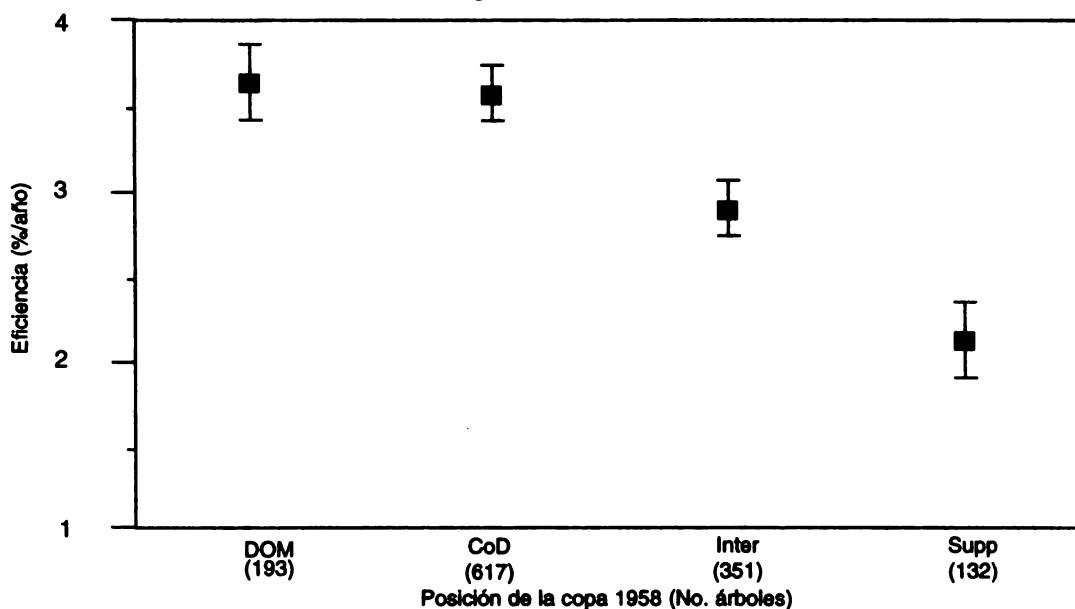
Fig. 1 Esquema de toma de decisiones para la planificación del uso de las tierras forestales

Cuadro 2. Crecimiento relativo anual (%) en área basal para diferentes clases diamétricas



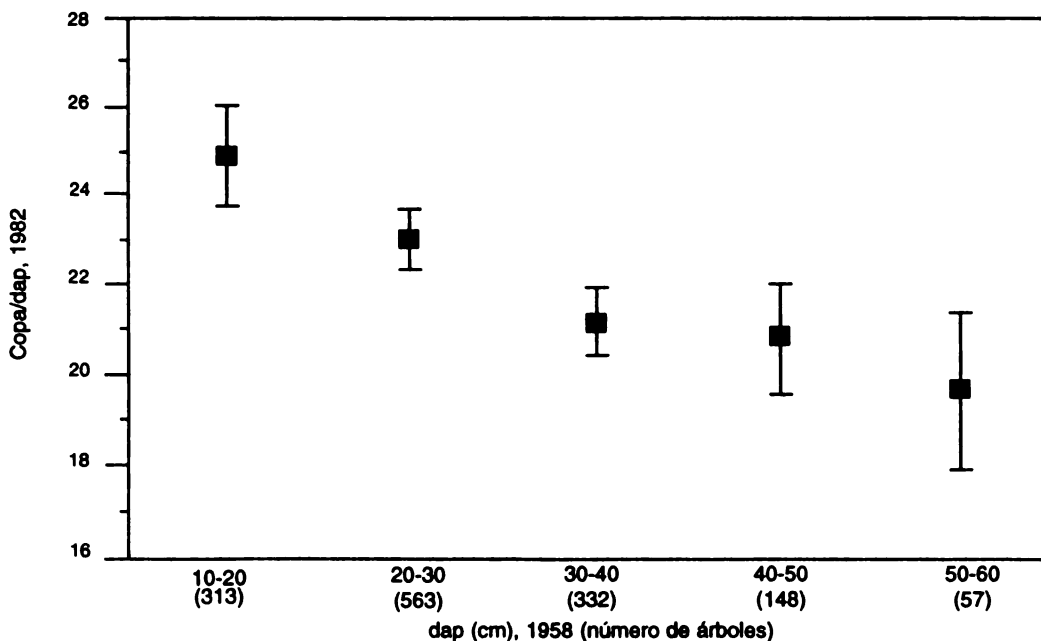
- Existe una variación continua en el crecimiento que no tiene explicación.
- El refinamiento beneficia la calidad, más que el crecimiento.
- La simplificación no necesariamente perjudica al bosque. Si los árboles favorecidos son buenos, hay poco riesgo.

Cuadro 3. Crecimiento relativo anual según la posición de la copa



- Los árboles liberados sobreviven bien. No es necesario seleccionar mucho más que la cosecha. Para un rodal con 200-400 árboles/ha y 10-20 cm dap se justifica el manejo cuando se cuenta con al menos un 40% (80-160 árboles/ha) de árboles de futura cosecha (Cuadro 4).
- Para una productividad alta se necesitan árboles con una baja relación copa/dap (Cuadro 4).
- El fijar límites de diámetro para el aprovechamiento no asegura la sostenibilidad de la producción.

Cuadro 4. Relación diámetro de copa/dap para diferentes clases diamétricas



Selección de rodales

- Los bosques del futuro serán los bosques ya aprovechados (para madera) y los bosques secundarios. De los primeros, hay ya unos 172 millones de hectáreas, mientras que de los segundos se estiman 163 millones. En conjunto, cubren un 20% de las tierras de América tropical, lo que representa un 31% de los bosques remanentes. El área *per capita* es de 1,3 ha.
- Los bosques modificados siguen la sucesión ecológica. Los bosques en sucesión producen un máximo de biomasa; en estos opera una selección natural por crecimiento. En bosques secundarios, los árboles mayores crecen más. Asimismo, la regeneración es de especies más apropiadas para el futuro.
- Los bosques secundarios deben tener diez años, con árboles cuyas copas estén ya en contacto. La selección es por el número de árboles útiles, y no por el total.
- Las especies útiles incluyen muchas que no se producen en plantaciones. Son de porte grande, fuste recto, sirven de alimento para la fauna, tienen buen crecimiento y madera útil.
- la retención en el ecosistema de los nutrientes que recibe
- una adecuada diversidad, para evitar el deterioro sistémico.
- La restauración del bosque primario no tiene como meta la producción de madera.
- Las prácticas no deben reducir la biodiversidad más allá de lo necesario.
- Las primeras prácticas son tentativas y deben ser sencillas. Para el caso de un bosque secundario, en la Fig. 2 se presenta una guía de las posibles prácticas.
- Al principio no es imprescindible una meta estructural; se puede, entonces, retener la estructura inicial. Eventualmente, la estructura será uniforme o irregular (en este tipo de bosque se conservan los árboles inmaduros).
- El refinamiento mejora la calidad, más que el crecimiento. La composición natural no produce mucha madera. No se deben eliminar árboles sólo por ser pobres. Los rodales refinados no deben retener más de 15-20 m²/ha de área basal (Cuadro 5).
- La liberación generalmente es preferible al refinamiento, ya que favorece más directamente los árboles seleccionados (Fig. 3). El número de árboles seleccionados depende del dap, pero puede llegar hasta 250/ha (Fig. 4). Faltan indicadores confiables para predecir el crecimiento. Los efectos más notables del tratamiento se aprecian entre los árboles suprimidos (Cuadro 6).

Selección de prácticas

- La sostenibilidad exige (según Brünig):
 - un bosque con dosel continuo, para evitar el deterioro del suelo

Cuadro 5. Efectos de refinamiento en un bosque secundario de Puerto Rico

Parámetro	Antes	Después
Árboles/ha (dap 10 cm+)		
Especies deseables	430	311
Otras	368	91
Porcentaje deseable	54	77
Área basal (m ² /ha)		
Especies deseables	9,0	6,0
Otras	6,0	1,0
Porcentaje deseable	60	86
Dap promedio deseables (cm)	16,3	15,7
Vol/AB deseables (m ³ /m ²)	2,6	3,0

Investigaciones prioritarias

- Comprobar o rechazar hipótesis y creencias
- Demostrar primero lo posible antes que lo rentable
- Determinar el comportamiento de árboles, luego de rodales
- Desarrollar técnicas para el monitoreo de todo el bosque, incluso la fauna
- Determinar los impactos ambientales adversos de la silvicultura
- Determinar los efectos de la simplificación de la composición forestal
- Establecer una relación entre el espacio del árbol y su crecimiento
- Identificar las especies cuya madera no se duplica en las plantaciones
- Identificar los árboles no comerciales que no son esenciales para los ecosistemas
- Determinar cuánto puede la liberación acelerar el crecimiento
- Determinar el ciclo óptimo para tratamientos de liberación
- Determinar cómo hacer más rentable la liberación
- Determinar si los resultados de la liberación son universales o locales
- Determinar el potencial de la aplicación de fertilizantes para aumentar la productividad
- Determinar la productividad potencial que pueden sostener los bosques
- Desarrollar más usos para más especies del bosque

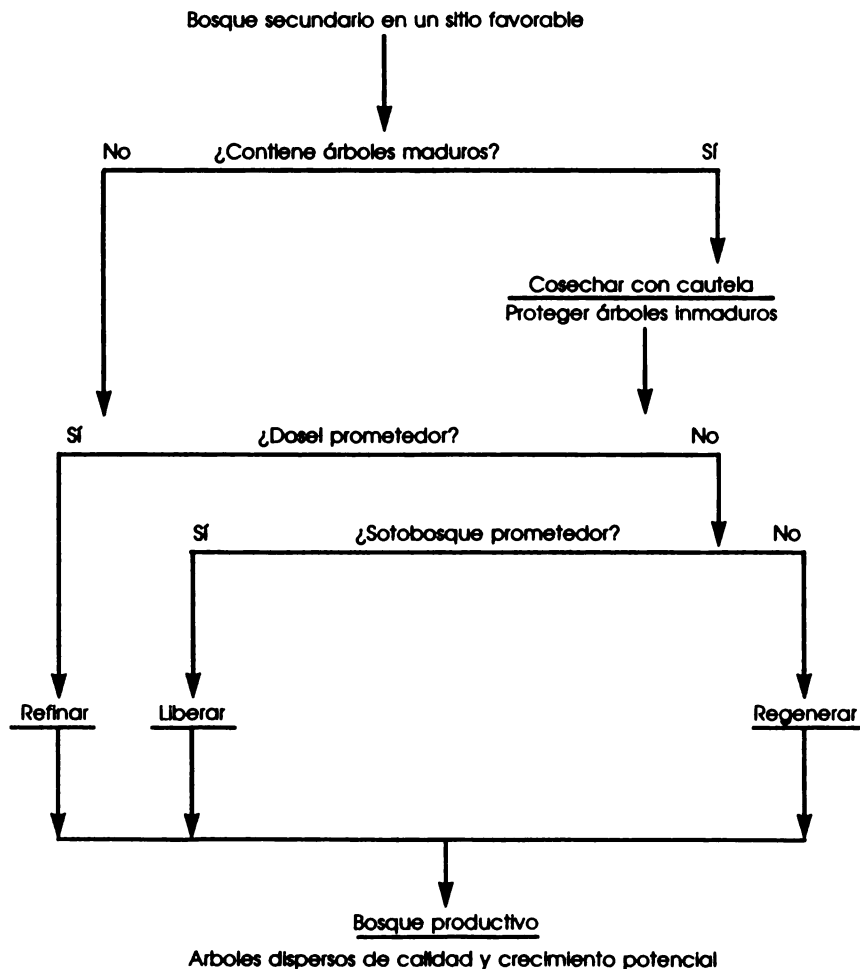


Fig. 2 Esquema para la toma de decisiones silviculturales en bosques secundarios

**Cuadro 6. Influencia de la liberación en el bosque La Sandía, Pérez Zeledón, Costa Rica
(dap inicial 10-19,9 cm, 82 árboles)**

Iluminación inicial	Liberado	Iluminación 7 años después	Bosque no liberado AB%/año	Bosque liberado	
				Árboles no liberados (AB%/año)	Árboles liberados (AB%/año)
5	no	5	4,1	6,1	
5	3	3			7,6
5	3	1-2			9,8
3	no	3	4,9	10,1	
3	2	2			8,3
3	2	1			9,8
3	1	1			10,5
2	1	1			9,0

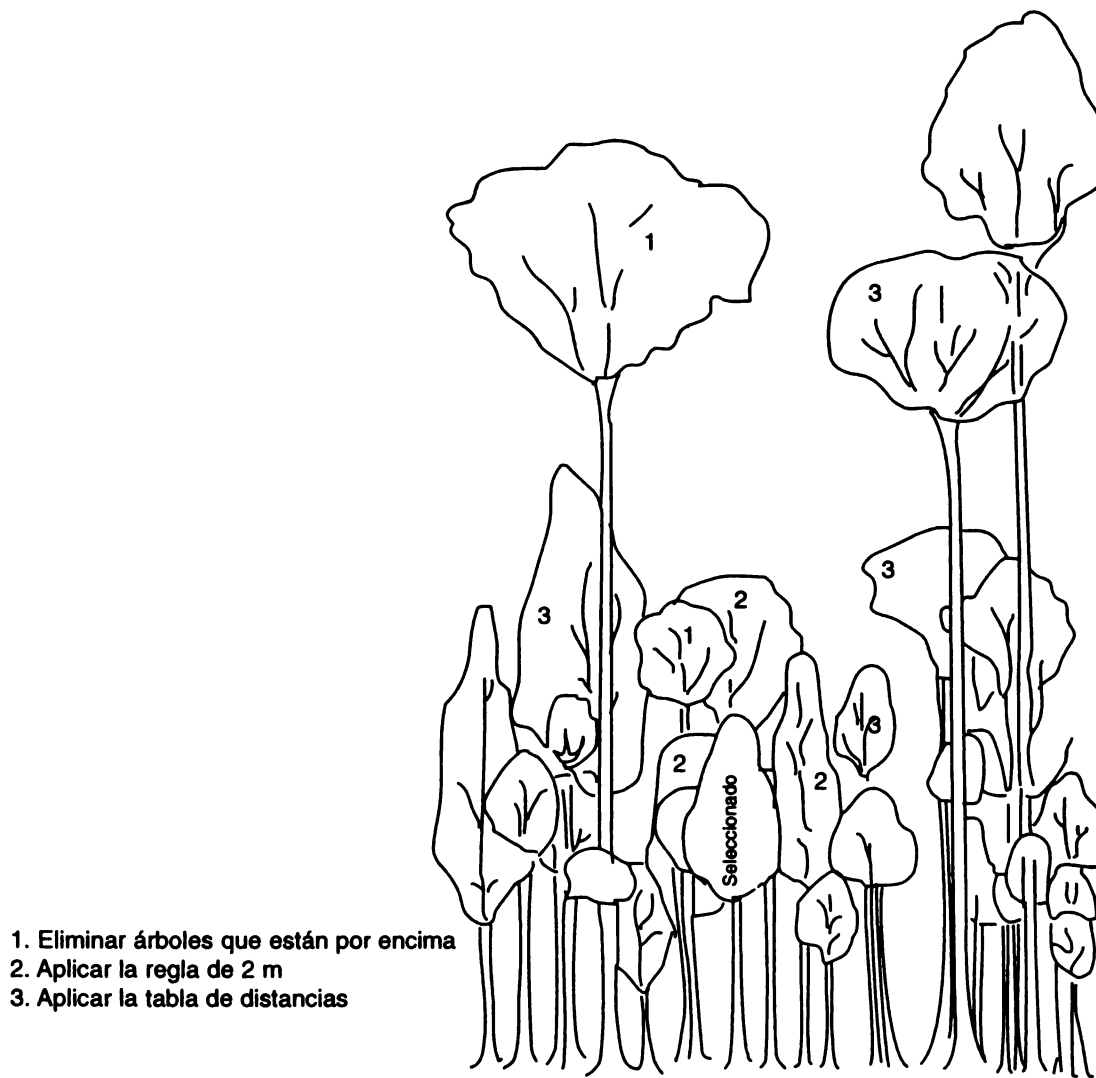


Fig. 3 Pasos para liberar un árbol seleccionado

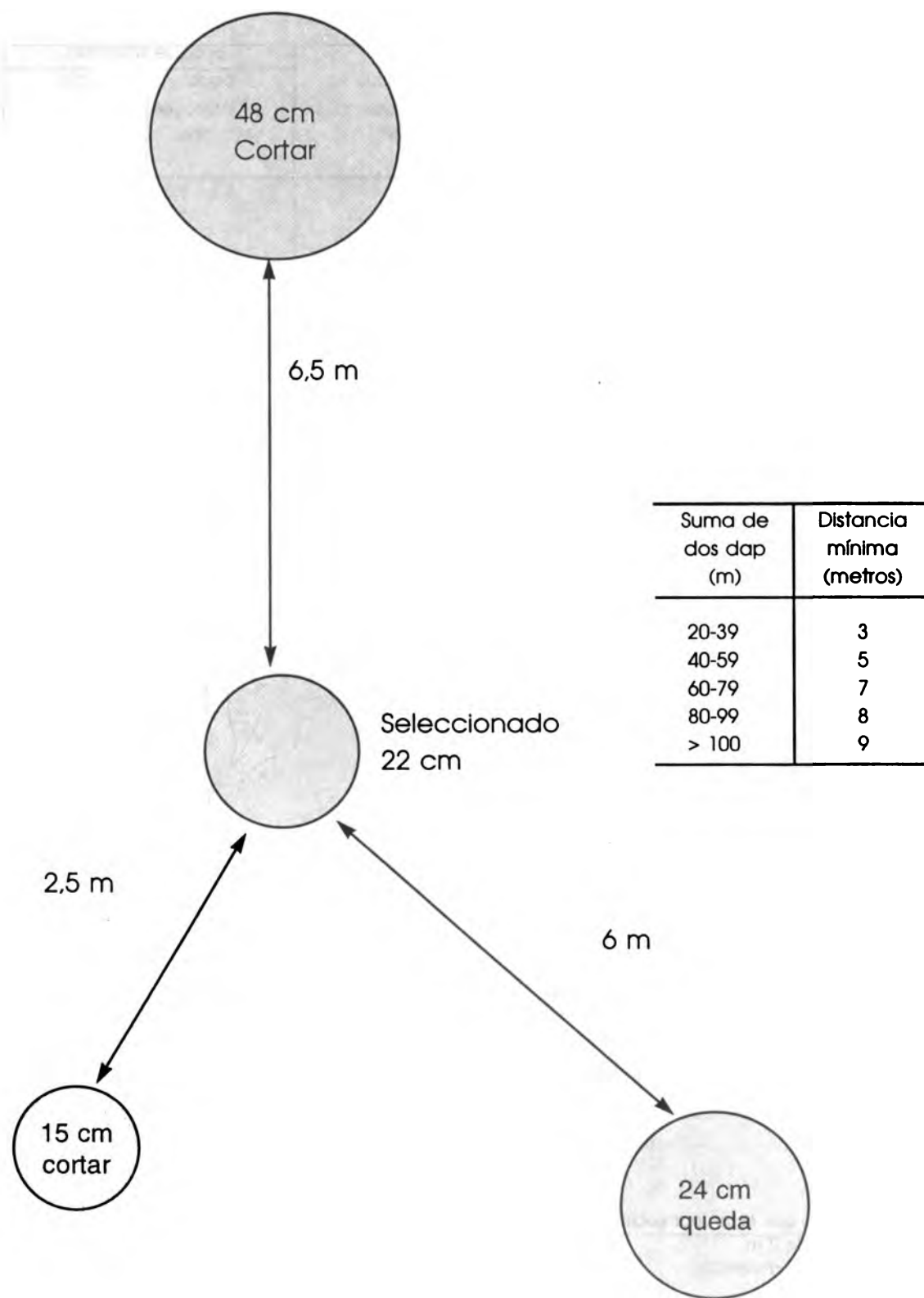


Fig. 4. Aplicación de la tabla de distancias para liberar árboles seleccionados

Ponencias y contribuciones

Experiencias de investigación silvicultural

Experiencias silviculturales en la Estación Experimental Alexander von Humboldt, Amazonia Peruana

Walter Angulo*, Héctor Vidaurre**, Ymber Flores*,
Manuel Soudré*, Auberto Ricse*

Antecedentes

En la Amazonia Peruana se han desarrollado a partir de 1970 una serie de proyectos de investigación en silvicultura; en especial los localizados en Jenaro Herrera (Departamento de Loreto), Alexander von Humboldt (Ucayali), Puerto Almendras (Loreto) y Selva Central (Chanchamayo y Pichis-Palcazú, en Junín y Huánuco, respectivamente).

En el caso de la zona Alexander von Humboldt, los estudios sobre los recursos forestales se iniciaron en 1965. De 1971 a 1978 se implementó el Proyecto PNUD/FAO PER/71/551 Demostración de Manejo y Utilización Integral de Bosques Tropicales, a cargo de la FAO. Dicho proyecto se condujo en el bosque nacional Alexander von Humboldt y tuvo como centro de acciones la Estación Experimental Forestal Alexander von Humboldt (EEAvH). Su objetivo principal era elaborar un plan de manejo del bosque; para ello se realizaron inventarios forestales y un estudio semidetallado de suelos, más varios estudios dendrométricos. El plan de manejo, sin embargo, nunca llegó a implementarse.

En los casi ocho años de trabajo del proyecto se establecieron diversos ensayos de plantaciones forestales con especies nativas y exóticas. Entre las especies nativas destacaron: tornillo (*Cedrelia catenaeformis*), ishpingo (*Amburana cearensis*) y marupá (*Simarouba amara*); *Gmelina arborea* fue la especie exótica más promisorias de las ensayadas.

Al finalizar el proyecto en 1978, la administración de la EEA vH pasó a cargo del Centro Forestal XII (CENFOR-XII), del Instituto Nacional Forestal y de Fauna (INFOR). A partir de entonces, las planta-

ciones solamente reciben algún mantenimiento periódico. Su cercanía a las carreteras Marginal de la Selva y Federico Basadre promovió la invasión de algunas áreas experimentales por agricultores migratorios, quienes talaron y quemaron algunas plantaciones hasta el año 1987.

En 1982 se inició el Proyecto INFOR/JICA Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. El objetivo fue establecer un sistema técnico de regeneración del bosque húmedo tropical, basado en la regeneración natural y artificial. El proyecto delimitó un bosque experimental de 1500 ha, donde se establecieron alrededor de 830 ha de experimentos, consistentes de plantaciones en fajas de enriquecimiento, plantaciones a campo abierto, plantaciones bajo dosel y manejo de regeneración natural de especie única y mixta. Además, se condujeron investigaciones y estudios en técnicas de producción de plántones, identificación dendrológica y fenológica de árboles, manejo y conservación de semillas y entomología forestal. Aunque el proyecto estaba planificado hasta 1991, los crecientes problemas de inseguridad asociados con el terrorismo a fines de la década de los 80, hizo que la Cooperación Técnica Japonesa se retirara de la EEA vH en 1990.

Desde 1990 el Proyecto Regeneración de Bosques Tropicales (ejecutado con Fondos Nacionales del Tesoro Público), se ocupa directamente de los trabajos en la EEA vH. A partir de 1993 dicho proyecto pertenece al Programa Nacional de Investigación en Agroforestería y Cultivos Tropicales del INIA, el cual ha podido asegurar que los ensayos establecidos desde 1982 reciban mantenimiento y evaluaciones regulares.

* Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Programa Nacional de Agroforestería, Pucallpa

** Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana (IIAP), Iquitos

Descripción del área

La Estación Experimental Alexander von Humboldt se ubica sobre la carretera Federico Basadre, a 86 km de la ciudad de Pucallpa; entre 8°22' - 9°36' sur y 74°48' - 75°35' oeste. Se encuentra dentro de la zona de vida bosque húmedo tropical transición a premontano tropical. La temperatura promedio anual es de 26,7°C (máxima promedio de 31°C y mínima de 21°C), con una humedad relativa media de alrededor de 75%. La precipitación promedio anual alcanza 3600 mm, siendo julio, agosto y setiembre los meses menos lluviosos y de noviembre a marzo los más lluviosos.

En el área se pueden identificar tres tipos de fisiografía: a) inclinada o plana; b) ondulada o de colinas suaves y c) colinas suaves y accidentadas. Las altitudes van desde 250 hasta 340 msnm. Según el Mapa de Suelos de FAO, se encuentran suelos de tipo Cambisol, Acrisol y Gleysol.

La población local (aproximadamente 500 personas) vive principalmente del comercio y del trabajo en la EEA VH. Además, realizan actividades extractivas de plantas medicinales, madera, animales silvestres, entre otros productos del bosque.

El campo experimental del proyecto se sitúa en un bosque de 1500 ha, en las zonas ecológicas bosque húmedo tropical y bosque húmedo premontano tropical. Se trata de un bosque que fue intervenido en diversas ocasiones para extraer madera de especies comerciales; por eso, es recorrido por una carretera afirmada de 20,7 km, actualmente transitables. La variación altitudinal en el área oscila entre 200 y 340 msnm. Los tipos de suelo presentes son:

- Gleysol: en terrenos con inundación frecuente a temporal, de topografía plana y ondulada, sobre colinas bajas y suaves y colinas altas suaves.
- Acrisol (Ultisol): en terrenos con inundación frecuente a temporal, de topografía plana y ondulada, sobre colinas bajas suaves y colinas altas accidentadas.

- Cambisol (Inceptisol): en terrenos de colinas bajas accidentadas y colinas altas suaves y hasta accidentadas.

Descripción de los ensayos

Hasta 1991 se contaba en la EEA VH con 826,5 ha de ensayos silviculturales con especies nativas. De esta extensión, 744 ha eran por regeneración artificial (700 ha por el método de fajas de enriquecimiento y 44 ha como plantación demostrativa) y las 82,5 ha restantes por regeneración natural. Estas plantaciones fueron establecidas por el Proyecto INFOR-JICA desde 1982. En total, se ensayaron alrededor de 44 especies forestales (Cuadro 1). De ellas, por lo menos 16 se encuentran en combinaciones de tres tipos de fisiografía, tres tipos de suelo y tres sistemas de plantación. Actualmente se está elaborando una base de datos de las evaluaciones de supervivencia y crecimiento tomadas durante 13 años consecutivos.

Regeneración artificial

Sistemas en fajas de enriquecimiento

Se establecieron 700 ha de plantaciones en forma de fajas de enriquecimiento, con un total de 37 especies diferentes. Los sistemas probados fueron:

- Fajas de 5 m de ancho con 15 m de entrefaja. Bajo este sistema, los plantones (100/ha) se instalaron linealmente en el centro de la faja, con una separación de 5 m entre plantas. La zona de entrefaja cumplía la función de protección y además proveía de sombra lateral para evitar deformaciones de las plantas introducidas.
- Fajas de 10 m de ancho con 20 m de entrefaja. Se tienen dos variaciones bajo este sistema. En la primera etapa del proyecto (1981-86), los plantones ubicados en las fajas se distribuyeron en un diseño a tresbolillo, con un distanciamiento de 3 m entre plantas. En la segunda etapa, los plantones se distribuye-

Cuadro 1. Especies forestales ensayadas en la Estación Experimental Alexander von Humboldt, Amazonia peruana

Nombre común	Nombre científico	Familia	PF	PD	RN
Acacia	NI ^a	Mimosaceae		x	
Achiote caspi	<i>Bixa platicarpa</i>	Bixaceae		x	
Aguano masha	<i>Huberodendron swietenoides</i>	Bombacaceae	x		
Amasisa	<i>Erythrina ulei</i>	Fabaceae			x
Anis moena	NI	Lauraceae		x	
Añallo caspi	<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	x	x	
Azúcar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Caesalpiniaceae	x	x	
Bolaina blanca	<i>Guazuma crinita</i>	Sterculiaceae	x	x	
Bolaina negra	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	x	x	
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	Meliaceae	x	x	x
Cedro blanco	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae		x	x
Cedro colorado	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	x	x	x
Copaiba	<i>Copaifera</i> sp.	Caesalpiniaceae	x	x	x
Cumala negra	<i>Virola flexuosa</i>	Myristicaceae	x		x
Estoraque	<i>Miroxylum balsamum</i>	Fabaceae		x	x
Goma huayo pashaco	<i>Parkia oppositifolia</i>	Mimosaceae	x	x	
Huayruro colorado	<i>Ormosia schunkei</i>	Fabaceae		x	x
Huayruro rojo	<i>Ormosia macrocalyx</i>	Fabaceae		x	x
Huilmba blanca	<i>Chorisia insignis</i>	Fabaceae		x	x
Huilmba negra	<i>Ceiba samauma</i>	Bombacaceae	x	x	
Ishpingo	<i>Amburana cearensis</i>	Fabaceae		x	x
Lagarto caspi	<i>Calycophyllum brasiliensis</i>	Rubiaceae		x	x
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	x	x	
Maquisapa ñaccha	<i>Apeiba tibourbou</i>	Tiliaceae		x	
Marupá	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	x	x	
Mashonaste	<i>Clarisia</i> sp.	Moraceae			x
Moena negra	<i>Nectandra</i> sp.	Lauraceae			x
Palo sangre blanco	<i>Pterocarpus amazonicum</i>	Fabaceae		x	x
Palo sangre amarillo	<i>Swartzia poliphylla</i>	Caesalpiniaceae	x	x	
Paita moena	NI	Lauraceae		x	
Pashaco	NI	NI			x
Pino regional	<i>Alseis peruviana</i>	Rubiaceae		x	x
Pumaquiro	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	x	x	x
Quillobordón amarillo	<i>Aspidosperma</i> sp.	Apocynaceae	x		x
Quillobordón colorado	<i>Aspidosperma</i> sp.	Apocynaceae	x		
Quinilla colorada	<i>Manilkara bidentata</i>	Sapotaceae	x	x	
Tahuarí amarillo	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae	x	x	x
Tahuarí negro	<i>Tabebuia</i> sp.	Bignoniaceae	x	x	
Tornillo	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	Mimosaceae	x	x	x
Ubos	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	x	x	x
Vilco pashaco	<i>Parkia</i> sp.	Mimosaceae	x	x	
Yacushapana amarilla	<i>Terminalia oblonga</i>	Combretaceae	x	x	x
Yacushapana negra	<i>Terminalia amazonia</i>	Combretaceae	x		

PF = Plantación en fajas PD = Plantación demostrativa (a campo abierto)

RN = Regeneración natural (de especie única o mixta) NI = no identificado

ron en doble hilera con respecto al centro, para evitar que los árboles de la zona de entrefaja sombreen a las plantas instaladas, dificultando su crecimiento.

- Fajas de 30 m de ancho con 30 m de entrefaja. En este sistema la distancia entre plantas, tanto en longitud como en ancho, es de 5 m. En las fajas las operaciones de cuidados culturales son más dificultosas y requieren de mayor tiempo.

En los Cuadros 2, 3 y 4 aparecen los resultados para las especies que mostraron mejor crecimiento en los diferentes ensayos de plantación en fajas. Aunque es una especie de crecimiento relativamente lento, el ishpingo es la especie

que mejor crecimiento ha mostrado bajo este método de plantación.

En resumen, se tienen los siguientes resultados para las especies más promisorias;

- Tornillo: crece mejor en suelo acrisol, en fajas de 5 m, 10 m y 30 m de ancho
- Marupá: suelo gleysol y cambisol, en fajas de 10 y 30 m de ancho
- Bolaina blanca: suelo gleysol y cambisol, en fajas de 10 y 30 m
- Goma huayo pashaco: suelo gleysol, en fajas de 10 y 30 m de ancho
- Ishpingo: suelo acrisol; en fajas de 5 y 10 m de ancho

Cuadro 2. Especies con mejor crecimiento en plantaciones en fajas de enriquecimiento de 5 m y entrefajas de 15 m. Año de evaluación: 1994

Espece	Año Plant.	Suelo	Fisiografía	Altura (m)	Diám. (cm)	IMA diám. (cm/año)
Tornillo	1982	GI-Ac	1-2	18,36	17,5	1,46
	1984	GI-Ac	1-2	20,20	17,7	1,77
	1986	B	3	14,67	11,0	1,37
	1987	Ac	2	15,62	12,1	1,73
Marupá	1984	GI	1	15,79	17,8	1,78
	1985	GI	1	13,90	9,3	1,03
	1987	Ac	2	11,91	9,0	1,29
	1984	Ac-B	2-3	13,67	12,0	1,20
	1986	B	3	14,13	11,1	1,39
Bolaina blanca	1984	B	3	17,50	15,6	1,56
Goma huayo pash.	1984	GI-Ac	1-2	12,38	13,2	1,32
	1985	GI-B	1-3	13,66	12,8	1,42
Ishpingo	1984	GI	1	8,29	8,2	0,82
	1985	GI	1	6,35	4,5	0,50
	1982	GI-Ac	1-2	6,74	6,3	0,52
	1984	GI-Ac	1-2	8,60	6,4	0,64
	1984	Ac-B	2-3	9,12	7,9	0,79
	1987	Ac	2	5,28	4,3	0,61
	1986	B	3	7,41	5,9	0,74
	1986	B	3	6,00	5,2	0,65
	1986	B	3	6,86	6,0	0,75
	1988	B	3	4,88	4,7	0,78
Huimba blanca	1984	GI-Ac	1-2	14,41	22,0	2,20

Suelo: GI = Gleysol Ac = Acrisol B = Cambisol (Chromic cambisol y Verthic cambisol)

Fisiografía: 1 = Plano 2 = Ondulado 3 = Colina

Plantaciones demostrativas a campo abierto

Entre 1984 y 1987 se establecieron plantaciones a campo abierto (condiciones de plena luz) para un total de 32 especies, a razón de una especie por hectárea. El terreno fue anteriormente un campo de cultivo en abandono, sobre suelo Gleysol. Los mejores resultados (Cuadro 5) se ob-

tuvieron con las especies bolaina blanca (*Guzuma crinita*), goma huayo pashaco (*Parkia oppositifolia*), huimba blanca (*Chorisia insignis*), huimba negra (*Celba pentandra*), copaliba (*Copaifera officinalis*) y yacushapana amarilla (*Terminalia oblonga*). Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis*) presentó un buen comportamiento en suelo Acrisol, a pesar de tener nueve años de establecido.

Cuadro 3. Especies con mejor crecimiento en plantaciones en fajas de enriquecimiento de 10 m y entrefajas de 20 m. Año de evaluación: 1994

Especie	Año	Suelo	Fisiografía	Altura (m)	Diám. (cm)	IMA diám. (cm/año)
Tornillo	1985	GI-Ac	1	20,05	16,7	1,86
	1987	B	2	15,06	12,2	1,74
	1985	B	3	11,21	9,4	1,04
	1986	B	3	13,20	11,4	1,42
Marupá	1985	GI-Ac	1	16,08	14,5	1,61
	1984	GI-B	1-3	16,94	14,4	1,44
	1984	Ac	2	16,16	7,2	1,72
	1985	B	3	3,43	1,4	1,26
	1986	B	3	12,40	0,2	1,27
Bolaina blanca	1984	GI	1	21,29	17,5	1,75
	1985	GI-Ac	1-2	16,39	11,4	1,27
	1985	GI-Ac	1-2	11,94	10,2	1,12
	1984	GI-B	1-3	22,30	19,8	1,98
	1985	B	3	5,99	5,2	0,58
	1986	B	3	17,77	15,7	1,57
Goma huayo pash.	1984	GI	1	11,14	16,0	1,60
	1985	GI-Ac	1-2	13,05	15,3	1,70
	1984	GI-B	1-3	11,49	10,9	1,09
Ishpingo	1985	GI-Ac	1	8,51	6,3	0,70
	1987	Ac	2	5,37	4,6	0,77
	1985	B	3	8,38	7,4	0,82
	1986	B	3	6,80	5,3	0,66
Yacushapana negra	1986	B	3	8,15	8,1	1,97

Regeneración natural

Las parcelas para el manejo de la regeneración natural se establecieron sobre una superficie de 82,5 ha bajo dos sistemas:

- Mixto: manejo de regeneración natural de varias especies
- Puro: manejo de regeneración natural de una sola especie.

Cuadro 4. Especies con mejor crecimiento en plantaciones en fajas de enriquecimiento de 30 m y entrefajas de 30 m. Año de evaluación: 1994

Espece	Año	Suelo	Fisiografía	Altura (m)	Diám. (cm)	IMA diám. (cm/año)
Tornillo	1983	Gl-Ac	1	14,89	12,4	1,13
	1984	Gl-Ac	1	22,32	23,4	2,34
	1984	Gl-Ac	1	25,60	26,5	2,65
	1987	Ac	1	17,15	14,3	2,04
	1988	Ac	2	13,24	11,5	1,92
	1988	B	3	6,20	5,4	0,90
Marupá	1984	Gl-Ac	1	14,89	16,3	1,63
	1987	Ac	1	12,10	10,3	1,47
Bolaina blanca	1984	Gl-Ac	1	24,91	22,8	2,28
	1984	Gl-Ac	1	27,07	26,7	2,67
	1988	Gl	3	17,85	13,6	2,27
Goma huayo pash.	1983	Gl-Ac	1	15,30	13,7	1,24
	1984	Gl-Ac	1	15,07	18,8	1,88
	1988	Gl	3	11,51	13,7	2,28
	1987	Ac	1	6,20	4,5	0,64
	1988	Ac	2	7,13	8,0	1,33
	1988	Ac	2	6,88	6,6	1,32
Ishpingo	1988	Gl	3	5,53	5,0	0,83
	1984	Gl-Ac	1	8,80	8,0	0,80
	1987	Ac	1	6,31	4,8	0,69
	1988	Ac	2	6,36	5,5	0,92
	1988	B	3	5,80	4,8	0,80
Yacushapana amar.	1988	Gl	3	7,62	7,5	1,25

Cuadro 5. Especies con mejor crecimiento en plantaciones a campo abierto (1 ha por especie).

Espece	Año	Suelo	Fisiografía	Altura (m)	Diám. (cm)	IMA diám. (cm/año)
Huímba blanca	1985	Gl	1	14,48	31,3	3,48
Amacisa	1985	Gl	1	22,08	29,2	3,24
Tornillo	1986	Gl-Ac	1-2	19,98	23,8	2,97
Huímba negra	1985	Gl	1	12,95	20,1	2,23
Bolaina blanca	1984	Gl	1	21,54	20,1	2,01
Goma huayo pashaco	1984	Gl	1	12,69	18,0	1,80
Yacushapana amarilla	1986	Gl-Ac	1-2	13,40	12,2	1,52
Copaiba	1984	Gl	1	7,30	11,0	1,10

Suelo: Gl = Gleysol Ac = Acrisol B = Cambisol (Chromic cambisol y Vertic cambisol)
 Fisiografía: 1 = Plano 2 = Ondulado 3 = Colina

En el sistema mixto, se seleccionaron grupos de árboles semilleros de especies valiosas, esta área fue designada como parcela de regeneración natural. Antes de que los árboles padres diseminaran, se rozó el bosque con el fin de aumentar el ingreso de luz al estrato inferior, mejorando así las condiciones para la germinación y el desarrollo de las plántulas y brinzales. Aunque hubo una germinación aceptable, el desarrollo de las plántulas fue desigual y algunas especies no prosperaron. Asimismo, el manejo posterior fue complicado, debido a los requerimientos variables de luz y la alta variabilidad en la época de diseminación para las diferentes especies. En consecuencia, el momento óptimo de la apertura del dosel y la irregularidad en la producción de semillas no permitió un manejo uniforme de la parcela; por ello, este sistema se excluyó del estudio de la regeneración natural.

En el sistema puro, los árboles semilleros fueron de las especies comerciales más deseadas. Debido a que los árboles semilleros de una misma especie por lo general no se encuentran agrupados, el área de manejo fue pequeña. Sin embargo, el manejo de la regeneración alrededor de un árbol o agrupamiento de árboles de una misma especie resulta más ventajoso y sencillo, ya que simplifica los problemas de las épocas oportunas de diseminación y diferentes intensidades de luz, así como la facilidad en el reconocimiento de la regeneración, además de que no requiere encontrar áreas no intervenidas, sino disponer por lo menos de un árbol para su manejo en forma natural.

Los costos de preparación de sitio y mantenimiento en áreas manejadas mediante este sistema son significativamente inferiores, ya que evitan gastos de adquisición de plántones, además de disminuir la frecuencia de mantenimiento, pues la estructura del dosel se modifica en forma gradual. Los raleos son de suma importancia para disminuir la competencia por espacio aéreo y terrestre, además que permiten seleccionar los mejores ejemplares. Estas prácticas pueden proporcionar un ingreso adicional por productos maderables de corta edad.

Otros estudios relacionados

Fenología

Se tienen establecidos 13 rodales semilleros con un total de 815 árboles, pertenecientes a 115 especies forestales de 30 familias diferentes. Se ha elaborado un calendario fenológico para 95 especies forestales de la zona. La primera parte (para 55 especies) fue concluido en 1987 y la segunda (40 especies) en 1996. Se identificó el comportamiento fenológico de este grupo de especies mediante los eventos de foliación, floración, fructificación y dispersión de semillas. Los registros fenológicos corresponden a un periodo de observación de 8 a 14 años, según la especie.

Entomología forestal

Se condujeron diversos ensayos y estudios biológicos y silviculturales del barrenador del brote de las melláceas, *Hypsipyla grandella*, que ataca a la caoba (*Swietenia macrophylla*) y al cedro colorado (*Cedrela odorata*), dos de las maderas más valiosas en la Amazonia. Estos ensayos se dirigieron a evitar y/o controlar la plaga mediante control químico y medidas silviculturales. Los resultados preliminares (hasta 1992, cuando concluyó esta línea de investigación) indican que los árboles jóvenes de cedro fueron más atractivos al insecto que los árboles jóvenes de caoba. Respecto al control químico, la emulsión piretroide pulverizada sobre la superficie de las hojas resultó ser el método más efectivo, pues permanece activa de 3 a 5 semanas. Si se desea obtener un mejor crecimiento, los árboles de caoba deberán ser plantados en fajas de 5 m de ancho, de preferencia en laderas de suelo Cambisol, y el cedro colorado en fajas de 5 m de ancho sobre laderas de suelo Acrisol. Con ambas especies, la densidad no debería superar 10 - 15 plantas por hectárea.

Balance de las experiencias

De las experiencias silviculturales realizadas con la cooperación técnica y financiera de la FAO, solamente quedan informes de proyecto y algunas publicaciones técnicas, pues las áreas establecidas fueron destruidas por agricultores migratorios. Sin embargo, las áreas instaladas con el apoyo de la Cooperación Técnica del Japón aún existen y constituyen un potencial de conocimiento de gran valor.

El objetivo general de los trabajos de investigación silvicultural realizados por el proyecto INIA/JICA fue desarrollar técnicas y tecnologías para la producción sostenible de maderas valiosas de bosques tropicales, con el fin de proveer de este recurso a la industria. Los trabajos se desarrollaron principalmente en el establecimiento de 700 ha de plantaciones de enriquecimiento y una plantación demostrativa de 50 ha; paralelamente, se programó el manejo de 100 ha de regeneración natural mixta y homogénea. La planificación e implementación de los trabajos en el campo fue bien organizada y los mantenimientos planificados; pero por tratarse de un proceso de estudio nuevo en el país, las necesidades han sido determinadas de acuerdo con las condiciones del experimento. A partir de 1990, por restricciones presupuestarias, se priorizan los mantenimientos a las plantaciones jóvenes.

En las plantaciones se combinaron los cinco sistemas de plantación en cuatro tipos de suelo y tres tipos de fisiografía, para estudiar las características de crecimiento y las respuestas a las diferentes combinaciones de plantación. Los distanciamientos utilizados fueron de 3 x 3 m en fajas de 30 m y a campo abierto, y 5 x 5 m en fajas de 5, 10 y 30 m a campo abierto y bajo dosel.

Las plantaciones bajo dosel fueron instaladas para buscar un método de control silvicultural de *Hypsipyla grandella* a las meliáceas cedro y caoba; el experimento no tuvo éxito, pues las plantaciones fueron completamente destruidas. Como se buscaba diseñar un método de control integrado de la plaga, se contó con plantaciones adicionales para el control químico; pero tampoco se tuvo éxito.

Las plantaciones en fajas de enriquecimiento se

usaron para determinar el rango de intensidades de luz en que se desarrollan las diferentes especies, así como la intensidad óptima para su desarrollo exitoso.

De otro lado, las plantaciones a campo abierto se realizaron con el fin de estudiar las características morfológicas y de crecimiento en esas condiciones, pero los suelos donde se instalaron las plantaciones no eran apropiados para muchas de las especies, por lo que se alcanzaron resultados satisfactorios solamente en algunas de ellas. Los resultados indicaron que este método de plantación es recomendable para especies valiosas y de crecimiento gregario. Especies como *Cedrelinga catenaeformis*, *Guazuma crinita*, *Terminalia oblonga*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Amburana cearensis*, *Callicophyllum spruceanum*, entre otras, son alternativas viables para plantaciones a campo abierto y para el manejo de la regeneración natural homogénea.

Se tuvo problemas iniciales de mortandad en la instalación de las plantaciones, por el desconocimiento de los requerimientos de suelo y luz de las especies. Al cabo de 13 años de investigación, se tiene un conocimiento básico muy sólido sobre estas necesidades para las diferentes especies en estudio.

La experimentación en regeneración natural consistió en ubicar material genético reproducible (árboles padres élite de maderas valiosas), al cual se le hizo un seguimiento fenológico continuo para determinar las épocas de fructificación y dispersión. Se utilizaron técnicas de apertura de dosel para favorecer la regeneración. El manejo de varias especies (o mixto) resultó demasiado difícil. El mejor resultado fue sin duda el obtenido con el manejo para una única especie: *Cedrelinga catenaeformis* Ducke. Se optó, entonces, por abandonar el manejo. Las áreas de manejo de varias especies valiosas quedaron solamente para el estudio de fenología.

Se logró el manejo de regeneración natural única de *Cedrelinga catenaeformis*, pero se observó que esta especie crece bien en forma natural con especies valiosas como *Cedrela odorata*, *Amburana cearensis*, *Aspidosperma macrocarpon*, lo que haría deseable un manejo de re-

generación natural mixta alrededor de esta especie. Este método de manejo no funcionó porque no se prestó la suficiente atención. Se buscaban resultados rápidos y no se observó la posibilidad de manejar en forma sostenida estos bosques según el potencial de madera en pie para futuras cosechas.

Se han realizado algunos estudios de rendimientos y de costos para *Guazuma crinita* y *Cedrelinga catenaeformis*, que pueden ser casos representativos para especies de rápido (8 - 10 años) y mediano crecimiento (20 - 40 años). Para *Guazuma crinita*, se obtuvo hasta 0,5 m³/árbol; o sea, cuatro trozas de 2,5 m cada una. En la zona de Pucallpa, el ciento de tablas de bologna blanca de 1" x 4" x 8" tiene un valor aproximado de \$30, y esa cantidad de tablas se consigue con aproximadamente 3,5 árboles. En el caso del tornillo, en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (perteneciente al IAP) y en la EEA VH se hicieron proyecciones para su crecimiento hasta los 30 años para utilizarse como madera corta. Se determinó un crecimiento en altura de 35 m aproximadamente, un diámetro de 39,6 cm y un volumen proyectado de 2,2 m³ por árbol. Sin embargo, en un estudio sobre esta especie, Vidaurre (1994) encuentra que bajo condiciones de plantación en la zona de Tingo María, sobre suelos similares a los del CIJH y de la EEA VH, a la edad de 37 años esta especie alcanzó 1,10 m de diámetro y 30 m de altura aprovechable. En ese sentido, un cálculo a priori arroja un volumen de 5,5 m³ por árbol, lo que es equivalente a 1210 pies tablares (actualmente el pie tablar de esta especie tiene un precio de \$0,95); esto rendiría un aproximado de \$1150/árbol a los 30-40 años.

Actualmente es posible regenerar áreas utilizando la tecnología silvicultural que se posee para las especies siguientes: *Cedrelinga catenaeformis*, *Guazuma crinita*, *Amburana cearensis*, *Aspidosperma macrocarpon*, *Callicophyllum spru-*

ceanum y *Terminalia oblonga*.

En la región de Ucayali, los Comités de Reforestación y algunas ONG vienen trabajando con las técnicas desarrolladas. Las instituciones gubernamentales no han realizado transferencia de tecnología en forma directa; más bien han sido los propios investigadores quienes han diseminado su conocimiento, al irse a trabajar en otras instituciones.

Necesidades de Investigación

- Requerimientos de luz para el manejo de la regeneración natural de especies valiosas seleccionadas.
- Determinación del o los tipos de suelo donde desarrollan con éxito especies valiosas y otras con potencial a futuro.
- Técnicas de manejo mixto de la regeneración natural.
- Estudio de gremios alrededor de especies valiosas.
- Silvicultura de especies valiosas de crecimiento gregario y especies con características heliófitas para la recuperación de áreas deforestadas.
- Técnicas para desarrollar características adecuadas para la regeneración óptima de especies de rápido y mediano crecimiento bajo condiciones de suelos compactados y degradados.
- Productos diferentes a la madera que puedan reportar fuentes adicionales de ingresos en un manejo integral del bosque (como plantas medicinales, biocidas, ornamentales, palmeras, etc.).
- Conservación de recursos genéticos, colección de germoplasma, creación de huertos semilleros y clonales.
- Continuar la investigación sobre la conservación de semillas.

ANEXO

Publicaciones basadas en trabajos realizados en la EEAyH

- ANGULO, W. 1995. Experiencias silviculturales para el establecimiento de regeneración artificial en el Bosque del Campo Experimental Alexander von Humboldt INIA-Estación Experimental Pucallpa. Tesis Ing. Forestal. Iquitos, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 94 p.
- ANGULO, W; VIDAURRE, H. 1990. Técnicas y resultados de investigación en regeneración artificial. Pucallpa. 5p.
- ALVAN, G. 1988. Regeneración de bosques en la Selva. En: Revista del INIAA. Lima. 2 p.
- CARRERA, F. 1987. Experiencias y resultados de las plantaciones forestales en la Zona Forestal Alexander von Humboldt. Documento de trabajo N°5. Pucallpa. INFOR-COTESU. 79 p.
- INFOR-JICA. 1985. Proyecto de estudio conjunto sobre investigación y experimentación en regeneración de bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. Pucallpa. INFOR-JICA. 38p.
- INIAA. 1990. Técnicas de regeneración de bosques en la Amazonía. En: Revista del INIAA. Lima. 2 p.
- INIAA-JICA. 1988. Estudio conjunto sobre investigación y experimentación en regeneración de bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. Informe Técnico de 1981 a 1986. Lima. 284 p.
- INIAA-JICA. 1991. Manual Silvicultural. Informe Final del Proyecto Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. Japón, INIAA-JICA. 260 p.
- INIAA-JICA. 1991. Monografías. Informe Final del Proyecto Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. Japón, INIAA-JICA. 260 p.
- INIAA-JICA. 1991. Fotografías. Informe Final del Proyecto Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. Japón, INIAA-JICA. 260 p.
- JICA. 1982. Informe de coordinación para el Proyecto de Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques en la Zona Amazónica de la República del Perú. Japón, JICA. 109 p.
- JICA. 1988. Informe de la II etapa de la ejecución para el Proyecto Estudio Conjunto sobre Investigación y Experimentación en Regeneración de Bosques Tropicales en la Zona Amazónica de la República del Perú. Lima. 75p.
- MARUYAMA, E. 1987. Manejo de la regeneración natural de 'Tornillo' *Cedrelinga catenaeformis* Ducke. Pucallpa. 47 p.
- MARUYAMA, E. 1987. Respuesta de Tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) al almacenamiento de las semillas y comportamiento de la regeneración natural en la zona de Alexander Von Humboldt (Pucallpa - Perú). Tesis. Ing. Forestal. Lima, Universidad Nacional Agraria "La Molina". 178 p.
- MARUYAMA, E ; CARRERA, F ; ANGULO, W. 1987. Técnicas de establecimiento de plantaciones forestales en la Zona de Alexander von Humboldt. Documento de Trabajo N° 2. Pucallpa. INFOR-COTESU. 51 p.
- MASSON, J; RICSE A. 1977. Un ejemplo de metodología empleada en el control de ensayos silviculturales. PNUD/FAO/PER/71/551. Unidad de Silvicultura y Manejo. Documento de Trabajo No. 9. 18 p.
- MASSON, J ; RICSE, A. 1977. Reducción de competencia en plantaciones de enriquecimiento con la aplicación de un arboricida. PNUD/FAO/PER/71/551. Unidad de Silvicultura y Manejo. Documento de Trabajo No.10. 28 p.
- MASSON, J; RICSE, A. 1977. Plantaciones de Enriquecimiento en el Bosque Nacional Alexander Von Humboldt. PNUD/FAO/PER/71/551. Unidad de Silvicultura y Manejo. Documento de Trabajo No. 11. 21 p.
- PERU. 1986. Avances de la silvicultura en la Amazonía Peruana. Instituto Nacional de Desarrollo. Lima INADE. Serie: Documentos de Trabajo N 11. 286 p.
- VIDAURRE, H. 1992. Tecnologías para el manejo de los bosques tropicales (I). Proyecto Suelos Tropicales. Boletín Técnico N° 3. Pucallpa, INIAA. 29 p.
- VIDAURRE, H. 1992. Tecnologías para el manejo de los bosques tropicales (II). Proyecto Suelos Tropicales. Boletín Técnico N° 4. Pucallpa, INIAA. 29 p.
- VIDAURRE, H. 1992. Silvicultura y manejo de Guazuma crinita Mart. INIAA-SUELOS TROPICALES. Ucayali. 28p
- VIDAURRE, H. 1993. Análisis de características del sitio que prefiere la regeneración de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke 'Tornillo'. Tesis Ing. Forestal. Lima, Universidad Nacional Agraria "La Molina". 128 p.
- VIDAURRE, H. 1993. Análisis de las características de manejo y suelos que prefiere *Cedrelinga catenaeformis* Ducke 'Tornillo'. Proyecto Suelos Tropicales. Revista Suelos Tropicales. Lima, INIA. 43p.
- VIDAURRE, H. 1994. Balance de experiencias silviculturales con *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Mimosoideae) en la región de Pucallpa, Amazonía Peruana. Tesis M. Sc. Costa Rica, CATIE. 131 p.
- VIDAURRE, H. 1995. *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (Mimosoideae) en la región de Pucallpa, Amazonía Peruana una especie de uso múltiple. Curso de Capacitación: Caracterización y diagnóstico para diseñar proyectos de investigación agroforestal, ICRAF-PERU. Yurimaguas. 46 p.

// Experiencias silviculturales en Jenaro Herrera, Amazonia Peruana

✓
Luis Freitas* Juan Baluarte*, Héctor Vidaurre*

Introducción

Jenaro Herrera, en la Amazonia nororiental del Perú, es quizá la localidad en el país donde se cuenta con la mayor cantidad de experiencias en silvicultura de especies forestales nativas amazónicas en condiciones de plantación. Con ensayos pioneros que datan de 1969, estas experiencias constituyen una valiosa fuente de referencia para programas de reforestación y manejo forestal, así como para investigaciones que se vayan a emprender. Además, son de gran valor para fines de enseñanza, pues representan alternativas prácticas en el uso de la tierra y en el manejo del recurso forestal en la Amazonia. A pesar del esfuerzo realizado, es todavía relativamente poco lo que se ha divulgado de estos más de 25 años de experiencias.

Desde sus inicios hasta 1982, la investigación forestal tuvo una mayor orientación hacia la silvicultura de plantaciones, cuyo objetivo era seleccionar especies nativas promisorias en función de su comportamiento silvicultural y del valor comercial de su madera. A partir de 1982 se fomentaron los estudios en bosques naturales, orientados al conocimiento de su potencial cuali-cuantitativo y a su caracterización ecológica y silvicultural.

El presente documento pretende dar a conocer, con cierto detalle, los antecedentes históricos de la silvicultura en lo que hoy es el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), y los resultados más recientes en la línea de trabajo 'Silvicultura de especies forestales para plantaciones'. No se describen aquí los estudios realizados en la línea 'Ecología y silvicultura de bosques naturales', mucho más reciente que la anterior.

Descripción del área

El Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH) se localiza en las tierras bajas del noreste de la Amazonia Peruana, en la región Loreto, provincia de Requena, a 73°40' O y 4°54' S y una altitud de 125 msnm. La temperatura media anual es de 26,4°C, con poca variación a lo largo del año (25,2°C en julio y 26,9°C en noviembre y marzo). La precipitación media anual es de 2687 mm, con máximas y mínimas de 1700 y 4000 mm, respectivamente. Entre octubre y abril se presenta un periodo lluvioso, con precipitaciones mayores a 200 mm por mes, siendo más intensas entre enero y abril. Un periodo menos lluvioso se registra de junio a setiembre, y eventualmente entre diciembre y marzo. Esta característica del clima local lo ubica en la zona subclimática oeste amazónica, cercana del límite con el sub-clima de Manaus, caracterizado por una sola estación seca. La humedad relativa del aire alcanza un promedio anual de 87%.

Para fines silviculturales se resalta que la estacionalidad pluviométrica, aunque poco marcada, tiene importancia en los fenómenos que provocan la florecencia. El 80% de las especies del bosque de "tierra firme" presenta ritmos de floración correlacionados con las precipitaciones y dispersan sus frutos siempre, o una vez al año entre diciembre y abril.

En Jenaro Herrera se presentan dos paisajes marcadamente distintos: la planicie aluvial fluvial, inundada estacionalmente durante el periodo de creciente del río Ucayali, y la llanura interfluvial o zona de altura ('tierra firme'), no influenciada por las avenidas del río principal. Es sobre esta última que se desarrolla la investigación forestal en el CIJH.

En la zona de altura se distinguen tres unidades fisiográficas: terraza baja, terraza alta y colina

* Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana, Iquitos, Perú

baja. Todas las plantaciones forestales, a excepción de una, han sido instaladas en la terraza alta, que presenta sucesivamente varios tipos de suelos, desde los bordes hasta el centro. En esta sucesión se encuentran suelos de color mayormente anaranjado-rojo (acrisol órtico), suelos amarillo-anaranjados con presencia creciente de un horizonte superior grisáceo, suelos dominados por tonos grises y finalmente suelos blancos (podzol órtico) (Claussi et al. 1992).

La vegetación corresponde al bosque húmedo tropical, y se han identificado 11 tipos de bosques caracterizados por su florística y estructura (Freitas 1987): bosque ribereño alto, bosque latifoliado de restinga de tahuampa, bosque latifoliado de bajal de tahuampa, palmeral de tahuampa, bosque latifoliado de terraza baja, varillal de terraza baja, chamizal de terraza baja, bosque latifoliado de terraza alta sobre suelo rojo, bosque latifoliado de terraza alta sobre suelo amarillo, varillal de terraza alta y chamizal de terraza alta.

La población en la zona de influencia del CIJH es de aproximadamente 1000 familias (6000 habitantes) y las actividades económicas que realizan abarcan la agricultura, extracción de maderas, recolección de frutos, caza y pesca.

Historia de las investigaciones silviculturales

Las experiencias silviculturales en Jenaro Herrera comienzan en 1967, como parte del Proyecto de Asentamiento Rural Integral Jenaro Herrera (PARI-JH), que había iniciado en 1965. Este proyecto de cooperación técnica fue ejecutado por la Región Agraria de Loreto del Ministerio de Agricultura del Perú, con financiamiento de la Cooperación Técnica del Gobierno Suizo (COTESU)¹ De aquella fecha hasta la actualidad se

pueden reconocer tres etapas: (1) de 1969 a 1982, con el PARI-JH y COTESU; (2) de 1983 a 1992, con IIAP/CIJH y COTESU/INTERCOOPERATION, y (3) de 1993 al presente, con IIAP/CIJH.

Primera etapa. Se instalaron experimentos en pequeña escala, en forma de plantaciones a campo abierto con cedro (*Cedrela odorata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) y de especies exóticas que incluyeron varios *Pinus* y *Eucalyptus*, así como las especies africanas *Terminalia superba* y *Nauclea diderrichii*. Estos ensayos se efectuaron en áreas desboscadas que fueron cultivadas por un ciclo agrícola de 2-3 años; las limpiezas fueron frecuentes y totales. Al cabo de algunos años estas plantaciones fracasaron, lo que se atribuyó a problemas de adaptación a las condiciones de sitio y por falta de métodos de control frente al ataque de *Hypsiphylia grandella*, en el caso de las Meliáceas.

En 1971 se optó por experimentar con la especie nativa *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo). A partir de 1973 se empezó a instalar anualmente un ensayo de comportamiento con 12 especies nativas, tanto en condiciones de campo abierto como bajo cubierta (en líneas de enriquecimiento). Estos ensayos eran instalados por alumnos del Centro Educativo para Trabajadores Forestales de Jenaro Herrera, en el marco de sus prácticas de aprovechamiento y plantación; sin embargo, al cerrarse este Centro en 1978 se interrumpen los ensayos.

Simultáneamente con los ensayos, a partir de 1972 se iniciaron las primeras plantaciones experimentales a campo abierto con las especies consideradas más prometedoras (*Cedrelinga catenaeformis* y *Simarouba amara*) y algunas otras que se creían prometedoras (*Hymenaea* spp., *Protium* spp. y *Ocotea aciphylla*). Desde 1977 se priorizaron las plantaciones de enriquecimiento en bosques selectivamente aprovechados, utilizándose en una misma plantación hasta 20 es-

¹ En 1967, se inició la colonización de esta zona promovida por el Ministerio de Agricultura, con el apoyo técnico y financiero de COTESU. En aquella época, todos los proyectos de desarrollo en la Amazonia peruana consideraban la ganadería como pilar económico del futuro, por lo que el bosque era un estorbo que vencer y no un componente útil. Por otro lado, las recién creadas facultades forestales del país, propiciaban una silvicultura de plantaciones con especies exóticas. Así, los incipientes conocimientos sobre el bosque nativo dependían totalmente de la sabiduría de los 'materos' (pobladores locales con conocimientos de la flora local y sus usos tradicionales). Con la llegada, en 1967, del primer forestal suizo, Ing. Juan Laurent, se inicia la tarea de organizar el aprovechamiento y tala del bosque como paso previo al establecimiento de pastizales; pero, animado por la convicción de demostrar que el bosque podía constituirse en un pilar económico para el colono, inicia los primeros trabajos de investigación silvicultural en la zona.

pecies diferentes. Después de la extracción de unos cinco árboles por hectárea, la regulación de la luz sobre las líneas se efectuaba mediante anillamiento de árboles que ejercían sombra; además, en las líneas se favorecía el crecimiento de la regeneración natural de especies seleccionadas.

Las especies nativas fueron plantadas a campo abierto con distanciamientos variados entre plantas: 2x3, 2x2, 2x4, 2,5x2,5, 2,5x4, 3x2, 3x3, 4x2 y 5x5 m, en superficies que iban de 0,028 hasta 2 hectáreas. En el caso de las plantaciones en fajas de enriquecimiento, los distanciamientos probados fueron: 2x15, 2x20, 3x20, 4x20 y 5x5 m, en superficies de 0,75 a 12,1 ha.

En total, desde 1971 hasta 1980 se instalaron 45 plantaciones de especies forestales nativas, las que recibieron distinto grado de control y mantenimiento. Después de diez años de observaciones, se seleccionaron diez especies como promisorias (detalles más adelante). Las plantaciones fueron de varios tipos: ensayo o comportamiento, experimental, adaptación y arboretum. En los tres primeros tipos se aplicaron varios diseños (como el Nelder) para probar distanciamientos y bloques al azar para estudios de crecimiento.

En 1980 se inició un periodo de crisis institucional, lo que trajo como consecuencia el descuido y abandono por falta de mantenimiento a las plantaciones forestales. En 1982 finalizó el convenio con la COTESU; sin embargo, ese mismo año se crea el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera (CIJH), como un órgano descentralizado del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).

Segunda etapa. En 1983, el IIAP retoma las investigaciones, esta vez en el marco del estudio "Silvicultura en plantación de especies forestales nativas en Jenaro Herrera", el cual va hasta 1990 con apoyo de la COTESU a través de Intercooperation. Ese año se inicia un diagnóstico exhaustivo general de todas las plantaciones, con el fin de determinar cuales experimentos merecían seguir en marcha. El trabajo incluyó la recopilación, ordenamiento y depuración de los datos existentes sobre las plantaciones y la orga-

nización de procedimientos para la recolección y tratamiento de datos en el futuro.

Los resultados del diagnóstico permitieron concentrar esfuerzos en el análisis detallado de los rodales homogéneos que se habían mapeado, limpiado y parcialmente medido. La evaluación de esta información permitió, por un lado, determinar áreas libres en los lugares donde no tenía sentido mantener las plantaciones existentes, ya fuera por mal crecimiento, manejo inadecuado o documentación incompleta. Por otro lado, clasificar las plantaciones homogéneas que continuarían siendo evaluadas en tres clases: plantaciones arboretos, plantaciones de selección y plantaciones de experimentación silvicultural.

La evaluación y análisis de los ensayos de selección permitió determinar diez especies promisorias: *Cedrelinga catenaeformis*, *Simarouba amara*, *Guatteria elata*, *Parkia multijuga*, *Parkia igneflora*, *Aspidosperma schultesii*, *Ormosia* sp., *Carapa guianensis*, *Virola albidiflora* e *Iryanthera elliptica*. Se realizó un inventario ecológico-forestal de estas especies, con el fin de conocer las variables autoecológicas.

En esta etapa se programaron e instalaron nuevos ensayos a campo abierto, con el fin de aplicar los tratamientos silviculturales más apropiados para asegurar una producción óptima de madera de las diferentes especies, principalmente de *Cedrelinga* y *Simarouba*.

Se instalaron nuevas plantaciones con diseño tipo Nelder, que permitieron encontrar una tendencia al estancamiento en el crecimiento diamétrico y altitudinal en los espaciamientos menores. Muchas de estas plantaciones fueron establecidas cerca de potreros donde pastan búfalos, razón por la cual algunas fueron destruidas por los animales, o bien fueron afectadas por incendios. Los árboles en los espaciamientos mayores fueron generalmente afectados por el viento, más aún si se utilizaron plantones grandes.

En esta etapa se realizó una buena planificación y ejecución de las actividades de campo, así como una sistematización adecuada de la

información. El apoyo que prestó la cooperación técnica suiza fue determinante para cumplir con los objetivos trazados. La capacitación del personal obrero y profesional en eventos, tanto nacionales como internacionales, se reveló en la calidad y resultados de los trabajos.

Un logro muy importante y significativo fue la publicación de los resultados. Un primer documento fue sobre Propagación de Especies Forestales Nativas Promisorias en Jenaro Herrera y posteriormente, Descripción Silvicultural de las Plantaciones Forestales de Jenaro Herrera. Aunque se contaba con mucha más información útil, el retiro de la cooperación técnica internacional no permitió producir nuevas publicaciones.

Los trabajos sobre silvicultura de bosques naturales también tuvieron un gran impulso en esta etapa. Se realizaron estudios sobre identificación y descripción de especies y de las asociaciones vegetales. En proceso de publicación hay tres documentos técnicos que caracterizan los bosques de la zona, cuya información proporciona un cuadro descriptivo básico de la composición, organización horizontal y vertical del bosque y el temperamento silvicultural de las especies; además, se incluyen indicaciones preliminares de utilidad para fines de manejo del bosque.

Tercera etapa. En 1993, el IIAP-CIJH asumió completamente el control de las investigaciones. No se instalaron más plantaciones, pero se siguieron realizando los mantenimientos. Sin embargo, muchas de las labores silviculturales planificadas no se llegaron a efectuar de acuerdo con el cronograma, principalmente debido a limitaciones económicas; además, parte del personal calificado se retiró del proyecto.

En la actualidad, el área de plantación que se viene manejando es de 20 ha en campo abierto, 40 ha bajo cubierta (en fajas de enriquecimiento) y 5 ha en sistemas agroforestales. En total, se trata de 76 plantaciones (que incluyen 204 parcelas permanentes de control) donde existen 32 especies de las 113 que se consideraron inicialmente (104 nativas y 9 exóticas).

Resultados recientes de plantaciones con especies nativas

Claussi *et al.* (1992) publicaron información detallada sobre las plantaciones forestales de Jenaro Herrera con base en datos hasta 1990. En el presente trabajo se ofrecen resultados cuya evaluación va hasta el año 1994, tanto para plantaciones a campo abierto como en fajas de enriquecimiento.

Las especies estudiadas durante los años de investigación aparecen en el Cuadro 1. Como se mencionó, actualmente se encuentran en evaluación 32 especies nativas. En los cuadros 2 a 6 se presenta un resumen de las plantaciones "activas", con datos de crecimiento correspondientes a la última evaluación.

Tanto en plantaciones a campo abierto como bajo cubierta, los mejores resultados se consiguieron con las especies *Cedrelinga catenaeformis* y *Simarouba amara*, las cuales mostraron incrementos medios anuales en diámetro (dap) de hasta 1,5 cm o más. Otras especies de crecimiento relativamente rápido fueron *Guatteria elata* y *Guatteria hyposericea*. Las dos primeras especies son usadas en la industria de la madera, mientras que las especies de *Guatteria* sirven para construcción de viviendas rurales. Para este grupo de especies aún faltaría realizar comprobaciones sobre la calidad de la madera, descartar problemas fitosanitarios, realizar estudios tecnológicos de resistencia y trabajabilidad de la madera, así como del efecto de ciertos tratamientos de podas y raleos, en el caso de las maderas para construcción.

Según Claussi *et al.* (1992), *Minquartia gulanensis* es una especie que amerita una evaluación adicional; sobre todo por ser la más preciada para construcción. Plantada en su sitio natural, alcanza diámetros y alturas que pueden considerarse como aceptables: hasta 12 m en 7 años. Es probable que mediante un manejo adecuado, con la aplicación de podas y raleos oportunos, esta especie pueda tener un elevado rendimiento.

Cuadro 1. Especies forestales con estudios silviculturales en Jenaro Herrera, Amazonia peruana

Nombre común	Nombre científico
Aguaje	<i>Mauritia flexuosa</i>
Aguano cumala	<i>Vriola albidiflora</i> *
Aguano pashaco	<i>Macrobium acaciaefolium</i> *
Almendro	<i>Caryocar glabrum</i> *
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> *
Añuje moena	Lauraceae sp 1
Azúcar huayo	<i>Hymenaea courbaril</i> var <i>courbaril</i> *
"	<i>Hymenaea oblongifolia</i> var <i>palustris</i> *
Balata gomosa	<i>Micropholis guyanensis</i> ssp <i>guyanensis</i> *
Balata gomosa o rosada	<i>Micropholis guyanensis</i> ssp <i>duckeana</i> *
Canela moena	<i>Nectandra</i> sp 1
"	<i>Ocotea aciphylla</i> *
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
Capinuri de altura	<i>Naucleopsis amara</i> *
Capirona	<i>Calycophyllum</i> sp 1
Carahuasca	<i>Guatteria elata</i> *
"	<i>Guatteria hyposericea</i> *
Casha moena	<i>Ocotea cuprea</i> *
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>
Cepanchina	<i>Sloanea</i> sp 1
"	<i>Sloanea eichleri</i>
Chullachaqui blanco	<i>Pourouma ovata</i>
Chullachaqui colorado	<i>Tovomitia macrophylla</i>
Copal, copal colorado	<i>Protium aff sagottanum</i> *
Coto quinilla	<i>Chrysophyllum prieurii</i>
Aguano cumala	<i>Otoba parviflora</i>
Cumala blanca	<i>Vriola pavonis</i>
Cumala colorada	<i>Iryanthera elliptica</i> *
"	<i>Iryanthera juruensis</i> *
"	<i>Iryanthera utel</i>
Goma pashaco	<i>Parkia ligniflora</i> *
Guariuba	<i>Clarisia racemosa</i>
Huacapú	<i>Mimquartia guianensis</i> *
Huayruro	<i>Ormosia</i> sp 2
Huayruro del bajo	<i>Ormosia</i> sp 1
Huayruro de altura	<i>Ormosia</i> sp 3*
Huasaf	<i>Euterpe precataria</i> *
Huitra caspi blanco	<i>Tapitira guianensis</i>
Huitra caspi colorado	<i>Tapitira aff guianensis</i>
Huito	<i>Genipa americana</i> *
Lacre	<i>Protium aff nitidifolium</i>
"	<i>Protium gallosum</i>
Lagarto caspi	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Leche caspi	<i>Couma macrocarpa</i> *
Lianchama	<i>Naucleopsis concinna</i>
Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>
Marupá	<i>Simarouba amara</i> *
Maúba	<i>Vochysia venulosa</i>
Misho chaqui	<i>Helicostylis elegans</i>
Moena	<i>Licania latifolia</i>
Moena amarilla	<i>Ocotea amazonica</i>
Moena negra	<i>Endlicheria verticillata</i> ssp <i>bracteata</i>
"	<i>Ocotea marmellensis</i>
Moena sin olor	<i>Qualea trichanthera</i>
Murure	<i>Brosimum lactescens</i>
Naranja podrido	<i>Parahancornia peruviana</i> *
Palo de sangre	<i>Dialium guianense</i>
"	<i>Swartzia cardiosperma</i>
Patto moena	<i>Mezilaurus syndandra</i>
Pashaco curtidor	<i>Parkia multijuga</i> *
"	<i>Parkia nitida</i> *

Nombre común	Nombre científico
Pucasisa	<i>Helsteria duckel</i>
Pucuna caspi	<i>Iryanthera tricornis</i>
Pumaquiro	<i>Aspidosperma</i> sp 1*
Quillobordón	<i>Aspidosperma schultesii</i> *
Quinilla	<i>Pouteria aff lucuma</i>
Quinilla colorada	<i>Manilkara bidentata ssp surinamensis</i> *
Sacha cacao	<i>Theobroma subincanum</i>
Shimbillo	<i>Inga peltadenia</i>
Shiringa	<i>Hevea nitida</i>
Shiringarana	<i>Micrandra spruceana</i>
Shiringulla	<i>Senefeldera inclinata var macrophylla</i>
Tahuari	<i>Tabebuia</i> sp 1
Tangarana de altura	<i>Sclerolobium aff tinctorium</i> *
Tornillo	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> *
Tortuga caspi	<i>Duguetia tessmannii</i>
Uchumullaca	<i>Humirastrium excelsum</i>
Ungurahui	<i>Oenocarpus batava</i>
Yacushapana	<i>Buchenavia aff tomentosa</i>
-	<i>Buchenavia grandis</i>
-	<i>Buchenavia</i> sp 1
-	<i>Buchenavia tomentosa</i>
-	<i>Gordonia fruticosa</i>
Yesca caspi	<i>Qualea paraensis</i> *
Zorro caspi	<i>Guatteria aff pteropus</i>

* Especies actualmente en observación.

Ocotea aciphylla, *Caryocar glabrum* y *Aspidosperma* sp., aunque presentan incrementos más bajos, demuestran tener condiciones para ser usadas en programas de reforestación: la prime-

ra en los pies de ladera de la terraza alta, la segunda en suelos arenosos gris amarillentos y la tercera en suelos arcillosos rojos (Claussi *et al.* 1992).

Bibliografía

- CLAUSSE, A.; MARMILLOD, D.; BLASER, J. 1992. Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera. Iquitos, Perú. 330 p.
- FREITAS, L. 1987. Influencias del aprovechamiento maderero sobre la estructura y composición florística de un bosque ribereño alto en Jenaro Herrera, Perú. Tesis Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 172 p.

Cuadro 2. Plantación a campo abierto Laurent (Fisiografía: terraza alta)

Núm. Plani.	Tipo Plani.	Fecha Plantic.	Fecha Evaluac.	Especie	Superficie (ha)	Suelo	Dap (cm)	Alt. (m)	Observaciones
101-78	231	15-12-78	20-01-94	Ormosa sp 3	0,2016	Fr-ar	6,8	6,6	94, raleo sanitario
102-78	232	01-07-78	15-08-94	<i>Micropholis guyanensis</i> sp. <i>guyanensis</i> <i>Manilkara bidentata</i> sp. <i>surinamensis</i>	0,2142	Fr-ar	7,8	8,9	94, raleo sanitario
103-75	231	15-05-75	20-08-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,4374	Fr-ar/arc-ar	24,4	22,6	95, raleo selectivo
104-84	231	15-11-84	15-11-94	<i>Guatiera elata</i>	0,4368	Fr-ar/arc-ar	12,9	12,1	92, raleo sistemático
105-72	231	15-02-72	23-03-94	<i>Simarouba amara</i>	0,0504	Ar-fr	26,7	23,3	92, raleo selectivo
106-72	231	15-02-72	18-03-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,0630	Ar-fr	32,5	25,8	95, raleo selectivo
107-72	211	15-02-72	05-05-92	<i>Ocotea aciphylla</i>	0,0567	Ar-arc/Fr-ar	16,2	15,9	92-94, raleo sanitario
108-72	211	15-02-72	05-05-92	<i>Profium aff sagottanum</i>	0,0459	Ar-fr	15,5	14,7	92, raleo sanitario
109-73	212	20-09-73	20-09-93	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> <i>Hymenaea courbaril</i> var <i>courbaril</i>	0,0528	Fr-ar/Fr-arc	24,7	23,4	90, raleo sanitario
110-78	231	30-06-78	07-06-93	<i>Paritá igneiflora</i>	0,0768	Fr-ar	13,0	11,8	90, raleo sanitario
111-71	231	15-12-71	13-01-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,0972	Fr-ar	29,5	25,0	93, raleo sanitario
112-75	231	06-05-75	25-05-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,1539	Fr-ar	29,0	23,4	90-93, raleo sanitario
113-78	212	15-08-78	15-08-94	<i>Micropholis guyanensis</i> sp. <i>guyanensis</i> <i>Nucleospis amara</i>	0,0280	Fr-ar	8,1	10,3	
114-72	232	15-08-72	27-09-93	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,0504	Fr-arc	8,6	8,9	90-93, raleo santi.
115-72	212	15-08-72	18-08-92	<i>Euterpe precatoria</i> <i>Ocotea aciphylla</i>	0,1188	Fr-ar	30,9	26,0	
116-78	211	01-08-78	01-08-94	<i>Euterpe precatoria</i> <i>Virola albidiflora</i>	0,1188	Fr-ar	14,7	13,9	86, aprovechamiento
117-71	222	15-02-71	19-03-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,0810	Fr-ar	16,0	14,9	Total de E. precatoria
118-78	212	15-07-78	15-08-94	<i>Macarabum acocibifolium</i> <i>Inyanthera juruensis</i>	0,1731	Hid./Ar-fr	19,6	15,1	
120-72	211	15-01-72	31-03-93	<i>Hymenaea courbaril</i> var <i>courbaril</i>	0,3840	Fr-ar/Ar-fr	6,4	4,2	
121-78	211	20-12-78	20-12-92	<i>Paritá multijuga</i> <i>Paritá nitida</i> + <i>Paritá igneiflora</i>	0,1989	Ar-fr/Fr-ar	37,2	27,0	86, raleo sanitario
					0,0918	Fr-ar	7,6	6,2	
					0,0420	Fr-ar	10,4	7,0	
							3,3	3,6	Promedio de las tres especies
							10,7	10,2	

Número de plantación: 1º cifra = Número de la plantación 2º cifra = Año de establecimiento

Tipo de plantación: 1º cifra = Ambiente de la plantación

1= Plantación en fajas de enriquecimiento dentro del bosque o plantación "empurmada" (cubierta de vegetación secundaria) o bajo dosel protector.

2= Plantación en campo abierto, mantenida de tal manera que únicamente crecen las especies plantadas

2ª cifra: Nivel de plantación

1= Arborea: plantación experimental a escala pequeña con fines de demostración.

2= Ensayo de selección: plantación experimental con repeticiones a escala pequeña para seleccionar nuevas especies para plantaciones.

3= Plantación experimental silvicultural: a escala mediana de pocas especies, elegidas para desarrollar técnicas silviculturales adecuadas para su manejo.

4= Plantación de adaptación: con repeticiones a escala mediana para probar pocas especies, elegidas en un amplio rango climático y edáfico.

5= Plantación de manejo: a escala grande de una a dos especies, elegidas para controlar el rendimiento de la plantación desde el punto de vista económico.

3ª cifra: Mezcla de la plantación

1= Plantación de una sola especie de una sola edad,

2= Plantación de dos o más especies de una sola edad,

3= Plantación de dos o más especies de diferentes edades,

Tipo de suelo: Fr= Franco Ar= Arenoso Arc= Arcilloso Lim= Limoso Hid= Hidromórfico

Cuadro 3. Plantación a campo abierto El Piñal (Fisiografía: terraza alta)

Núm. Plani.	Tipo Plani.	Fecha Plantiac.	Fecha Evaluac.	Especie	Superf. (ha)	Suelo	Dap	All. (cm)	(m)	Observaciones
201-73	211	10-12-73	06-01-94	<i>Hymenaea oblongifolia</i> var <i>palustris</i>	0,2208	Fr-ar/Arc-ar		6,4	6,8	
202-73	231	10-12-73	07-01-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,1008	Fr/Fr-arc		22,7	26,7	94, raleo sanitario
204-73	231	09-12-73	10-01-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,1712	Fr-ar/Arc-ar		30,5	27,0	94, raleo selectivo
205-73	222	20-12-73	13-01-94	<i>Simarouba amara</i>	0,4608	Fr/Fr-ar		32,3	22,4	90, raleo sanitario
				<i>Guatteria elata</i>				27,4	21,6	
				<i>Inyanthera elliptica</i>				12,3	15,3	
				<i>Paritá multijuga</i>				23,2	19,5	
206-74	211	15-04-74	15-04-94	<i>Paritá multijuga</i>	0,1008	Fr-ar		38,5	23,3	89, raleo selectivo
207-76	211	15-12-76	12-01-94	<i>Carapa guianensis</i>	0,0576	Fr/Fr-arc		8,9	8,8	86, raleo selectivo
209-74	231	08-06-74	15-06-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	1,0112	Fr-ar		28,1	26,9	91, raleo sanitario; 95, raleo selectivo
210-75	231	27-03-75	27-03-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,4512	Arc-ar		23,9	24,9	
211-75	212	12-02-75	01-08-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,5470	Fr-ar		31,2	22,6	87, Poda y raleo sanitario
				<i>Simarouba amara</i>				30,5	19,8	
				<i>Aspidosperma schultesii</i>				16,9	13,1	
212-84	231	19-10-84	03-11-94	<i>Simarouba amara</i>	0,3600	Ar-fr/Arc-arc		13,3	13,4	87, raleo sanitario; 90-93 raleo selectivo
213-75	231	29-03-75	29-03-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,2288	Arc-fr		26,5	24,5	
216-74	231	03-04-74	17-06-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,4500	Arc-arc		32,9	26,8	86, raleo sanitario
217-74	231	10-04-74	10-04-89	<i>Simarouba amara</i>	0,4500	Ar/A-fr		25,6	20,0	
218-85	231	08-08-85	15-08-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,3136	Fr/arc-fr		16,0	15,4	89-93 raleos selectivos
219-85	222	20-09-85	20-09-95	<i>Guatteria hyposeicea</i>	0,3136	Fr-arc		14,5	16,4	
				<i>Sclerobolium aff. tinctorium</i>				13,1	15,9	
221-87	231	07-12-87	07-12-94	<i>Virola albidiflora</i>	0,2500	Fr/fr-arc		4,2	2,8	
224-86	131	10-12-86	15-12-95	<i>Guatteria elata</i>	0,2900	Ar-arc		10,2	12,2	94, raleo sanitario

Cuadro 4. Plantación a campo abierto El Cañal (Fisiografía: terraza alta)

Núm. Plant.	Tipo Plant.	Fecha Plantac.	Fecha Evaluac.	Especie	Superf. (ha)	Suelo	Dap (cm)	Alt. (m)	Observaciones
301-75	222	15-12-75	15-12-95	<i>Ormosia</i> sp 3	0,4608	Fr-ar	14,9	16,4	95, raleo sanitario
302-76	222	15-12-76	15-12-94	<i>Carapa guianensis</i> <i>Parría igniflora</i> <i>Aspidosperma</i> sp 1 <i>Virola albidiflora</i>	0,4608	Ar-fr/Fr-ar	10,1 15,1 13,0 11,5	9,1 11,7 10,8 8,7	90-94, raleo sanitario
303-85	231	02-07-85	02-07-95	<i>Simarouba amara</i>	0,3136	Fr-ar	16,8	16,9	89, poda; 89-93 raleo selectivo
304-86	231	15-10-86	29-09-93	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	2,0000	Fr-ar	15,1 15,1 18,4 13,7	16,6 16,3 18,3 15,0	90, raleo 33% 90, raleo 50% 90, raleo 67% Sin raleo
305-87	231	14-12-87	14-07-95	<i>Simarouba amara</i>	0,7500	Fr-ar	14,0 13,9 16,7 10,8	14,5 13,3 15,3 11,6	90, raleo 33% 90, raleo 50% 90, raleo 67% Sin raleo

Cuadro 5. Plantación a campo abierto Colonias (Fisiografía: terraza alta)

Núm. Plant.	Tipo Plant.	Fecha Plantac.	Fecha Evaluac.	Especie	Superf. (ha)	Suelo	Dap (cm)	Alt. (m)	Observaciones
401-74	232	15-12-74	15-12-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> <i>Simarouba amara</i>	1,7664	Fr-arc/Arc	34,5	27,5	88, raleo sanitario 20,8
402-73	232	15-07-73	15-07-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> <i>Simarouba amara</i>	0,3430	Fr-arc	34,9 31,6	27,1 27,3	88, raleo sanitario 92, raleo selectivo
403-85	241	08-08-85	08-08-87	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,1568	Fr-arc	2,6	1,3	
404-85	241	08-08-85	08-08-87	<i>Simarouba amara</i>	0,1568	Fr-arc	4,3	2,6	
405-87	231	11-12-87	11-12-94	<i>Minquartia guianensis</i>	0,2220	Ar-ilm	4,9	2,9	90, poda
406-86	233	21-07-86	19-11-93	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,3536	Fr-arc	22,7	18,2	Plantación agroforestal 91-92-93
Mod. 6	233	26-06-87	26-12-95	<i>Minquartia guianensis</i>	0,3000	Fr-arc	6,4	4,9	Plantación agroforestal
Mod. 7	233	15-03-89	26-12-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	0,2400	Fr-arc	13,4	9,6	Plantación agroforestal

Cuadro 6. Fajas de enriquecimiento (Fisiografía: terraza alta)

Núm. Plant.	Tipo Plant.	Fecha Plantac.	Fecha Evaluac.	Especie	Distanc. (m)	Superf. (ha)	Suelo	Dap (cm)	Alt. (m)	Observaciones
501-73	122	15-12-73	14-01-94	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> <i>Simarouba amara</i>	4x15	2,8800	Fr-arc	33,6 27,8	25,7 21,4	94, raleo sanitario
502-77	132	15-12-77	21-02-90	<i>Iryanthera elliptica</i> <i>Paritica multijuga</i> <i>Cedrela odorata</i> <i>Gualea irichanthera</i> <i>Simarouba amara</i>	4x20	11,3200	---	21,6 21,6 3,8 4,7	10,6 16,9 5,8 5,7	
503-77	132	15-09-77	20-09-92	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> <i>Simarouba amara</i> <i>Cedrela odorata</i>	4x20	12,1000	Hid/Fr-ar	9,3 12,1 7,8	11,5 12,8 11,1	86-87-89-91-92-93, apertura del dosel
504-77	111	15-07-77	15-07-92	<i>Cedrelinga catenaeformis</i>	3x20	0,9900	Fr-ar	18,4	17,5	
505-77	132	10-08-77	10-08-94	<i>Manilkara bidentata</i> sp. <i>Surinamensis</i> <i>Parahancornia peruviana</i> <i>Genipa americana</i> <i>Couma macrocarpa</i> <i>Caryocar glabrum</i>	5x5	1,0000	Ar-fr	11,1 22,2 6,4 13,4	9,8 16,8 7,1 10,8	92, raleo selectivo
507-79	112	15-04-79	15-03-85	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> <i>Cedrela odorata</i>	2x20	3,6000	---	16,7	15,1	Sin mantenimiento, altura estimada
509-85	122	20-09-85	20-09-94	<i>Gualea parvifolia</i> <i>Buchenavia</i> sp 1 <i>Nectandra</i> sp 1 <i>Carapa guianensis</i> <i>Simarouba amara</i> <i>Guaheria hyposecica</i> <i>Sclerobolus aff. finctorium</i> <i>Ocotea cuprea</i>	---	1,3440	Ar-arc	10,9 6,1 5,9 1,7	3,5 12,0 10,6 7,8	86-94, limpiezas con apertura del dosel
510-88	131	15-12-88	20-01-95	<i>Iryanthera elliptica</i>	2x15	0,7500	Ar-arc	5,5	6,4	
511-88	131	15-12-88	15-12-95	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> <i>Simarouba amara</i>	2x15	0,7500	Ar-arc	2,3	3,7	

Anexo
Publicaciones basadas en el trabajo del CIJH

Tesis

- ABADÍA, G. 1976. Caracterización del tipo de bosque de terraza en la zona de Jenaro Herrera (Iquitos). Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 70 p. anexos.
- BARDALES, F. 1981. Comportamiento de la regeneración natural y trasplante de raíz desnuda del tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke) en la zona de Jenaro Herrera. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 70 p.
- FREITAS, L. 1986. Influencia del aprovechamiento maderero sobre la estructura y composición florística de un bosque ribereño alto en Jenaro Herrera, Perú. Tesis Ing. Forestal, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 172 p.
- MARMILLOD, D. 1982. Methodik und ergebnisse von Untersuchungen über Zusammensetzung und Aufbau eines Terrassenwaldes im peruanischen Amazonien. Tesis Dr. Forestal. Göttingen, Alemania, Georg August Universität. 198 p.
- SABOGAL, C. 1980. Estudio de caracterización ecológico silvicultural del bosque copal en Jenaro Herrera (Loreto-Perú). Tesis Ing. Forestal. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 397 p. anexos.
- RIOS, F. 1991. Estudio fenológico de 108 especies forestales del arborétum terraza alta (ATA) Jenaro Herrera, Loreto, Perú. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos. 98 p.
- RIOS, J. 1979. Claves Preliminares de identificación con características vegetativas de 51 especies forestales del arboréto de Jenaro Herrera. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 215 p.
- VILLANUEVA, G. 1976. Estudio integral de la población de bosque húmedo con fines de ordenación en la zona de Jenaro Herrera (Iquitos). Tesis Ing. Forestal. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 380 p.

Libros

- AROSTEGUI, A.; DIAZ, M. 1992. Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera. Iquitos, Perú, IIAP/INTERCOOPERATION/COTESU. 119 p.
- CLAUSI, A.; MARMILLOD, D.; BLASER, J. 1992. Descripción silvicultural de las plantaciones forestales de Jenaro Herrera. Instituto Nacional de Investigación de la Amazonía Peruana, Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera. Iquitos-Perú. 330 p.
- SPICHIGER, R.; MEROZ, J.; LOIZEAU, P.; STUTZ, de ORTEGA, L. 1989. Contribución a la Flora de la Amazonía Peruana: los árboles del arborétum Jenaro Herrera. Ginebra, Suiza, Conservatorio y Jardín Botánicos. v. 1, 359 p.
- ; ———; ———; ———. 1990. Contribución a la flora de la Amazonía Peruana: Los árboles del arborétum Jenaro Herrera. Ginebra, Suiza, Conservatorio y Jardín Botánicos. v. 2, 565 p. (B-CIJH).

Documentos técnicos

- BLASER, J. 1985. Juego de formularios para la investigación básica de propagación de especies poco conocidas. IIAP/INTERCOOPERATION. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 36 p.
- et al. 1985. Intervenciones silviculturales en plantaciones forestales del Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera 1985-1988. Turrialba, Costa Rica. IIAP/INTERCOOPERATION/Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza. 47 p. anexos (B-CIJH).

- et al. 1985b. Descripción silvicultural de las plantaciones forestales del Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera, Perú. Turrialba, Costa Rica. IIAP/INTERCOOPERATION/Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 172 p.
- CLAUSI, A.; AROSTEGUI, A. 1990. Guía de manejo de las plantaciones forestales del Centro de Investigaciones de Jenaro Herrera 1990-1994. Iquitos, Perú, IIAP. 62 p.
- FREITAS, L. 1995. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la llanura aluvial inundable en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. IIAP-CIJH, Documento Técnico No. 21. En prensa.
- . 1995. Caracterización florística y estructural de cuatro comunidades boscosas de la terraza baja en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. IIAP-CIJH, Documento Técnico No. 22. En revisión.
- . 1995. Caracterización florística y estructural de tres comunidades boscosas de la terraza alta en la zona de Jenaro Herrera, Amazonía Peruana. IIAP-CIJH, Documento Técnico No. 23. En revisión.
- MARTINEZ, H. 1981. Jenaro Herrera: Una experiencia de colonización en selva baja. Cooperación Técnica del Gobierno Suizo (COTESU). Lima.
- SCHWYZER, A. 1980. Posibilidad de la regeneración del bosque húmedo tropical en la zona de Jenaro Herrera. Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 4. 22 p.
- ; 1981. La combinación de la regeneración artificial con la regeneración natural en el bosque húmedo tropical del Perú. Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 9. 20 p.
- . 1982a. Levantamiento de la regeneración natural y su utilización en la reforestación. Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 7. 18 p.
- . 1982b. Observaciones silviculturales sobre mauba (*Vochysia venulosa*) y cumata colorada (*Iryanthera* sp). Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 17. 22 p.
- . 1987a. La faja de reforestación sin plantación y sin mantenimiento. Proforesta. 8 p. Lima, Perú.
- . 1987b. La regeneración natural puede dar un aporte para la reforestación. Proforesta. 12 p. Lima, Perú.
- . sf/a. Utilización del anillado de árboles en los tratamientos silviculturales de un bosque húmedo tropical. Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 8. 14 p.
- . sf/b. La unidad de manejo, alternativa para el sistema dañino de contratos forestales. Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 12. 13 p.
- . sf/c. El tornillo (*Cedrelinga catenaeformis* Ducke). Iquitos Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín técnico 15. 33 p.
- . sf/d. Potencial maderero y potencial accesible del bosque no inundado de Jenaro Herrera. Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 10. 22 p.
- . sf/e. Producción casera del aceite de unguurahui (*Jessenia polycarpa*). Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 11. 11 p.
- . sf/f. Evaluación de algunos sistemas de aprovechamiento forestal en los bosque no inundables de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 13. 39 p.
- . sf/g. Observaciones silviculturales de algunas especies en Jenaro Herrera (Perú). Iquitos, Perú, ORDELORETO/COTESU. Boletín Técnico 16. 16 p.

VAN DER WEEL, J. 1985. Los primeros estados de la regeneración de la vegetación después de la agricultura de corte y quema cerca de Jenaro Herrera. Wageningen, Vakgroep Vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde. Wageningen. 87 p.

Artículos científicos

BEGUIN, D.; SPICHIGER, R.; MIEGE, J. 1985. Las Lauráceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana, VIII. *Candollea* 40:253-304.

BERNARDI, L.; SPICHIGER, R. 1980. Las Annonáceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). *Candollea* 35:341-383.

———; ———. 1980. Las Myristicáceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). *Candollea* 35:133-182.

———; ———. 1981. Las Vochysiláceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). *Candollea* 36:131-144.

———; ENCARNACION, F.; SPICHIGER, R. 1981. Las Mimosoldeas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). *Candollea* 36:301-333.

BLASER, J. ; CLAUSI, A.; DIAZ, M. 1985. Germinación de *Parkia velutina*. *El Chasqui* 8:12.

———; ———; ———. 1985. Crecimiento de *Cedrelinga catenaeformis* en plantación. *El Chasqui* 9/10:20-22.

———; DIAZ, M. 1986. Efecto de cuatro métodos en trasplante en el Desarrollo de *Parkia velutina* durante los primeros seis meses de plantación. *Revista Forestal del Perú* 13(2):75-83.

CORNEJO, F.; GORCHOV, D. 1993. La tala rasa en fajas, el aprovechamiento integral del recurso y su rendimiento económico el caso de Jenaro Herrera, Loreto, Perú. *Revista Forestal de Perú* 20(2):21-37.

ENCARNACION, F.; SPICHIGER, R. 1981. Las Caricáceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). *Candollea* 96:335-347.

———; ———. 1982. Las Bombacáceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). *Candollea* 37:1-15.

———; ———. 1982. Las Dicapetaláceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). *Candollea* 37:327-338.

———; RAMELLA, L.; SPICHIGER, R. 1984. Las Meliáceas del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana, VII. *Candollea* 39:693-713.

GAUTIER, L.; SPICHIGER, R. 1986. Ritmos de reproducción del estrato arbóreo del Arbo­rétun Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana, X. *Candollea* 41(1):193-207.

GORCHOV, D.; CORNEJO, F.; ASCORRA, C.; JARAMILLO, M. 1993. The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio* 107/108: 339-349.

KHAN, F. 1988. Ecology of economically important palms in Peruvian Amazonia. *Advances in Economic Botany* 6:42-49.

———; MEJIA, K. 1990. Palm Communities in Wetland ecosystems of Peruvian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 33/44:169-179.

- ____; _____. 1991. The Palm Communities of two "Terra Firme" Forests in Peruvian Amazonia. *Principes* 35(1):22-26.
- LOIZEAU, P.; SPICHIGER, R. 1987. Las Monimiáceas del Arbo­rétum Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana, XII. *Candollea* 42:97-106.
- LOPEZ-PARODI, J.; FREITAS, D. 1990. Geographical aspects of forested wetlands in the lower Ucayali, Peruvian Amazonia. *Forest Ecology and Management* 33/34(1-4):157-168.
- MARMILLOD, D.; BLASER, J. 1985. Colaboración científica CATIE/CIJH. Parte 1. *El Chasqui* 7:6-9.
- MEJIA, K. 1988. Utilization of palms in eleven mestizo villages of the Peruvian Amazon (Río Ucayali, departamento de Loreto). *Advances in Economic Botany* 6:130-136.
- PADOCH, C.; JONG, DE W. 1989. Production and profit in agroforestry: an example from the Peruvian Amazon. In Browder, J.O. (ed.), *Fragile lands of latin American*. Westview Press: Boulder, Colorado. 102-113 p.
- ____; _____. 1990. Santa Rosa: the impact of the forest products trade on and Amazonian place and population. *Advances in Economic Botany* 8:151-158.
- ____; _____. 1991. The house gardens of Sant Rosa: diversity and variability in an Amazonian agricultura sistem. *Economic Botany* 45:166-175. (B-CIJH).
- PARODI, J.L. 1988. The use of palms and other native plants in non-conventional low cost rural housing in the Peruvian Amazon. *Advances in Economic Botany* 6:119-129.
- PETERS, CH. 1990. Population ecology and management of forest fruit trees in Peruvian Amazonia. In: Anderson A.B. (ed). *Alternatives to deforestation: steps toward sustainable use of the Amazon rain forest*. Columbia University Press: New York. 86-98 p.
- ____; HAMMOND, E. 1990. Fruits from the flooded forests of Peruvian Amazonia: Yield estimates for natural populations of three promising species. *Adv. Econ. Bot.* 8:159-176 p.
- ____; et al. 1989. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: Utilization and conservation of an important tropical resource. *Conservation Biology* 3:341-349 p.
- PLOWMAN, T. 1988. New species and new combinations of *Erythroxylum* (Erythroxylaceae) from Amazonian Perú. Contribution to the study of the flora and vegetation on Peruvian Amazonia. XIV. *Candollea* 43:421-430.
- SPICHIGER, R. 1992. Prueba de clave para reconocer a partir de los órganos vegetativos, las principales familias de árboles de una reserva natural de la Amazonía Peruana. *Bolssiera* 13:1-16.
- ____. 1983. Las Moráceas del Arbo­rétum Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana, III. *Candollea* 38:17-79.
- ____; ENCARNACION, F.; STUTZ, L. 1983. Las Combretáceas y Rizofo­ráceas del Arbo­rétum Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana, II. *Candollea* 38:1-15.
- ____; MEROZ, J.; LOIZEAU, P. 1983. Las Humiriáceas y Lináceas del Arbo­rétum Jenaro Herrera (provincia Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana III. *Candollea* 38:17-79

-
- _____: MASSON, D. 1984. Las chrysobalanáceas del Arbo­rétum Jenaro Herrera (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana. V. *Candollea* 39:13-43.
- _____: ENCARNACION, F.; CHOTA, M. 1985. Catálogo de los nombres vernáculos de los árboles del Arbo­rétum Jenaro Herrera y alrededores (provincia de Requena, departamento de Loreto, Perú). Contribución al estudio de la flora y de la vegetación de la Amazonía Peruana IX. *Candollea* 40:595-629.
- _____: MEROZ, J. 1987. Las Sabiáceas y Anacardiáceas del Arboretum Jenaro Herrera; contribución al estudio de la flora y la vegetación de la Amazonía Peruana, XIII. *Candollea* 42:815-823.
- _____: DEFFERRAND, C. 1986. Protáceas, Olacáceas, Opilláceas y Nictagenáceas del Arboretum Jenaro Herrera; contribución al estudio de la flora y la vegetación de la Amazonía Peruana, XI. *Candollea* 41:473-492.
- STUTZ, L.; SPICHIGER, R. 1982. Las Caesalpiniodeas y Faboideas del Arboretum Jenaro Herrera. *Candollea* 37:17-62.

Siivicultura en los bosques de *guandal* del Pacífico Sur colombiano

Jorge Ignacio del Valle-Arango*

Medio biofísico

Guandal designa, en el Pacífico Sur colombiano, a los terrenos pantanosos. Más que inundables, estos bosques son inundados por cuanto su anegamiento, provocado por las abundantes lluvias y no por los desbordes episódicos de los grandes ríos, es permanente y con pocas fluctuaciones. Tienen, por tanto, condiciones muy diferentes de las de los bosques inundables que, como los de várzea de la Amazonia, se inundan en la época de lluvias con láminas de agua de hasta 6 o más metros durante varios meses del año; pero permanecen drenados durante el estiaje.

En el Pacífico colombiano, o más proplamente en el Chocó Biográfico, hay más de 750 000 ha de humedales forestales tipo *guandal*. Ellos se encuentran básicamente en los deltas de grandes ríos tales como Mira, Patía, Iscuandé, San Juan y Baudó, entre otros; pero también en los cursos medios de los ríos San Juan, Baudó y Atrato que vierte sus aguas al golfo de Urabá en el mar Caribe.

Los bosques de *guandal* del delta del río Patía en el Pacífico Sur, área de las experiencias aquí relatadas, se encuentran aproximadamente entre los 1°49' y 2°20' N y los 78°10' y 78°40' O; ocupan geformas cóncavas limitadas por los diques y terrazas de los ríos. Lo típico en estos bosques es la presencia en el suelo de capas de turba intercaladas, entre otros, con materiales aluviales o volcánicos. Parece que el origen de estos bosques es reciente, iniciándose su formación a mediados del Holoceno. El clima típicamente ecuatorial, sólo permite 3,5 horas diarias de brillo solar. La precipitación cerca del litoral es de 3 500 mm anuales y aumenta hasta unos 6 500 mm donde se inician las estribaciones de la cordillera Occidental de los Andes colombianos. La escasez de meses ecológicamente secos; esto es, con menos de 60 mm, sitúa a estos bosques en el tipo climático A de Schmit y Ferguson (Whitmore 1975) en el cual

el valor de $Q < 14,3\%$ indica poca o ninguna estacionalidad. La temperatura promedio anual de 26°C tiene una variación mensual mínima. La humedad relativa promedio es del 89% (del Valle 1994).

En los bosques de *guandal* tienen origen arroyos y ríos negros caracterizados por sus bajos valores de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y bases; las aguas que saturan los suelos de los bosques participan de las mismas propiedades heredadas de las turbas (Hoyos y Gil 1995). Aún siendo el río Patía de aguas blancas, su influencia sobre los bosques de *guandal* es limitada. A pesar de su cercanía al mar las especies de árboles de estos bosques son, en su mayoría, halófitas; no reciben entonces la influencia de aguas salobres de las mareas altas que allí pueden superar los 4 m, inundando los extensos manglares del delta del río Patía, por cuanto una comunidad intermedia denominada natal, de especies halófitas, separa estos dos ecosistemas y establece el límite entre las aguas salobres y las dulces.

El mal drenaje, asociado con las características anotadas, limitan enormemente la riqueza de especies arbóreas en estos bosques y conlleva a que se formen asociaciones caracterizadas por una o pocas especies altamente resistentes a tan adversas condiciones. De ellas las más comunes e importantes son: *sajales*, *cuangariales*, *naldizales* y *guandales* mixtos. Los *sajales* son asociaciones dominadas por el árbol sajo (*Camposperma panamensis* Standl: Anacardiaceae), especie que medra casi exclusivamente en los *guandales* turbosos. Estas asociaciones son tan homogéneas que, con frecuencia, en una hectárea hay menos de 15 especies arbóreas diferentes (incluyendo palmas), y de ellas, el sajo puede representar del 50 al 90%. Esta es la asociación más extensa en los bosques de *guandal*.

A los *cuangariales* les da su nombre la especie arbórea cuángare (*Otoba gracilipes* (A.C. Smith)

* Universidad Nacional de Colombia, Medellín

A.Gentry: Myristicaceae). Esta asociación es, por lo regular, más diversa y aunque el cuángare puede representar entre el 80 y el 150% de su índice de valor de importancia, comparte su hábitat con otras 15 a 40 especies arbóreas por hectárea. El cuángare, además, no está confinado exclusivamente a los *guanuales*; se le encuentra también en los bosques que ocupan otras geformas con suelos mejor drenados en diques y terrazas.

La palma naidí (*Euterpe oleracea* Mart.) es una especie muy ubícua en estos bosques por cuanto hace parte tanto de los natales, con influencia de agua salobre, como de los *guanuales*. Cuando forma grandes masas virtualmente monoespecíficas conforma los *naidizales*, siempre en terrenos muy pantanosos.

En los bosques cercanos a los diques, mejor drenados y donde la turba es más escasa o profunda, la diversidad florística arbórea aumenta encontrándose por lo regular más de 40 especies de árboles por hectárea. Esta asociación se denomina *guanual* mixto.

La estructura diamétrica de los bosques de *guanual* poco intervenidos y aún la de los intervenidos selectivamente donde predomina el cuángare, tiene la forma típica de los bosques disetáneos; o sea, en J invertida. No obstante, los sajales que hoy ocupan extensas áreas en los bosques de *guanual* tienen estructuras diamétricas generalmente unimodales, evidenciando la naturaleza coetánea de estas poblaciones. El sajo, en efecto, es una especie heliófita agresiva que cubre rápidamente las áreas severamente explotadas, extendiéndose a expensas de los cuangarales. Posteriormente, cuando estos sajales cierran su dosel, pocos se regeneran en el umbroso medio del sotobosque, más apropiado para el cuángare y otras especies esciófitas, que inician así la recuperación de su espacio. Estudios ecofisiológicos confirman este tipo de estrategias en el sajo y el cuángare (Melo 1995, Moreno 1996).

Medio cultural

El aspecto que más llama la atención en los bosques de *guanual* es su persistencia después

de 4 a 5 décadas de explotación maderera. Si bien el bosque es explotado, el bosque residual no se quema ni el suelo se dedica a otros usos; en consecuencia, el bosque se regenera en esencia con las mismas especies explotadas. Ello establece una enorme diferencia con el grueso de los bosques tropicales donde hay procesos de colonización, los cuales –luego de la corta selectiva de unas pocas especies comerciales– se dedican a una cuantas y escasas cosechas agrícolas, para terminar en pastizales o barbechos de poca utilidad, una vez que la fertilidad declina. La persistencia del ecosistema en diferentes estados serales, incluye también la de la fauna y la flora no comercial, esenciales para la vida material y cultural de la gente que habita estas selvas.

Si bien persistencia no es lo mismo que sostenibilidad, sí es un requisito para alcanzarla. La persistencia significa que, durante un lapso prolongado, el bosque continúa produciendo iguales o similares bienes, servicios y valores culturales; más no, necesariamente, que la capacidad de producción del bosque iguale o supere la extracción, situación que implicaría su sostenibilidad. Cómo se logró ese estado de persistencia en los *guanuales* depende tanto de condicionamientos medioambientales como culturales propios de los grupos étnicos negros que habitan allí.

Los *renacientes*, como se autodenominan, se identifican ante todo con el río donde habitan. La "propiedad" o posesión de hecho se demarca en el frente del río, en cuya orilla establecen sus palafitos, y se extiende hasta los "confines"; esto es, hasta donde los habitantes de otro río hayan marcado su territorio. La marcación se hace limpiando de bejucos y vegetación circundante los árboles que se extraerán próximamente. Las *cunetas*, o canales de extracción, y las *carreteras* permanentes son elementos marcantes de la propiedad. En el bosque de *guanual*, la propiedad se limita a los "palos" o árboles maderables de especies y tamaños comerciales; igual sucede con la palma naidí en los sitios donde la especie se vende para enlatar sus cogollos. Todos los demás productos maderables y no maderables del bosque y de los ríos: caza, frutos, pesca, plantas medicinales, mate-

riales de construcción de sus botes, casas y enseres, no hacen parte de la propiedad privada o familiar; pertenecen a quien los capture o coseche: son propiedad colectiva. Pareciera, entonces, que sólo se reclama la propiedad privada o familiar sobre aquellos productos del bosque que se puedan monetizar, y no tanto sobre el bosque mismo que sigue siendo comunal. Tanto los árboles como los animales silvestres al ser "producidos por la tierra" o "por el monte" y no por el hombre, no requieren cultivarse y su extinción resulta para ellos irrepresentable.

El ancestral contacto con la selva le ha permitido a esta cultura un conocimiento ecológico de gran valor adaptativo y práctico. Son consumados etólogos, conocen gran cantidad de plantas y animales, clasifican los estados serales, los suelos propios para la agricultura, los tipos de bosques y los ciclos climáticos y fenológicos de muchas especies de plantas. Predicen con precisión las mareas, *pujas* y *quiebras*. Caballero (1995) ha identificado 235 especies de plantas que utilizan cotidianamente para los más variados fines, a pesar de la baja diversidad florística de estas comunidades vegetales.

La nueva Constitución Política de Colombia sancionada en 1991, en su artículo transitorio 55 estableció que en el plazo de dos años debería producirse una ley que, entre otros asuntos, entregara como propiedad colectiva a los grupos étnicos negros del Pacífico colombiano la tierra que han venido acupando ancestralmente. Esta es la ley 70 de 1993, hoy en proceso de reglamentación. Ello significa que, por fin, los *tuqueros* silvicultores de los bosques de *guandal*, disfrutarían de propiedad étnica e inalienable sobre ellos.

Sistema de explotación maderera

El boom maderero del Pacífico Sur colombiano se inició en la década de los cincuentas y tuvo su apogeo en los sesentas. Durante ese período el Estado colombiano otorgó concesiones a grandes empresas madereras que llegaron a cubrir la totalidad de las 140 000 ha de bosques de *guandal*. Algunos empresarios introdujeron la tecnología más avanzada del momento: tracto-

res de oruga y de ruedas de varios tipos, *winch*es flotantes y cables, carros sobre carriles, etc. Gran parte de la producción maderera en forma de tablas y chapas se dedicó al mercado de exportación a Europa y Estados Unidos. Paralelamente, surgieron numerosos aserraderos pequeños que compraban la madera en trozas o *tucas* a miembros de las comunidades locales llamados *tuqueros*; que se dirigía tanto al mercado nacional como al de exportación. Los *tuqueros* desarrollaron sus propias técnicas de aprovechamiento no mecanizado las cuales, según un estudio posterior (Marac y Roche 1987), eran hasta seis veces menos costosas, evidenciando el hecho de que las tecnologías apropiadas pueden superar a las avanzadas. Paulatinamente, las grandes empresas madereras fueron abandonado la extracción directa de la madera para comprarla también a los *tuqueros*. La década de los setentas vivió el colapso de las grandes empresas madereras y el cierre de los mercados de exportación. Ello consolidó el sistema mediante el cual los *tuqueros* aprovisionaban de trozas directamente a un crecido número de aserraderos pequeños, que hoy son cerca de treinta sólo en Bocas de Satinga, centro maderero del delta del río Patía.

Aunque a los *tuqueros* siempre se les han pagado las *tucas* a precios muy bajos, el haber asumido ellos mismos todas las actividades de organización para el trabajo mediante las llamadas *brigadas* la corta, troceado, transporte menor y mayor así como las relaciones con los dueños de los aserraderos ha desarrollado en ellos un sentido de pertenencia a su agreste terruño con escasos parangones en el trópico.

El sistema de los *tuqueros* es manual o paleotécnico, por cuanto sólo ocasionalmente se emplea la motosierra y, a veces, cables de acero para mantener unidas las trozas en las balsas cuando estas bajan por los ríos. Para la labor emplean hachas, machetes, palancas de madera y cuerdas trenzadas de fibras vegetales. Cuando un *tuquero* detecta un rodal o *punta* con abundantes existencias de árboles comerciales que, a su juicio, ya tienen el diámetro de aprovechamiento (por lo regular, árboles con diámetro a la altura del pecho mayor a 35 cm), reúne un grupo de compañeros para acometer

la faena en *brigada*. Estos rodales son por lo regular, áreas pequeñas, pero tratan de que puedan extraer siquiera unas 100 trozas, equivalentes a un mínimo de 30 - 35 árboles (unos 30 m³).

Antes de apeaar los árboles los *tuqueros* limpian sus troncos de lianas y vegetación del sotobosque. Esta operación se realiza con machete. A continuación los derriban con hacha tratando de dirigirlos hacia donde se minimice el esfuerzo para su posterior transporte; luego parten el tronco en trozas de 3 m de longitud y las montan sobre *carreteras* (dos hileras paralelas de fustes de árboles de especies o tamaño no comercial, o de estipes de palma, formando una especie de carrilera). Hay *carreteras* primarias y secundarias; las primeras son relativamente permanentes y pueden llegar a medir de cientos a miles de metros; las secundarias sólo se usan en una ocasión y pueden medir decenas de metros. Sobre ellas ruedan las trozas impulsadas por la fuerza humana. Finalmente, botan las trozas a ríos o arroyos donde las amarran con gruesos haces de fibras obtenidas de la estipe de la palma naidí o con cables y grapas de acero, para armar con ellas una balsa. Con frecuencia, botan las trozas a una *cuneta*, que es una zanja o canal de 1 m de ancho, de 1 a 2 m de profundidad y cientos a miles de metros de longitud, las cuales desembocan en ríos o arroyos. Estas *cunetas* son permanentes y se construyen cavando el suelo turboso con herramientas manuales.

Aspectos económicos

Martínez (1996) intentó dilucidar los procesos que determinan la pobreza material en que viven los silvicultores de los bosques de *guandal*, cuando son ellos quienes producen la madera para la industria de la construcción, la cual presenta elevadas tasas de rentabilidad y crecimiento. En los bosques de *guandal* del departamento de Nariño se produce gran parte de la madera procedente de los bosques naturales de Colombia; pero es allí, precisamente, donde se concentra el mayor porcentaje de la población pobre del país, el 93% de la cual no cubre sus necesidades básicas.

Tres investigaciones independientes han concluido que el precio pagado a los *tuqueros* por las trozas, apenas remunera entre 83 y 86% del valor de los jornales movilizadas (Martínez 1996, Giraldo 1994, Giraldo y González 1991). Estos silvicultores, entonces, transfieren riqueza a los industriales y comerciantes de madera del Pacífico, y aún al Estado en forma de tasas supuestamente para la "investigación forestal" y "la renovabilidad del recurso". Hay evidencias de que no sólo la producción forestal de madera y palmito, sino también la agrícola, el *cangrejeo* y la pesca, entre otras actividades, rinden también ingresos monetarios menores (Martínez 1996); y en algunos casos, el déficit se cubre con el cultivo y tráfico "menor" de la coca (Molina 1996).

Los ingresos por madera y otras fuentes son de magnitud aproximadamente igual; pero la madera responde en este municipio a cerca del 90% de los ingresos monetarios (Martínez 1996). La producción media anual de madera por familia es de 208,41 m³; o sea unas 718,65 trozas (Molina 1996). Ello implicaría que el bosque promedio debería crecer 9,5 m³ ha⁻¹a⁻¹ en volumen comercial, cifra que no se cree posible alcanzar. Pero aún si lo fuese, manteniendo la estructura y las relaciones actuales del mercado, sólo se lograría la sostenibilidad de las precarias condiciones materiales de vida que soporta esta gente. Para tener una idea de la mínima retribución monetaria recibida por estos silvicultores, baste decir que las maderas, otrora exportadas con el nombre de virola, las pagan los aserraderos a US\$ 7/m³ en troza, cuando en el Sudeste Asiático y África se pagan en los puertos de embarques entre US\$ 115 - 270/m³ (Gresham 1994, FAO 1993).

Impacto de la explotación maderera

Un estudio orientado a determinar el impacto de la explotación maderera en los *gundales* del río Patía determinó que estos silvicultores extrajeron en promedio 29 árb. ha⁻¹ con dap promedio de 43,4 cm; ello significó un volumen total de 62,3 m³, o un volumen comercial de 35,7 m³ha⁻¹. Cada metro cúbico de volumen comercial cortado produjo un impacto de 1,2 m³ en

todas las especies arbóreas con $dap \geq 1$ cm; esta relación aumentó a $2,0 \text{ m}^3$ cuando se empleó el volumen total extraído. Asimismo, cada árbol cosechado destruyó o dañó severamente otros 66 con $dap \geq 1$ cm y 8 con $dap \geq 10$ cm. En cuanto a las especies comerciales, cada metro cúbico extraído produjo un impacto de 0,9 y $1,6 \text{ m}^3$ en los árboles con $dap \geq 1$ cm, cuando calculamos con el volumen total y comercial, respectivamente. Los valores cambian poco cuando se refiere a árboles con $dap \geq 10$ cm. La relación entre el número de árboles cosechados con los destruidos y dañados severamente fue de 1 a 15 y 1 a 4 para $dap \geq 1$ cm y $dap \geq 10$ cm, respectivamente.

En promedio, sobrevivieron 212 árb. ha^{-1} comerciales con $dap \geq 10$ cm, los cuales podrían producir una nueva cosecha de 29 árb. ha^{-1} con $dap = 35$ cm en 12 años; o igual número de árboles en 17,5 años con $dap = 40$ cm, si la mortalidad natural y antrópica no supera el 15,3% anual, como en efecto sucede, por cuanto el promedio de 10 parcelas arrojó 9,63% anual de mortalidad total (natural y antrópica). No obstante, en las parcelas representativas de la asociación sajal, donde se realizó la investigación, la mortalidad total del 24% anual sólo permitiría llegar a una cosecha del 27% de la actual en 12 años y del 5,9% en 17,5 años. En estas condiciones la producción no sería sostenible.

Es indispensable, entonces, reducir la mortalidad antrópica y el impacto de la explotación, por cuando si la mortalidad total se redujese al 7% anual y el impacto al 25%, se podrían cosechar 100 árb. ha^{-1} con $dap = 35$ cm en 12 años; y si se redujese la mortalidad al 4,2% anual, se podría cosechar igual número en 17,5 años con $dap = 40$ cm. Nos inclinamos por ésta última opción que aumentaría la cosecha en un 67% ($82 \text{ vs. } 137 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) y reduciría la frecuencia del impacto de los aprovechamientos en el 45,8% (de cada 12 a cada 17,5 años).

Crecimiento diamétrico

Del Valle (1995) describe algunas de las características del crecimiento diamétrico del sajo y del cuángare, así como de otras agrupaciones

de especies de árboles de los bosques de *guan-dal*. El crecimiento diamétrico de los árboles se evaluó en tres grupos de parcelas diferentes de características básicamente disetáneas (cuángarales): El Esterón, 1,39 ha medidas durante nueve años, Salahonda, 1,31 ha medidas por cinco años y Naidizales 1,25 ha medidas por tres años, para $dap \geq 10$ cm en todas las parcelas y para $2 \leq dap < 5$ cm y $5 \leq dap < 10$ cm en sub-parcelas.

Se encontró que en los árboles con $dap < 10$ cm, la distribución diamétrica tiene forma de J invertida, en una alta proporción con crecimientos menores de 3 mm a^{-1} y unos pocos con crecimientos que superan los 20 mm a^{-1} . Para las clases de tamaños mayores: $dap \geq 10$ cm, $dap \geq 20$ cm y $dap \geq 30$ cm, la distribución, a medida que aumenta el diámetro de partida, tiende a ser unimodal con sesgo hacia la derecha. Con excepción del período 1984/85 para el Esterón, encontramos que sólo un año de mediciones del crecimiento de los árboles es estadísticamente igual que períodos de 3, 4, 5 ó 9 años en las diferentes parcelas. El cuángare tiende a crecer más rápidamente en diámetro que el sajo en los bosques de *guan-dal* disetáneos, a pesar de ser una especie más esciófita. En promedio para los $dap < 10$ cm, para $10 \text{ cm} \leq dap < 20$ cm y para $dap \geq 20$ cm, el crecimiento del sajo fue $0,54 \pm 0,52 \text{ cm a}^{-1}$, $0,68 \pm 0,63 \text{ cm a}^{-1}$ y $1,02 \pm 0,08 \text{ cm a}^{-1}$ y el del cuángare $0,48 \pm 0,49 \text{ cm a}^{-1}$, $0,91 \pm 0,75 \text{ cm a}^{-1}$ y $1,34 \pm 0,79 \text{ cm a}^{-1}$, respectivamente. Si suponemos que los árboles que más rápido crecen son aquellos que corresponden al promedio más la desviación estándar para cada una de estas clases diamétricas, estimamos que, para alcanzar un $dap = 50$ cm, la primera especie requiere mínimo 30,3 años y la segunda 36,9 años. Comparativamente con otras especies que crecen en humedales forestales tropicales, el sajo y el cuángare tienen altas tasas de crecimiento diamétrico (del Valle 1995).

Hemos calculado curvas del crecimiento diamétrico de las dos principales especies de los bosques de *guan-dal* del Pacífico Sur colombiano. Para el efecto, empleamos el modelo de

von Bertalanffy (1968), más conocido en la literatura como de Richards y Chapman (Richards 1959, Chapman 1961).

Para el cuángare, especie esciófita y cuyas poblaciones muestran tendencias a la disetaneidad, empleamos toda la información de los árboles con $dap > 35$ cm. Para las clases diamétricas inferiores: $30 < 35$ cm, $25 < 30$ cm, ..., $0 < 5$ cm, empleamos sólo los 6 a 8 árb. ha^{-1} que más rápido hubiesen crecido en cada clase, número que aproximadamente corresponde con el arrojado por la curva de la estructura diamétrica para el cuángare en la clase $35 < 40$ cm. Ello, por cuanto estimamos que estos árboles con $dap > 35$ cm se encuentran en el dosel con muy poca competencia por luz y, por tanto, pueden crecer cerca del máximo de su potencial. Sabemos también que la mortalidad natural se concentra principalmente en los árboles de menor crecimiento, siendo poco probable que alcancen el dosel; por ello sólo escogimos los más precoces en las clases diamétricas inferiores.

Los 815 registros para cuángare son el resultado del área total de las parcelas (6,5 ha), y de los árboles medidos entre cinco y once años. Esos registros se fraccionaron en períodos de dos a cuatro años; por esta razón, los árboles monitoreados durante once años (1984/95), produjeron hasta tres registros. Igualmente, se tomaron en cuenta los árboles cortados y con registros de crecimiento, mas no los que murieron a causa de los procesos endógenos de la dinámica forestal.

Los sajales de segundo crecimiento son básicamente cohortes coetáneos, así que dentro de un mismo cohorte puede haber árboles de muy diferente tamaño, pero de igual edad. Por ésta razón, creemos mucho más adecuado estudiar en las diversas parcelas, el crecimiento del diámetro promedio cuadrático (Dq) y no el de los árboles individuales, como en el cuángare.

En la Figura 1 se presentan tanto las ecuaciones diferenciales de von Bertalanffy para sajo y cuángare como las integradas y las correspon-

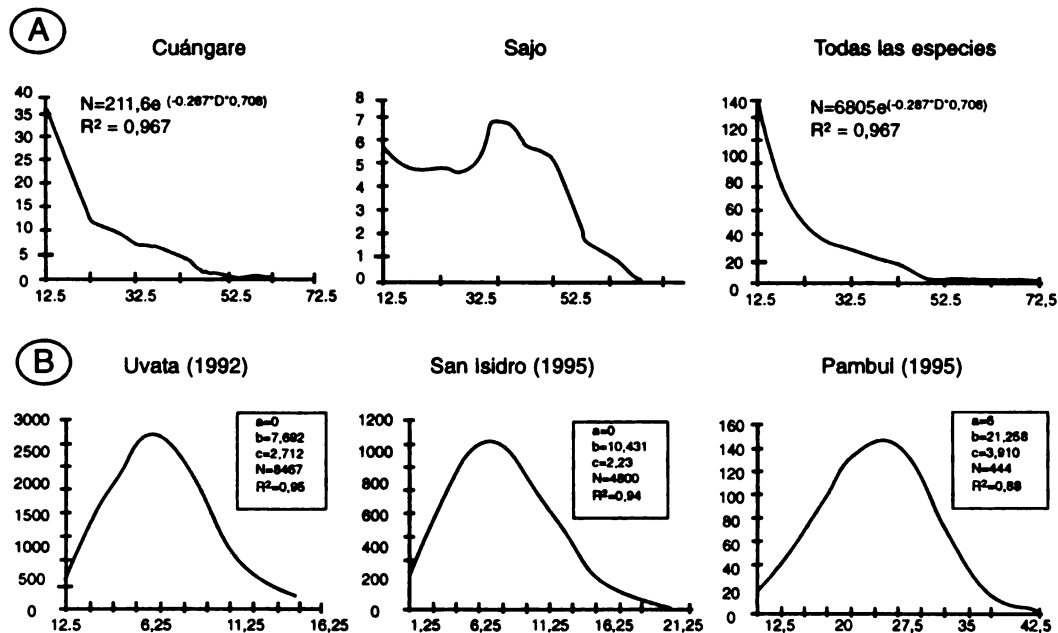


Fig. 1 A. Estructuras diamétricas características de cuángare y del sajo en los cuangariales y guandales mixtos, así como de todas las especies de árboles de estas asociaciones. Nótese la estructura en J invertida del cuángare y del total de árboles, poniendo de presente su disetaneidad, así como la tendencia unimodal del sajo insinuando su coetaneidad. B. Estructuras diamétricas de sajales coetáneos muy homogéneos. Nótese la disminución del valor modal en el número de árboles y el aumento del diámetro modal con la edad de la regeneración: Uvata: 7 años (real), San Isidro: 10 años (estimado), Pambul: 26 años (estimado); a, b, c, son los estimadores de los parámetros de la función de Weibull; N árb. ha^{-1} y R² el coeficiente de determinación.

dientes a los crecimientos corrientes, medios, relativos y sus gráficas. Se pone de manifiesto la gran variación en las tasas de crecimiento del cuángare; no obstante, el ajuste estadístico resultó satisfactorio ($R^2 = 0,833$). En el caso del sajo, la variación es menor ($R^2 = 0,945$), pero aquí los promedios no permiten que se manifieste una gran variancia entre el crecimiento de los árboles individuales. Al comparar la estimación del tiempo mínimo del cuángare para alcanzar 50 cm, mencionado antes, con el tiempo promedio para los árboles de más rápido crecimiento según la curva de crecimiento, notamos que en esta última se requieren cerca de 38,5 años para llegar a ese diámetro; esto es 8,2 años adicionales, estimación mucho más precisa que la anterior.

Productividad primaria neta aérea

Los crecimientos diamétricos fueron transformados en volumen total y comercial empleando las ecuaciones de volumen, basadas en la forma de los árboles y funciones *spline* cúbicas, los cuales se pueden integrar bien, ya sea para la altura total (diámetro tope igual a cero), o hasta cualquier diámetro tope deseado, obteniendo así el volumen total o el volumen comercial. En el caso del sajo y del cuángare se calcularon ecuaciones específicas para cada especie; otras ecuaciones cubren el resto de las especies de los bosques de *guandal* (Lema 1994). Estimamos la altura de los árboles mediante una regresión anidada del modelo alométrico sencillo, para lo cual dispusimos de 5 523 registros: 1 940 de sajo, 964 de cuángare y 2 619 para el resto de las especies. Para el crecimiento de la biomasa se emplearon las ecuaciones desarrolladas en estos mismos bosques por Galeano (1995) basadas en el diámetro (dap) y la altura total.

De las cinco expresiones del crecimiento propuestas originalmente por Beers (1962), hemos adoptado la del crecimiento bruto del volumen o biomasa inicial para árboles individuales. Definimos el volumen comercial como el volumen de los árboles de especies comerciales con dap 40 cm y hasta un diámetro tope de 25 cm. El vo-

lumen total y la biomasa se refieren a los árboles con dap 10 cm o a otro diámetro de referencia de acuerdo con el Cuadro 1 (promedios aritméticos de los crecimientos anuales).

Los crecimientos de volumen comercial nulos o muy bajos se asocian casi siempre con parcelas correspondientes a sajales muy jóvenes, en los cuales ninguno, o muy pocos árboles, han alcanzado 40 cm de dap. El crecimiento comercial nulo en la parcela 2 de El Esterón, se debe a la corta previa de todos los árboles comerciales. Sistemáticamente los sajales coetáneos presentan los mayores crecimientos en volumen total (ΔV_t) y biomasa (ΔB) o productividad primaria neta aérea (PPNa) con promedios de $29,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ y de $12,7 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, respectivamente. Tanto el ΔV_t como B son más altos en los sajales más jóvenes, densos y con mayor área basal como lo son los de Uvata y San Isidro ($34,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ y $15,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ en promedio), intermedios en los de edad media de Pambul ($27,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ y $12,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$) y más bajos en los de mayor edad de El Esterón ($24,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ y $10,4 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$). El ΔV_t y el ΔB de los bosques disetáneos, cuangariales y *guandales* mixtos, promedian $12,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ y $6,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Los valores presentados no tienen en cuenta el crecimiento y la productividad aportados por los árboles con diámetro inferior al señalado en el Cuadro 1 (generalmente $\text{dap} \geq 10 \text{ cm}$), ni el de la vegetación no leñosa; tampoco incluye el crecimiento y el ΔB de las raíces cuyo aporte promedio en zonas templadas es 13,5% del total (Satto y Magwick 1982), pero que en ecosistemas tropicales es de apenas el 7% (Golley 1978). No obstante, ello no elevaría mucho las cifras consignadas para los sajales disetáneos, debido a que su estructura unimodal conlleva muy pocos individuos de las clases diamétricas menores como se comprueba en San Isidro 2 y en Uvata. En los cuangariales y *guandales* mixtos el efecto es mayor en razón de su estructura diamétrica en J invertida que implica un gran número de árboles en las clases diamétricas menores, aunque, en realidad, por su tamaño el aporte en biomasa y volumen sería modesto.

Golley (1978) aporta información sobre la PPN de doce bosques tropicales maduros (incluidas

las raíces en la mayoría de ellos) la cual promedió $19,1 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$; o sea, 1,5 veces superior al promedio de los sajalés y 2,6 veces superior al de los cuangariales. Tan grandes diferencias probablemente estén relacionadas con la juventud de los sajalés y con la continua explotación de los cuangariales y *guanuales* mixtos.

En cuanto el crecimiento anual del volumen comercial (ΔV_c) en los sajalés, las cifras varían des-

de 0 hasta $13,9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, dependiendo de la edad de la regeneración. En sajalés, como los de Pambul 1 y 2, San Isidro 2 y Uvata, con menos de quince años, virtualmente ningún árbol comercial ha alcanzado 40 cm de dap; por tanto, su ΔV_c promedio es cero. En cohortes que ya han superado los 20 años, como en El Esterón 4 y 5 se alcanzan crecimientos del volumen comercial de $8,21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, en promedio.

Cuadro 1. Resultados del crecimiento anual en volumen total (ΔV_t) y comercial (ΔV_c) con corteza para árboles con dap ≥ 40 cm y diámetro tope de 25 cm

Parcela	Tipo de bosque	Lapso años	Área ha	N ha^{-1} ^d ≥ 10 cm	G ^d $\text{m}^2 \text{ ha}^{-1}$	ΔV_t ^d $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$	ΔV_c $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$
El Esterón 1 ^a	Cuangarial	1,2	1,27	184	9,9	9,3	1,9
El Esterón 2 ^a	Cuangarial	2,8	1,27	170	8,7	7,5	0,0
El Esterón 3 ^a	Cuangarial	6,9	1,27	243	10,3	18,8	6,5
El Esterón 4	Sajal ^b	4,0	0,13	554	26,8	21,2	2,5
El Esterón 5 ^b	Sajal ^b	6,9	0,21	538	29,9	27,8	13,9
Brazo Largo y Zanca Seca	Guandal mixto	4,0	1,24	243	11,1	14,2	7,6
Naidizales 1	Guandal mixto	4,2	1,00	348	16,8	16,6	6,7
Naidizales 2	Guandal mixto	1,0	0,50	346	18,6	22,6	13,6
Guabillales	Cuangarial	2,0	0,50	402	17,2	15,4	0,0
				842 ≥ 5 cm	18,9	16,1	0,0
Pambul 1	Sajal	4,0	0,50	1022	32,9	30,3	0,1
Pambul 2	Sajal	4,0	0,50	988	29,8	24,4	0,0
Pambul 3	Guandal mixto	3,9	0,50	348	15,8	14,4	1,6
Pambul 4	Guandal mixto	4,0	0,50	358	12,2	14,9	0,7
Pambul 5	Sajal ^c	3,4	0,16	1865	49,1	31,7	1,4
San Isidro 1	Guandal mixto	2,2	1,00	487	15,7	13,3	3,1
San Isidro 2	Sajal	1,9	0,09	1822	22,8	31,8	0,0
				7967 ≥ 1 cm	39,4	35,8	0,0
Uvata ^c	Sajal	1,6	0,06	1050	14,8	30,6	0,0
				2333 ≥ 1 cm	20,1	33,1	0,0

^a Son la misma parcela; entre 1984 y 1988 sólo se midieron los sajalés y los cuangarales; desde 1988, todas las especies arbóreas.

^b Sajal segregado de la parcela a; en 1988 se aumentó el área en 0,08 ha.

^c Cinco parcelas de 0,03 ha cada una.

^d Valores iniciales; no se incluyen las palmas.

En los cuangariales y *guanuales* mixtos intervenidos selectivamente, el ΔV_c puede ser cero cuando la intervención es tan reciente que aun no hay árboles de especies comerciales con $dap > 40$ cm; esta situación la ejemplifican las parcelas El Esterón 2 y Guabillares. En una situación intermedia se encuentran las parcelas con 4 a 7 años desde el último aprovechamiento. Tal es el caso de El Esterón 1, Pambul 3 y Pambul 4 cuyo ΔV_c es de $1,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Finalmente, cuando estos bosques han tenido entre 7 y 20 años de recuperación desde la última intervención: El Esterón 3, Brazo Largo y Zanca Seca, Naldizales 1 y 2 y San Isidro, se pueden esperar crecimientos promedios de $7,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Existe muy poca información sobre el crecimiento del volumen de los bosques tropicales; además, con frecuencia no se aclara el método empleado para el cálculo cuando, sabemos, existen diversas expresiones de los volúmenes (y biomasa) netos y brutos. Agrega confusión al asunto que a veces no se mencionan: diámetro mínimo empleado, diámetro tope, si es para el total de especies o para los comerciales, y si se incluye o no la corteza. No obstante las limitaciones anteriores, podemos afirmar que nuestros resultados de crecimiento del volumen comercial son altos. Según Weaver (1983), los bosques entresacados de Colorado y Tabonuco de Puerto Rico tuvieron los máximos crecimientos en volumen total vs. los intactos con $5,01$ y $2,19 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, respectivamente. En Venezuela Veillon (1985) encontró que los bosques húmedos tropicales fueron los que más crecieron en relación con los más secos o los de montaña con $8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ para los volúmenes del fuste de todas las especies con $dap \geq 10$ cm. En Surinam, de Graff (1987) calcula el crecimiento del volumen comercial en unos $2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ para $dap \geq 60$ cm en los bosques con tratamientos silviculturales; sin ellos el crecimiento anual fue de $0,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Bell (1971) en los bosques inundables de Trinidad (Reserva Forestal Madura) encontró crecimientos del volumen comercial ($dap \geq 58$ cm) de $2,73 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Wadsworth (1987) informa que el crecimiento promedio anual de los bosques tropicales de África y Asia se encuentra entre 2 y $4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de volumen comercial y Leslie (1987) concluyó que un promedio anual adecuado para los bosques tropicales sería de $3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

para árboles con $dap > 60$ cm. En otro extremo se halla la información de crecimiento de bosques secundarios en los que cifras de 10 y $9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ registradas para rodales de dipterocarpaceas en Filipinas (Wadsworth 1987) y para la India (Lamprecht 1990) son comunes.

Tan alto crecimiento de los sajales coetáneos, tanto de su volumen total como comercial, a pesar de que su ΔB no sea muy alto, creemos que se explica por un conjunto de factores:

- alto número de pies por hectárea, la gran mayoría de ellos comerciales
- diámetro comercial de menor tamaño ($dap = 40$ cm), (*versus* los enormes árboles de la literatura consultada), los cuales tienen altas tasas de crecimiento diamétrico
- forma monopódica típica del sajo que permite concentrar gran parte del esfuerzo fotosintético en el fuste
- son comunidades secundarias cuyo crecimiento es mayor que el de las comunidades forestales maduras
- altas tasas de fotosíntesis del sajo (Moreno 1996).

Los cuangariales y *guanuales* mixtos también presentan crecimientos altos en volumen total y comercial, aunque inferiores al de los sajales. Esos crecimientos se explican por los tres primeros puntos antes mencionados; además, por tratarse de comunidades más diversas y menos densas, hay menos árboles totales y comerciales por hectárea.

Respuesta a las entresacas en rodales coetáneos

Las abundantes regeneraciones naturales del sajo y de otras especies asociadas con esta especie en los sajales comportan altísimas densidades que limitan el crecimiento diamétrico y la regeneración y crecimiento de especies bajo tan denso dosel. Cuando en los sajales antiguos, los sajales más precoces empiezan a alcanzar diámetros de aprovechamiento, los *tuqueros* los cortan dando como resultado que las futuras generaciones procederán, en una mayor proporción, de individuos fenotípicamente inferiores que, por su mayor permanencia en el bosque, dejarán su diáspora en mayor proporción que

los extralidos. Hemos llamado la atención sobre esta práctica cuya reiterada aplicación conduciría a una selección disgénica (del Valle 1994) y proponemos, más bien, la realización de entresacas por lo bajo, pero que también atiendan a la adecuada distribución de los árboles, permitiendo el máximo crecimiento de los mejores fenotipos, así como una adecuada regeneración y crecimiento de brinzales y latizales antes de la corta final (del Valle y Galeano 1995).

A continuación relatamos dos experimentos que dan cuenta de las respuestas iniciales del sajo a entresacas por lo bajo, pero que buscan, además, una adecuada distribución de los árboles en la superficie. Un pequeño experimento llevado a cabo en un sajal muy homogéneo (87% sajo) establecido después de una tala efectuada siete años antes (en 1985) consistió en seleccionar cuatro parcelas circulares cuyas áreas basales, densidades y diámetros promedios eran: 33,6 m² ha⁻¹, 8.416 arb.ha⁻¹ y 7,4 cm. Cada parcela tenía un área interna de 150 m² y total de 374m² incluyendo el borde. En ellas establecimos los tratamientos presentados en el Cuadro 2 mediante entresacas por lo bajo. A cada árbol se midió el crecimiento diamétrico entre 1992 y 1995. El análisis de variancia indicó diferencias significativas al 5% en el crecimiento de los árboles entre los tratamientos; (F = 19,4 para 3 y 121 grados de libertad). Las diferencias fueron entre el testigo en donde los árboles crecieron en promedio 0,57 cm a⁻¹, versus los tratamientos cuyo promedio de 1,40 cm a⁻¹, es casi dos y media veces superior.

Otro experimento más elaborado en un sajal muy homogéneo (91% sajo) y de mayor edad presentó 51,7 m² ha⁻¹ de área basal promedio; 1914 arb. ha⁻¹ (dap 10 cm); Dq = 18,5 cm. Se establecieron 20 parcelas circulares con área interna de 314,2m² cada una y 706,9 m² de área total incluyendo el borde, con cinco repeticio-

nes por tratamiento: 1. Testigo 2. Anillamiento con machete de los árboles peores, equivalente al 51% del área basal 3. Corta del 33% del área basal 4. Corta del 51% del área basal (Cuadro 3). En todos los casos se buscó una adecuada distribución de los árboles en la parcela.

La evaluación del crecimiento diamétrico se realizó para el período 1991/93 y 1991/94. Para el último período los *tuqueros* habían destruidos tres parcelas del tratamiento dos y una del tratamiento cuatro. Para ambos períodos, el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas (al 1%) con valores de F de 12,1 y 16,1, respectivamente. Las seis pruebas de rangos múltiples (PRM) indicaron diferencias significativas al 5% entre el testigo y los demás tratamientos (0,648 vs. 1,135 cm a⁻¹) (Cuadro 3). El anillamiento del 51% del área basal fue el tratamiento menos efectivo y no se diferenció significativamente de la corta del 33% del área basal, tratamientos que en promedio crecieron 1,035 cm a⁻¹. La corta del 51% del área basal fue significativamente superior a los demás tratamientos, duplicando el crecimiento del testigo durante estos tres años. Para promover el crecimiento diamétrico, es mucho más efectiva la reducción del área basal por corta que su equivalente por anillamiento, a pesar de que el anillamiento mató a todos los sajos tratados en el registro realizado en 1992.

En conclusión, las entresacas fuertes en estos sajales evaluadas hasta tres años después de realizadas, más que duplican el crecimiento de los árboles remanentes. Observamos, además, que la regeneración se establecía más abundantemente en estas parcelas. El derribo de los árboles por el viento en los lotes entresacados fue mínimo en esta región de calmas ecuatoriales, lo que hace más viable la práctica.

Cuadro 2. Resultados de un ensayo de entresacas en un sajal natural con siete años de establecido en la vereda Ubata, río Satíngá

Tratamientos árb.ha ⁻¹	N ^a árb. ha ⁻¹	G ^a m ² ha ⁻¹	Dq ^a cm	Crecimiento cm a ⁻¹	PRM ^b
8 533	8 533	34,8	7,3	0,575	
1 200	6 733	40,1	8,7	1,199	
900	10 290	33,5	6,3	1,442	
800	8 200	33,9	7,2	1,577	

a. Condiciones de partida en 1992.

b Pruebas de rangos múltiples (LSD, Tukey, Scheffé, Bonferroni, SNK y Duncan) la raya una promedios que no difieren significativamente al 5%.

Cuadro 3. Crecimiento diamétrico anual para el período 1991/94 en un ensayo de entresaca en un sajal (91% sajo) de la vereda Pambul

Crecimiento cm a ⁻¹	G _a m ² ha ⁻¹	N _a árb.ha ⁻¹	Dq ^a cm	Crecimiento cm a ⁻¹	PRM b c
0	50,2	2030	17,7	0,648	
51% G anillado	52,2	1916	18,6	0,976	
33% G cortada	53,3	1973	18,5	1,095	
51% G cortada	51,1	1732	19,4	1,335	

^a Situación inicial de los tratamientos en 1991.

^b Diferencias no significativas de los PRM al 5%: LSD, Tukey Scheffé y Bonferroni.

^c Diferencias no significativas de las PRM al 5%: Duncan y SNK

Bibliografía

- BEERS, T.W. 1962. Components of forest growth. *Journal of Forestry* 60: 245-248.
- BELL, T.I.W. 1971. Management of the Trinidad Mora Forests with Special Reference to the Matura Forest Reserve. Forestry Division, Trinidad and Tobago, Government Printery, Trinidad and Tobago. 70 p.
- BERTALANFFY, L. von. 1968. General System Theory. George Braziller, New York. 259 p.
- CABALLERO, R. 1995. La Etnobotánica en las Comunidades Negras e Indígenas del Delta del Río Patía, Abya Yala, Quito. 248 p.
- CHAPMAN, D.G. 1961. Statistical problems in population dynamics. *In Proc. Fourth Berkeley Symp. Math. Stat. and Prob.* University of California Press, Berkeley.
- FAO. 1993. Situación y perspectivas de los productos básicos 1991-1992. *Productos Forestales*: 156- 157.
- GALEANO, R.E. 1995. Ecuaciones de biomasa de los árboles de los bosques de guandal. Programa de Investigación Proyecto Bosques de Guandal, Universidad Nacional de Colombia, Medellín (sin publicar). 31 p.
- GIRALDO, L; GONZALEZ, J.P. 1991. Una aproximación a la economía familiar del cortero en alrededores de Bocas de Satíngá, departamento de Nariño, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 57 p.
- GIRALDO, O. I. 1994. El sistema de aprovechamiento forestal en los bosques de guandal. Universidad Nacional de Colombia, Programa de Investigación Proyecto Bosques de Guandal, Medellín. 34 pp.

- GOLLEY, F.B. 1978. Gross and net primary production and growth parameters. In UNESCO-UNEP-FAO (eds) Tropical Forest Ecosystems, Pp. 233-248, Unesco, Paris.
- GRAAF, N.R. de 1987. Tropical lowland rain forest management for sustained timber production in Suriname, moulded in the ceios management system. In SOLANO, R. (ed), Memorias Reunión Nacional de Silvicultura, Pp. 67-79. Corporación Nacional de Investigaciones y Fomento Forestal-CONIF- , Documentación No 9. Bogotá.
- GRESHAM, G. 1994. Una caída en los precios de la madera contrachapada afecta los precios de las trozas en los mares del sur. Actualidad Forestal Tropical, Boletín de la Organización Internacional de Maderas Tropicales 2(14): 20-21.
- HOYOS, F.A.; GIL, N. 1994. Relaciones entre las características físicas y químicas de aguas de bosques de guandal y ríos asociados. Tesis de grado en Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 109 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Cooperación Técnica, República Federal de Alemania (GTZ), Eschoborn. 335 p.
- LEMA, A. 1994. Forma y ecuaciones volumétricas para el bosque de guandal con énfasis en componentes principales. Tesis Maestría en Silvicultura y Manejo de Bosques, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 98 p.
- LESUE, A.J. 1987. The economic feasibility of natural management of tropical forest. In MERGEN, F.; J.R. VINCENT (eds). Natural Management of Tropical Moist Forests, Pp. 177-198. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven.
- MARAC CORP; ROCHE LTEE. 1987. Reactivación del sector forestal industrial de la costa Pacífica del departamento de Nariño; Informe final del estudio de prefactibilidad, Alberta, Canadá. 196 p.
- MARTINEZ, A. 1996. Campesinos de los bosques de guandal. In DEL VALLE, J.I. y E. RESTREPO (eds). Renacientes de guandal: Grupos Negros de los Ríos Satinga y Sanquianga. Pp. 121-188. Biopacífico Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- MELO, O.A. 1995. Estructura del hábitat de tres especies arbóreas de los bosques de guandal del litoral Pacífico colombiano. Tesis Maestría en Silvicultura y Manejo de Bosques, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 101 p.
- MOLINA, L.A. 1996. Los tuqueros negros del Pacífico Sur colombiano. In DEL VALLE, J.I.; E RESTREPO (eds). Renacientes de guandal: Grupos Negros de los Ríos Satinga y Sanquianga. Pp 189-242. Biopacífico Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- MORENO, F. 1996. Fotosíntesis y crecimientos en plántulas de sajo (*Camptosperma panamensis* Standl.) y cuángare (*Otoba gracilipes*)(A.C.Smith) A.Gentry). Tesis Maestría en Silvicultura y Manejo de Bosques. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 96 p.
- RICHARDS, F.J. 1959. A flexible growth function for empirical use. *Journal of Experimental Botany* 10(29): 290-300.
- SATTO, T.; MAGWICK, H.A. 1982. *Forest Biomass*. Martinus Nijhoff & Dr. W. Junk Publ., The Hague. 152 p.
- VALLE, J. I. del 1994. Anotaciones sobre el clima de los bosques de guandal del delta del río Patía. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Medellín 47(1 y 2): 145-159.
- _____. 1995. Evaluación del crecimiento diamétrico de árboles de humedales forestales del Pacífico colombiano. *Interciencia* 20(5): 273-282.
- VALLE, J.I. del; GALEANO, R.E. 1995. Metodología para realizar entresacas en la asociación sajal de los bosques de guandal del litoral Pacífico colombiano. *Interciencia* 20(3): 149-153.
- VEILLON, J.P. 1985. El crecimiento de algunos bosques naturales de Venezuela en relación con los parámetros medios ambientales. *Revista Forestal de Venezuela* 29: 5-122.
- WADSWORTH, F.H. 1987. Applicability of asian and african silviculture systems to naturally regenerated forests of the neo tropics. In MERGEN, F.; J.R. VINCENT (eds) *Natural Management of Tropical Moist Forests*, pp.: 93-112. Yale University, School of Forestry and Environmental Studies, New Haven.
- WEAVER, P.L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zone of Luquillo mountains of Puerto Rico. U.S. Dep. Agr. For. Serv. Res. Paper SO-190. 16 p.
- WHITMORE, T.C. 1975. *Tropical Rain Forest of the Far East*, Clarendon Press, Oxford. 282 p.

La silvicultura posee una extensa historia en el Caribe, particularmente en Puerto Rico. Mucha de esta historia ha sido documentada en los 24 volúmenes del *Caribbean Forester*, en los 30 años de las *Annual Letters* del Instituto Internacional de Silvicultura Tropical (*International Institute of Tropical Forestry, IITF*) del Servicio Forestal de los Estados Unidos, en bibliografías sobre silvicultura y en innumerables documentos publicados en revistas científicas, así como en las memorias de seminarios, reuniones y conferencias.

El propósito principal de este informe es resaltar la investigación en el Caribe y las experiencias sobre el manejo de los bosques naturales y temas afines. Además, se ha incluido un resumen cronológico sobre las actividades silviculturales en Puerto Rico, junto con varias páginas de material de referencia de potencial interés para los usuarios de estas Memorias.

Resumen cronológico de las actividades silviculturales en Puerto Rico

En 1876, el Gobierno Español declaró las reservas forestales en Puerto Rico. En 1898, luego de la guerra entre España y Estados Unidos, las tierras de la Corona Española pasaron a formar parte de los Estados Unidos. En 1903, los Estados Unidos declararon el bosque Luquillo como reserva forestal, y en 1907 pasó a ser el Bosque Nacional del Caribe (mencionado en adelante como la Reserva Forestal Luquillo).

En 1917, se creó el Servicio Forestal Insular, adscrito al Departamento de Agricultura y Trabajo de Puerto Rico. En 1918-19, el gobierno local decidió proteger los manglares y bosques, ubicados en varias áreas de las tierras altas. En 1920, se inició un programa a gran escala para la siembra de especies nativas y exóticas y se estableció el primer vivero forestal. La distribución de árboles a los dueños de tierras empezó en 1921 y continúa en la actualidad.

En 1931, el Gobierno Federal inició la compra de tierras para bosques y hoy en día estas alcanzan una extensión de 39 200 ha. En 1933 dio inicio el Programa de Emergencia para la Conservación, el cual junto con el Cuerpo Civil de Conservación que lo sucedió en 1937, logró extender el trabajo de reforestación, construcción de caminos y mejoras recreativas, tanto en los bosques federales como insulares. En 1935, los bosques de las tierras altas fueron comprados para la protección de las cuencas hidrográficas y en 1943, muchas de estas tierras fueron transferidas al Servicio Forestal Insular, expandiendo el sistema de reservas forestales. En 1946, todos los bosques públicos fueron convertidos en refugios de vida silvestre. En 1952, el Servicio Forestal Insular realizó un inventario de los bosques en toda la isla. En 1973, la administración de los bosques insulares fue transferida del Departamento de Agricultura al nuevo Departamento de Recursos Naturales.

Las actividades silviculturales se iniciaron en 1916 en el bosque Luquillo, en la región noreste de Puerto Rico, con un reconocimiento de los límites del bosque. En 1931 se sembró por primera vez el árbol de caoba y en 1937 se completó el primer inventario de árboles maderables. En 1939 se estableció la Estación Experimental de Bosques Tropicales (conocida en la actualidad como el Instituto Internacional de Silvicultura Tropical, o IITF) y se publicó el primero de 24 volúmenes del *Caribbean Forester*. También se comenzaron a establecer sitios de evaluación de especies forestales en toda la isla (llegando a la fecha a más de 100 especies nativas y 350 especies introducidas). En 1943 se inició el monitoreo a largo plazo de parcelas permanentes, el cual continúa en la actualidad. El primer plan de manejo maderable del bosque fue completado en 1949 y el planeamiento del manejo forestal continúa hasta el día de hoy. En 1953, el IITF comenzó el primero de 18 cursos cortos a nivel internacional sobre silvicultura tropical.

En 1956, el bosque Luquillo fue designado admi-

* Instituto Internacional de Silvicultura Tropical, Servicio Forestal de los Estados Unidos, Río Piedras, Puerto Rico

nistrativamente como un bosque experimental para promover la investigación forestal. En 1959, el pino caribeño fue establecido exitosamente y en 1968 se iniciaron los esfuerzos para salvar la cotorra puertorriqueña, en vías de extinción, la cual se encuentra en la actualidad confinada al bosque. En 1965, *Caribbean Forester* fue sustituida por una Carta Anual, utilizada como el instrumento para informar a los lectores sobre las actividades del IITF. En 1976, el bosque Luquillo fue designado como Reserva de la Biosfera. En 1980, el IITF inició un inventario continuo sobre los bosques secundarios de Puerto Rico. En 1982, el IITF dio inicio a las reuniones bienales de silvicultores caribeños para intercambiar ideas y publicar información sobre temas forestales de interés regional. En 1986, se inició una investigación sobre monitoreo ecológico a largo plazo (LTER) en el bosque de las cuencas Bisley. Para mediados de 1996, se ha programado la apertura de "El Portal", un centro de información e interpretación para el visitante, el cual servirá como una puerta de entrada a los trópicos.

Plantaciones forestales

Plantaciones

Las primeras investigaciones del IITF enfatizaron los estudios sobre especies nativas de árboles, su presencia en la zona, los ciclos de floración y fructificación, las tasas de crecimiento y los usos potenciales. Se establecieron numerosos experimentos, tanto de especies nativas como exóticas en toda la isla. Estos estudios suministraron información sobre recolección de semillas y su distribución, manejo de viveros, plantaciones definitivas, prácticas culturales, tasas de sobrevivencia y de crecimiento temprano. En 1960 se estableció un *arboretum* dentro del bosque Luquillo. De las 82 especies que se sembraron originalmente, aún permanecen 68.

A finales de los años 80, el personal del IITF inició la compilación de un manual de silvicultura tropical (Cuadro 1). En la actualidad, este manual contiene 119 especies: 77 completadas por el

IITF; 20 especies completadas por IITF y otros cooperadores y publicadas en el Manual de Silvicultura de los Estados Unidos, y 22 especies adicionales en diferentes etapas de desarrollo. Para cada especie se discuten los siguientes temas: hábitat (presencia en la zona, clima, suelos y topografía y cubierta forestal asociada), historia (reproducción y crecimiento temprano floración y fructificación, producción y diseminación de semillas, y desarrollo de plántulas; desde las etapas de brinjal y fustal hasta la madurez crecimiento y producción, hábitos de arraigamiento, reacción a la competencia, agentes perjudiciales), usos especiales, genética y literatura consultada. Se espera completar este manual en unos dos años. La mayor parte de la información obtenida en estudios anteriores, en particular de las especies nativas, ha sido incorporada a las descripciones de estas especies.

Plantaciones en líneas de enriquecimiento

Al menos 163 especies de árboles han sido evaluadas en diferentes partes de las regiones neotropicales (Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, México, Perú, Puerto Rico, Surinam, Trinidad, Venezuela y las Islas Vírgenes) mediante siembras experimentales de enriquecimiento. En México, Surinam y Puerto Rico, estas siembras han sido evaluadas bajo una escala de manejo.

Aproximadamente 27 de las especies evaluadas probaron su adaptabilidad a este método: *Antiocephalus chinensis*, *Bagassa guianensis*, *Calophyllum angulare*, *Carapa guianensis*, *Cedrela angustifolia*, *Cedrela odorata*, *Cedrelinga cate-naeformis*, *Clarisia racemosa*, *Cordia alliodora*, *Cordia goeldiana*, *Didymopanax morototoni*, *Enterolobium maximum*, *Goupia glabra*, *Holopixidium jarana*, *Hymenaea courbaril*, *Jacaranda paraensis*, *Parkia gigantocarpa*, *Schizolobium amazonicum*, *Simarouba amara*, *Swietenia macrophylla*, un híbrido de caoba (*Swietenia macrophylla* y *S. mahagoni*), *Tachigalia alba*, *Terminalia ivorensis*, *Triplaris surinamensis*, *Virola dioxonii*, *Virola reidii* y *Virola surinamensis*.

Cuadro 1. Especies evaluadas en el Manual de Silvicultura Tropical

Publicadas por IITF (77)

Anthocephalus chinensis
Languncularia racemosa
Khaya senegalensis
Albizia lebbek
Khaya nyasica
Araucaria heterophylla
Hernandia sonora
Enterolobium cyclocarpum
Guarea guidonia
Pterocarpus macrocarpus
Thespesia grandiflora
Terminalia catappa
Tabebuia donnell-smittii
Hymenaea courbaril
Celba pentandra
Peraceriathus falcutata
Senna siamea
Bursera simaruba
Catalpa longissima
Inga vera
Ochroma pyramidale
Buchenavia capitata
Hyeronima clusioides
Guazuma ulmifolia
Acacia farnesiana
Spondias mombin
Pinus caribaea
Roystonea borinquena
Cocos nucifera
Fraxinus uhdei
Tamarindus indica
Spathodea campanulata
Micropholis chrysophylloides
Citharexylum fruticosum
Moringa oleifera
Mangifera indica
Bambusa vulgaris
Guaiaecum officinale
Clusia rosea
Artocarpus atitlis
Juglans jamaicensis
Ficus citrifolia

Cordia sulcata
Rhizophora mangle
Alcennia germinans
Albizia procera
Maesopsis eminii
Agathis robusta
Terminalia ivorensis
Hibiscus elatus
Eucalyptus deglupta
Bucida buceras
Andira inermis
Mammea americana
Dalbergia sissoo
Syzygium jambos
Byrsonima coriacea
Hura crepitans
Pithecelobium dulce
Zanthoxylum martinicense
Cupania americana
Swietenia mahogoni
Melicococcus bijugatus
Citricidia sepium
Leucaena leucocephala
Pinus patula
Casuarina equisetifolia
Cenipa americana
Alchornea latifolia
Pouteria multiflora
Tectona grandis
Peltia domingensis
Acrocomia media
Azadirachta indica
Inga fagifolia
Coccoloba uvifera
Thespesia populnea
Eucalyptus globulus
Sabal palmetto
Didymopanax morototoni
Cordia alliodora
Tabebuia heterophylla
Casuarina spp.
Eucalyptus robusta
Accia koa

Melaleuca quinquenervia
Cedrela odorata
Manilkara bidentata
Metrosideros polymorpha
Grevillea robusta
Prosopis pallida
Eucalyptus grandis

En manuscrito

Swietenia macrophylla
Cyrilla racemiflora
Acacia auriculliformis
Zanthoxylum flavum
Sloanea berteriana
Prunus occidentalis
Prestoea montana
Magnolia portoricensis

En proceso

Erythrina poeppigiana
Haematoxyium campechianum
Cupressus lusitanica
Podocarpus coriaceus
Pterocarpus officinales
Ocotea florebunda
Delonix regia
Pithecellobium arboreum
Ocotea moschata
Magnolia splendens
Vitex divaricata
Chrysophyllum cainito
Ormosia krugii
Senna spectabilis

Publicadas en el U.S. Silvics Manual (20)

Cecropia peltata
Calophyllum calaba
Dacryodes excelsa
Eucalyptus saligna
Pithecellobium saman

Aparentemente, la baja reputación y los costos fracasos asociados con las plantaciones de enriquecimiento se atribuyen en gran parte a la mala selección de las especies y/o a la carencia de prácticas culturales y de siembra adecuadas. Así, los investigadores seleccionaron especies que no se adaptaron bien al método o no abrieron el bosque adecuadamente para lograr la sobrevivencia y el crecimiento de los árboles plantados.

Existen argumentos biológicos (por ejemplo, la biodiversidad), económicos y ambientales (la conservación de suelos y agua) que favorecen las plantaciones de enriquecimiento. De la gran cantidad de técnicas empleadas, el sistema de líneas de plantación evaluado en Puerto Rico, mediante la utilización del híbrido de caoba, parece estar entre las mejores.

Las líneas de plantación se iniciaron en Puerto Rico en 1963 sobre una superficie de 1300 ha de bosque secundario subtropical húmedo, el cual presentaba una composición pobre de especies. La especie forestal empleada para este propósito fue el híbrido de caoba (*S. macrophylla* y *S. mahagoni*). Se utilizaron dos técnicas:

- Plantaciones efectuadas en 1963: se fumigó el dosel superior del breñal secundario temprano, luego de lo cual se realizó la línea de plantación de semillas en espacios clareados de 3 x 3 m. Se aplicaron herbicidas para controlar la maleza.
- Plantaciones efectuadas en 1967, 1974 y posteriores: el dosel superior de los bosques secundarios jóvenes fue envenenado y luego se sembraron plántulas a raíz desnuda a una distancia de 2,5 m en líneas espaciadas cada 11 m. Estas líneas fueron mantenidas mediante deshierbas y aclareos del breñal con machete.

Después de 20 años, los árboles establecidos en 1963 mostraron los siguientes resultados: densidad 370 árboles/ha, área basal 28 m²/ha, total del peso seco de biomasa leñosa sobre el suelo 160 t/ha, total del volumen leñoso sobre el suelo 292 m³/ha. Esta información corresponde a tasas de crecimiento de cerca de 8,5 t/ha/año de biomasa leñosa y 14,5 m³/ha/año de volumen.

En todas las plantaciones, el incremento en diámetro mostró diferencias significativas debido a la topografía (tierras bajas, parte baja de la pendiente, parte media de la pendiente y cresta o cima de la pendiente) y por la clase de copa (emergente, dominante, codominante, intermedia, suprimida, y únicamente con luz lateral). En las plantaciones efectuadas en 1967 y en 1974, la altura y el diámetro de crecimiento de los híbridos de caoba se vieron afectados negativamente por el aumento en el área basal alrededor de los árboles sembrados.

El éxito de las plantaciones utilizando el sistema de líneas de conversión dependió grandemente de que se siguieran los criterios establecidos por Dawkins (condiciones necesarias y guías técnicas). El rápido crecimiento inicial, así como la utilidad y el valor en el mercado de la caoba, la hacen una especie deseable para muchas áreas en los neotrópicos. La caoba sembrada bajo el sistema de líneas puede ser utilizada para enriquecer los bosques secundarios que tienen una pobre composición de especies y al mismo tiempo generar empleo local y un ingreso futuro.

Restauración

Durante las décadas de 1930 y 1940, Puerto Rico se encontraba virtualmente desprovisto de vegetación, ya que únicamente el 15% de sus tierras son bosques naturales y una combinación de café con sombra. Muchas de las primeras plantaciones establecidas por el Instituto durante ese período fueron destinadas a controlar la erosión y restaurar las tierras públicas y privadas. Los experimentos exploratorios sobre diferentes especies que se realizaron en toda la isla, con diferentes niveles de éxito, fueron presentados en *Caribbean Forester*.

Otra técnica utilizada en tierras públicas fue el *taungya*, o la siembra asociada de árboles con cultivos domésticos. Se emplearon dos especies extensamente en los bosques de Luquillo y Río Abajo: *Swietenia macrophylla* (caoba) y *Calophyllum calaba* (santamaría). Estas especies, establecidas en 1930, mostraron un crecimiento satisfactorio después de 50 años, alcanzando

hasta 230 m³/ha para santamaría y 360 m³/ha para caoba, en los mejores rodales del bosque Luquillo. Después de 50 años, se observaron volúmenes un tanto bajos, 160 y 180 m³/ha, respectivamente para las mismas especies, en los mejores rodales del bosque Río Abajo. Tomando en cuenta que las plantaciones recibieron poca atención luego de su establecimiento, estos resultados deben considerarse promisorios.

Actualmente, el IITF está involucrado, junto con el Banco Mundial, CIFOR y la ODA (Overseas Development Administration), en una iniciativa para evaluar el uso de las plantaciones de árboles de especies nativas y exóticas en tierras degradadas para incrementar la tasa de recolonización de las especies forestales nativas. Bajo condiciones apropiadas, estas especies parecen catalizar la sucesión forestal natural mediante la modificación del microclima del dosel inferior, creando un ambiente favorable para el establecimiento de árboles y atrayendo a las especies de vida silvestre dispersoras de semillas, lo cual lleva a un enriquecimiento progresivo de la diversidad biológica.

El proyecto de investigación titulado 'Efecto catalítico de las plantaciones de árboles para la rehabilitación de la biodiversidad nativa: un análisis exploratorio' involucra a investigadores de varios países de Suramérica, África y la región tropical de Asia y el Pacífico. En sitios seleccionados en cada país, ubicados en tierras moderada y altamente degradadas, se comparará la diversidad biológica en plantaciones con sitios de control sin árboles ubicados en lugares vecinos.

Aspectos operativos de la silvicultura y el manejo forestal

Manejo forestal en bosques primarios húmedos

El manejo forestal es imposible de realizar sin planes de manejo que describan el bosque y los recursos relacionados, los productos potenciales, las necesidades de investigación, la situación de manejo y los objetivos y la condición futura deseada para esas unidades de tierra. Durante los

más de 50 años de actividad del IITF en el bosque Luquillo, los planes de manejo forestal han servido como una base para un uso racional de los recursos del bosque. La preparación de estos planes se basó en los inventarios forestales, así como en investigaciones sobre las tasas de crecimiento de los árboles, los productos maderables potenciales, la vida silvestre, los recursos agua y suelo y las oportunidades recreativas. La preocupación por los recursos únicos o en vías de extinción y el creciente involucramiento del público en la definición de la orientación final del manejo han jugado un papel cada vez más relevante en los esfuerzos recientes de planificación.

Desde 1957, el IITF raleó cerca de 250 ha de bosque montano bajo en Luquillo. El crecimiento de los árboles entresacados al inicio del estudio fue evaluado 20 años después. Los incrementos en el diámetro fueron moderados, oscilando entre 0,30 y 0,60 cm/año entre especies. Se encontraron diferencias significativas en cuanto a las tasas de crecimiento entre especies y clases de copa. Las copas que recibieron más luz (por ejemplo, a lo largo de la secuencia de copa dominante, codominante, intermedia y suprimida), probaron ser un buen indicador del crecimiento potencial. Otros factores, tales como los gradientes ambientales de elevación o topografía, no fueron suficientes para detectar diferencias. Debido a que las instrucciones de raleo en el campo no consideraban el establecimiento de parcelas testigo, fue imposible evaluar el impacto del raleo *per se*.

Otro estudio efectuado en una pequeña parcela de 0,1 ha en el bosque montano bajo, mostró que el raleo de un rodal que había sido talado previamente tuvo un efecto positivo sobre el incremento en volumen. El rodal de 1981, con una área basal de 20,6 m²/ha (los rodales sin raleo tienen un promedio de 40 m²/ha), llegó a alcanzar 24,0 m²/ha para 1985. Durante el mismo período, el incremento en el volumen promedió 5 m³/ha/año. La media de crecimiento del volumen en la mayor parte del bosque montano bajo sin ralear, promedió cerca de 1,5 m³/ha/año.

Inventarios en bosques secundarios húmedos

En 1980, el Servicio Forestal inició un inventario forestal continuo con el propósito de evaluar la producción potencial de madera en los bosques secundarios de Puerto Rico. En primer lugar, la isla se dividió en regiones de reconocimiento comerciales y no comerciales. Las áreas no comerciales incluían: (1) áreas secas con menos de 1000 mm/año de precipitación; (2) áreas lluviosas, con más de 2500 mm/año de precipitación; (3) áreas con pendientes de más de 60%; y (4) áreas con suelos no productivos o con usos prioritarios mayores. El área restante, cerca de la mitad de la isla, fue la región con potencial comercial y en donde se concentraron las actividades de reconocimiento. Toda la información fue delimitada en un mapa base a escala 1:120 000.

Luego de esto, la región con potencial comercial fue estratificada mediante las zonas de vida de Holdridge (bosques húmedos subtropicales y bosques muy húmedos subtropicales) y mediante los principales tipos de suelos (volcánicos profundos, volcánicos superficiales, graníticos y calizos). La información sobre el área del bosque, el volumen de los árboles y la composición de las especies se obtuvo mediante un método de muestreo que involucró una clasificación forestal y no forestal sobre fotografías aéreas y mediciones en el campo de árboles en sitios de muestreo. Cada sitio de muestreo fue ubicado en una intersección de una cuadrícula de 3 x 3 km. En total, se hicieron 10 925 clasificaciones fotográficas, se visitaron 437 sitios en el campo y se muestrearon 4 506 árboles dentro de la región con potencial comercial.

En cada sitio de muestreo en el campo se estableció una agrupación de tres parcelas de radio variable. Cada árbol de muestra en la parcela de radio variable representó 2,5 m²/ha de área basal, ó 0,83 m²/ha cuando las parcelas se agruparon. Los árboles con menos de 12,5 cm de diámetro fueron etiquetados en lotes definidos de aproximadamente 40 m² alrededor del centro de las parcelas.

Cada sitio de muestreo fue clasificado mediante una serie de características: zona de vida, tipo

de suelo, clase de bosque (secundario temprano, secundario tardío, sombra de café abandonada, sombra de café activa), clase de pendiente, tipo de propiedad (privada, pública), tamaño del área forestal, distancia a fuentes de agua, carreteras, etc. Cada árbol de muestra con 12,5 cm o más de diámetro fue medido y evaluado para determinar el volumen de madera y la calidad.

Los sitios de muestreo en el campo fueron seleccionados sobre mapas topográficos y transferidos a fotografías aéreas. El centro de cada sitio boscoso fue establecido en el campo corriendo un azimut calculado y la distancia de un punto de inicio seleccionado. Cada parcela en los sitios de muestreo fue marcada para que los fotógrafos que llegaron en el futuro pudieran restablecer la parcela y estimar el crecimiento, la mortalidad, las eliminaciones y los cambios en el uso de la tierra.

Los resultados del reconocimiento fueron presentados en 26 cuadros. Estos resaltaron el área de bosque, la composición de las especies y el volumen estimado de los árboles, con base en muchos de los factores del sitio que fueron registrados durante el reconocimiento de las parcelas. El inventario de 1980 determinó que únicamente diez de las 189 especies marcadas representaban la mitad del área basal muestreada y 60% el volumen. Estas diez especies son propias de bosques secundarios, o utilizadas en el pasado como frutales, ornamentales o sombra de café. El volumen maderable por hectárea varió en relación con la clase forestal y promedió 53 m² para la sombra de café abandonada, 44 m² para los bosques secundarios y 36 m² para la sombra de café activa. Más del 60% del volumen maderable se ubicó en áreas con pendientes de más de 45%.

En 1985 y 1990 se realizaron reconocimientos utilizando el mismo diseño de parcelas y la misma técnica de muestreo. Los resultados preliminares del inventario más reciente indican algunos cambios en el bosque en relación con el área forestal, así como incrementos sustanciales en el volumen del bosque. Estas tendencias parecen ser favorables para el manejo forestal futuro y para la cosecha potencial de madera.

Regeneración natural

Como parte del inventario de bosques secundarios de Puerto Rico, efectuado en 1980, se realizó una evaluación de los fustales y brinzales. En la región con potencial para la producción comercial de madera, cerca de 52 000 ha fueron inventariadas con 21 especies de madera para producir una segunda cosecha sin recurrir a la plantación. Los estándares para un inventario adecuado requieren de 100 árboles maderables por hectárea de tamaño fustal (12,5 a 27,5 cm de diámetro) o 250 árboles de tamaño brinzal (2,5 a 12,5 cm de diámetro).

Los promedios de fustales y brinzales para áreas con existencias adecuadas fueron considerablemente más altos que los estándares: 176 fustales/ha y 725 brinzales/ha. Los sitios con mayores existencias se concentraron en lugares altos, principalmente en la parte occidental de las montañas centrales. Estos resultados indican que la regeneración natural, al menos en algunas áreas, es suficiente para realizar operaciones silviculturales, sin que sea necesario recurrir a la plantación de árboles.

Estudios ecológicos

Los estudios ecológicos de los ecosistemas forestales son beneficiosos para la formulación de estrategias de manejo. Entre los temas de interés se encuentran: el conocimiento de los ciclos de vida de la flora y fauna, la respuesta de la biota forestal a las principales perturbaciones, las relaciones mutuas entre especies de árboles y animales y la función de los suelos y sus nutrientes en el crecimiento y desarrollo del bosque.

Algunos de los estudios ecológicos más informativos realizados por el IITF se iniciaron poco tiempo después de la fundación del Instituto en 1939. Estos enfocaron el establecimiento y monitoreo regular de las parcelas permanentes en las montañas Luquillo. Las parcelas fueron diseñadas para suministrar información sobre la composición de las especies y sobre las tasas de crecimiento en varios tipos de bosques allí presentes. Más adelante, estas también fueron muy úti-

les para determinar la respuesta de las especies forestales y tipos de bosques a los huracanes en la Cuenca del Caribe.

En los años 60 se iniciaron tres programas ecológicos principales en el IITF:

- El proyecto bosque lluvioso en El Verde, el cual se encuentra resumido en un tomo que contiene nueve secciones principales y 111 documentos de investigación (ver referencias en Anexo).
- Estudios taxonómicos y botánicos del bosque enano, compilados en 17 artículos publicados entre 1968 y 1977 en la Revista del Arboretum Arnold
- El programa de la cotorra puertorriqueña, una investigación exhaustiva sobre la historia y el comportamiento de esta ave, iniciado en 1968 y publicado en 1987. Este programa permanece en la actualidad

Desde mediados de los años 70 hasta mediados de los 80, se publicaron varios estudios a largo plazo sobre el crecimiento de especies arbóreas y tipos de bosques; especialmente sobre los bosques húmedos de la isla. Además, se emplearon clasificaciones estadísticas y ordenaciones para explorar las relaciones de sitio de las especies presentes en hábitats tropicales complejos.

Desde mediados de la década de los 80, el IITF ha formulado planes de trabajo para investigación ecológica a largo plazo (LTER) en las cuencas Bisley del bosque Luquillo. El más reciente de los planes a cinco años contiene cuatro áreas problemáticas cuyo progreso se incluye cada año en los informes anuales del IITF:

- Problema 1: Conocimiento insuficiente para manejar efectivamente los bosques primarios, o los bosques secundarios, luego de la alteración tropical o de cambios en el uso de la tierra.

Elemento 1: Evaluación de plantaciones forestales, plantaciones en línea, pruebas de procedencia y *arboreta*, incluyendo estudios sobre productividad, ciclos nutricionales y monitoreo a largo plazo

Elemento 2: Medición e inventario de ro-

dales primarios y secundarios en el bosque Luquillo y en otros bosques tropicales

Elemento 3: Ciclo de sucesión, productividad y nutrición durante la rehabilitación de tierras degradadas por perturbaciones naturales y antropogénicas

Elemento 4: Bioecología forestal, adaptabilidad y manejo de especies arbóreas importantes, con referencia particular a los ambientes urbanos y a la reforestación

Elemento 5: Estudios internacionales sobre impactos del aprovechamiento en la regeneración y la publicación de una guía fotográfica de árboles tropicales comunes

- Problema 2: Mejorar el conocimiento y los métodos de predicción en relación con las dinámicas internas y las influencias externas que afectan las características atmosféricas e hidrológicas de las cuencas en los bosques tropicales.

Elemento 1: Ciclos biogeoquímicos, papel de los invertebrados en la descomposición de la madera, cambios globales y estudios ecológicos en las cuencas con investigaciones ecológicas a largo plazo (LTER)

Elemento 2: Dinámica de invernadero y rastreo de emisiones de gases

Elemento 3: Ciclos de marchitamiento, descomposición y nutrición

Elemento 4: Dinámica de las zonas ribereñas en las cuencas tropicales

Elemento 5: Ecología comparativa

Elemento 6: Monitoreo internacional de las contribuciones climáticas y atmosféricas

- Problema 3: Identificación y caracterización de la vida silvestre tropical amenazada, en vías de extinción o en peligro, y determinación de las características de los hábitats y de los requerimientos de las aves que emigran al Caribe durante el invierno para desarrollar técnicas de manejo mejoradas.

Elemento 1: Impacto de los huracanes en las poblaciones de aves

Elemento 2: Estrategias para liberar co-torras en el ambiente silvestre

Elemento 3: Aves migratorias neotropicales que pasan el invierno en el Caribe

Elemento 4: Fenología de plantas y suministro de alimentos para las poblaciones de aves

Elemento 5: Vida silvestre caribeña en peligro y en vías de extinción

Elemento 6: Trabajo internacional sobre plantas y especies de murciélagos más sensibles a la apertura del bosque y de sus límites

- Problema 4: Cuantificación del valor económico y social de los bosques tropicales americanos.

Elemento 1: Prácticas de uso de la tierra en Pará, Brasil. Importación de teca a las islas del Caribe

Elemento 2: Análisis del valor social y económico del bosque Luquillo y de otros bosques tropicales

Elemento 3: Beneficio/costo de la recreación y del ecoturismo en el bosque Luquillo

Elemento 4: Síntesis de los estudios sociales y ecológicos del bosque Tapajós en Brasil, incluyendo el valor y el manejo de los productos no maderables

Anexo

Publicaciones basadas en el trabajo del IITF

Plantaciones forestales

FRANCIS, J.K. 1989. The Luquillo Experimental Forest Arboretum. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station. New Orleans, LA. 8 p.

____ *et al.* Silvics manual for tropical tree species. (76 species already published and 25 species in preparation).

LIEGEL, L.H.; VENATOR, C.R. 1987. A technical guide for nursery management in the Caribbean and Latin America. General Technical Report S0-67 USDA Forest Service. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 156 p.

GEARY, T.F.; BRISCOE, C.B. 1972. Tree species for plantations in the granitic uplands of Puerto Rico. USDA Forest Service Research Paper ITF-14. Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico. 8 p.

MARRERO, J. 1948. Forest planting in the Caribbean National Forest; past experience as a guide for the future. *Caribbean Forester* 9(2): 85-147.

____. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester* 10(1):11-30.

____. 1950. Resultados de la repoblación forestal en los bosques insulares de Puerto Rico. *Caribbean Forester* 11(4):151-195.

WHITMORE, J. (ed.) 1981. Wood production in the neotropics via plantations. Proceedings IUFRO Working Group S1-07-09, September 8-12, 1980. IUFRO/MAB/USFS. Washington, D.C. 393 p.

Plantaciones de enriquecimiento

Weaver, P.L. 1986. Enrichment plantings in tropical America. In J.C. Figueroa, F H Wadsworth, S. Branham, eds. 'Management of the forests of tropical America: projects and technologies.' Institute of Tropical Forestry, Southern Forest Experiment Station, USDA Forest Service, Rio Piedras, Puerto Rico. p. 259-278.

____; BAUER, G.P. 1986. Growth, survival and shoot borer damage in mahogany plantings in the Luquillo Forest of Puerto Rico. *Turrialba* 36(4):509-522.

Restauración

MARRERO, J. 1950. Reforestation of degraded lands in Puerto Rico. *Caribbean Forester* 11 (1):3-15.

PARROTTA, J.A.; KANASHIRO, M. 1995. Management and rehabilitation of degraded lands and secondary forests in Amazonia. Proceedings of an International Symposium/workshop in Santarem, Para, Brazil. USDA Forest Service, IITF, Rio Piedras, Puerto Rico. 246 p.

WEAVER, P.L. 1989. Taungya plantings in Puerto Rico. *Journal of Forestry* 87(3):37-41.

Aspectos operativos de la silvicultura y el manejo forestal

Manejo forestal

CROW, T.R.; WEAVER, P.L. 1977. Tree growth in a moist tropical forest of Puerto Rico. USDA Forest Service, Institute of Tropical Forestry, Research Paper ITF-22. Rio Piedras, Puerto Rico. 17 p.

FIGUEROA COLON, J.C.; WADSWORTH, F.H.; BRANHAM, S. (eds.). 1987. Management of the forests of tropical America: prospects and technologies. Proceedings of a conference. September 22-27, 1986. San Juan, Puerto Rico. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico. 469 p.

INSTITUTE OF Tropical Forestry. 1939-1964. Caribbean Forester (Journal of 24 volumen of forestry research and management in Puerto Rico and Latin America).

_____. 1965-present. Annual Letters (Forest research, management and technology transfer activities in annual reports). Rio Piedras, Puerto Rico.

1982-1994. Caribbean Foresters Proceedings. (Published results of biennial meetings of Caribbean Foresters on: forestry, watershed management, forest recreation, wildlife, wetlands, sustainable forest management and forest economics).

LONGWOOD, F.R. 1961. Puerto Rican woods: their machining, seasoning, and related characteristics. USDA Forest Agriculture Handbook 205. U.S Government Printing Office, Washington D.C. 98 p.

_____. 1962. Present and potencial commercial timbers of the Caribbean. USDA Forest Service Agriculture Handbook 207. U.S Government Printing Office. Washington D.C. 167 p.

USDA Forest Service. Southern Region. 1994 Proposed revised land and resources management plan. Caribbean National Forest (Luquillo Experimental Forest), Rio Piedras, Puerto Rico. (5 chapters + 3 appendices)

WADSWORTH, F.H. 1951. Forest management in the Luquillo Mountains. I. The setting. Caribbean Forester 12(3):93-114

_____. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains. II. Planning for multiple land use. Caribbean Forester 13(2):49-61.

_____. 1952. Forest management in the Luquillo Mountains. III. Selection of products and silvicultural policies. Caribbean Forester 13(3):93-119.

_____. 1966. La orientación de las investigaciones de silvicultura para Latinoamérica. Turrialba 16:390-395.

WEAVER, P.L. 1955. Secondary forest management. In J.P. Parrotta, M. Kanashiro eds. "Management and rehabilitation of degraded lands and secondary forests in Amazonia." Proceedings of an International Symposium/Workshop, April 18-23, 1993, Santarem, Para, Brazil. International Institute of Tropical Forestry, USDA Forest Service, Rio Piedras, Puerto Rico. p. 117-128.

Inventarios: bosque secundario húmedo

BIRDSEY, R.A.; JIMENEZ, D. 1985. The forests of Toro Negro. Research Paper SO-222. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 29 p.

_____; WEAVER, P.L. 1982. The forest resources of Puerto Rico. USDA Forest Service Research Bulletin SO-85. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 59 p.

_____; _____. 1983. Puerto Rico's timberland. Journal of Forestry 81(10):671-72, 699.

_____; _____. 1987. Forest area trends in Puerto Rico. Research Note SO-331. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 5 p.

_____; _____. NICHOLLS, C. 1986. The forest resources of St. Vincent, West Indies. USDA Forest Service Research Paper SO-229. Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 25 p.

WEAVER, P.L.; BIRDSEY, R.A. 1986. Tree succession and management opportunities in coffee shade stands. Turrialba 36(1):47-58.

____; _____. 1990. Growth of secondary forests in Puerto Rico between 1980 y 1985. *Turrialba* 40(1):12-20.

Regeneración natural

WADSWORTH, F.H.; BIRDSEY, R.A. 1985. A new look at the forests of Puerto Rico. *Turrialba* 35(1):11-17.

Estudios ecológicos

BROWN, S.; LUGO, A.E., SILANDER, S.; LIEGEL, L. 1993. Research history and opportunities in the Luquillo Experimental Forest. General Technical Report SO-44. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 128 p.

CROWN, T.R. 1980. A rainforest chronicle: a 30-year record of change in structure and composition at El Verde, Puerto Rico. *Biotropica* 12(1):42-55.

____; GRIGAL, D.F. 1979. A numerical analysis of arborescent communities in the rain forest of the Luquillo Mountains, Puerto Rico. *Vegetatio* 40(3):135-146.

EWEL, J.J.; WHITMORE, J.L. 1973. The ecological life zones of Puerto Rico and the U.S. Virgin Islands. USDA Forest Service Research Paper ITF-18. Institute of Tropical Forestry, Rio Piedras, Puerto Rico. 72 p + maps.

LITTLE, E.L. JR.; WADSWORTH, F.H. 1964. Common trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. USDA Forest Service Agriculture Handbook 249. U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 548 p.

____; WOODBURY, R.O.; WADSWORTH, F.H. 1974. Trees of Puerto Rico and the Virgin Islands. Second Edition. USDA Forest Service Agriculture Handbook 449. U.S. Government Printing Office, Washington D.C. 1024 p.

LUGO, A.E.; LOWE, C. (eds.) 1995. Tropical Forests: management and ecology. Ecological Studies. Vol. 112. Springer-Verlag, New York. 461 p.

MOSQUERA, M.; FEHELEY, J. 1984. Bibliography of forestry in Puerto Rico. General Technical Report SO-51. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 196 p.

ODUM, H.T.; PIGEON, R.F. (eds.). 1995. A tropical rain forest. U.S. Atomic Energy Commission, Division of Technical Information, Washington D.C. (19 sections with 111 research papers totaling 1644 pages)

SCATENA, F.N. 1989. An introduction to the physiography and history of the Bisley Experimental watersheds in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 22 p.

SNYDER, N.F.R.; WILEY, J.W.; KEPLER, C.B. 1987. The parrots of Luquillo: natural history and conservation of the Puerto Rican parrot. Western Foundation of Vertebrate Zoology, Los Angeles, CA. 384 p.

WALKER, L.R.; BROKAW, N.V.L.; LODGE, D.J.; WAIDE, R.B. 1991. Special issue: ecosystem, plant and animal responses to hurricanes in the Caribbean. *Biotrópica* 23(4 - Part A):1-521.

WEAVER, P.L. 1983. Tree growth and stand changes in the subtropical life zones of the Luquillo Mountains of Puerto Rico. USDA Forest Service Research paper SO-190, Southern Forest Experiment Station, New Orleans, LA. 24 p.

____. 1989. Forest changes after hurricanes in Puerto Rico's Luquillo Mountains. *Interciencia* 14(4):181-1 1192.

____. 1991. Environmental gradients affect forest composition in the Luquillo Mountains of Puerto Rico. *Interciencia* 16(3):142-151.

Referencias generales

BEARD, J.S. 1949. Natural vegetation of the Windward and Leeward Islands. Oxford Forestry Memoirs 21:1-192.

ENVIRONMENTAL PROFILES for several Caribbean Islands and neotropical countries (eg. Dominica, Dominican Republic, Granada, Haiti, Jamaica, St. Lucia, St. Vincent)

FAO FORESTRY documents for several Caribbean Islands and neotropical countries.

“Manejo e investigación forestal en la Concesión del Bajo Calima, Colombia

John A. Wright*

Introducción

La reducción de los bosques lluviosos tropicales se ha convertido en un tema de conversación en todos los niveles de la sociedad y en todos los países del mundo. Los gobiernos de los países tropicales que aún poseen bosques naturales, se encuentran bajo una presión constante por parte de los grupos conservacionistas, nacionales e internacionales, quienes exigen una mayor legislación y la implementación de medidas enérgicas de conservación. Mucho se ha escrito sobre los problemas de la deforestación en las áreas tropicales, pero son muy pocas las soluciones efectivas (Barney 1978, Schmidt 1982).

Desde 1959 hasta 1993, la compañía Smurfit Cartón de Colombia disfrutó de una concesión maderera que le permitió explotar el bosque lluvioso de la costa pacífica de Colombia. La madera fue empleada exclusivamente para producir pulpa y papel en la fábrica de la compañía, ubicada en la ciudad de Cali. Se diseñó un plan de manejo con aportes científicos, el cual fue implementado por la empresa. Aún cuando la producción maderera y los aspectos de diversidad forestal podían manejarse, existían problemas para controlar el aprovechamiento ilegal, tanto del bosque secundario como del primario (Ladrach y Wright 1995). A continuación se presenta una breve explicación sobre los resultados que obtuvo la compañía Smurfit Cartón de Colombia en la Concesión de Bajo Calima.

Geografía, suelos y clima

De acuerdo con la clasificación de Holdridge (1967), el Bajo Calima es una región intermedia entre el bosque tropical húmedo y el bosque tropical lluvioso, con una precipitación anual de 7 500 mm y una temperatura promedio de 25. Esta área no tiene una estación seca y llueve casi todos los días del año; topográficamente es calificada como una planicie costera, aún

cuando es bastante quebrada, con muchas laderas pequeñas y empinadas y cordilleras angostas. Los suelos son predominantemente entisoles, de arcilloso aluviales no diferenciados a arcilloso-limosos, con un pH entre 4,0 y 5,0; con una saturación alta por aluminio (entre 60 y 90%) y bajas concentraciones disponibles de P, Ca, K, Mn, Cu, B, Mg y Zn (Cannon 1994). A lo largo de las terrazas de los ríos, la fertilidad es ligeramente mejor que en las laderas, lo que permite la producción de algunos cultivos; sin embargo, la productividad agrícola es restringida por la baja fertilidad del suelo (Patino Arcos 1988).

Antecedentes de la Concesión

En 1953, Cartón de Colombia, una compañía que hasta ese momento había utilizado desechos de papel y pulpa importada, y el Instituto Colombiano de Fomento Industrial (IFI), iniciaron conversaciones tendientes a desarrollar, en forma conjunta, una fábrica de pulpa. En 1957, se creó un consorcio llamado Celulosa y Papel de Colombia, S.A. (Pulpapel), de la cual la empresa Cartón de Colombia, la Corporación de Contenedores de América y el IFI eran los accionistas. Luego de realizar estudios de factibilidad de los recursos naturales de la región, se decidió ubicar la fábrica cerca de Cali, donde Cartón de Colombia tenía su maquinaria para elaborar papel y donde utilizaría para este propósito la madera proveniente del bosque lluvioso de la costa pacífica. En 1959, Pulpapel se convirtió en la primera fábrica de papel en el mundo en producir “pulpa kraft”, proveniente de una mezcla de maderas duras tropicales; la “pulpa kraft” es un material utilizado para elaborar papel para empaques. En 1983, iniciaron una línea de pulpa blanqueada con la cual produjeron papel para escribir e imprimir, elaborada con una mezcla de maderas duras tropicales. En 1965, Cartón de Colombia adquirió las acciones de la IFI, aunque sin la asociación y el apoyo gubernamental, hubiera sido difícil para esta empresa,

* Gerente Corporativo, Investigación Forestal
Smurfit Cartón de Colombia, AA 6574, Cali, Colombia

inversión tan riesgosa (Gómez 1978). Las acciones de la Corporación de Contenedores de América fueron compradas por el Grupo Smurfit en 1987; con esto, se convirtió en la actual compañía Smurfit Cartón de Colombia.

En 1959, el Ministerio de Agricultura otorgó a Cartón de Colombia, como base forestal para este proyecto, una concesión inicial de 15 000 ha en el Bajo Calima, en la costa pacífica, cerca de la ciudad de Buenaventura, a 130 km de Cali. En 1962 se concedió a Pulpapel una segunda concesión por 25 000 ha; en 1970 y 1971, el tamaño de las concesiones se incrementó en 11 700 y 6 500 ha respectivamente. En 1974, las cuatro áreas fueron integradas a la concesión actual de 60 200 ha, mediante un acuerdo entre el Instituto Nacional de Recursos Naturales (INDERENA) y Pulpapel, por un período de 30 años; es decir, hasta el año 2004.

Experiencias en investigación forestal

Las actividades de investigación debían efectuarse como un componente estipulado en el contrato de la concesión. Fue necesario evaluar la regeneración natural luego de una tala rasa, pues existían dudas de que el bosque pudiera regenerarse. El contrato especificaba que se debían realizar plantaciones de enriquecimiento en todos los lugares en donde no se diera la regeneración. Se ejecutaron otras investigaciones, tales como estudios sobre las propiedades maderables y fibrosas de más de 100 especies (Ladrach 1985), y un inventario parcial de los mamíferos, las aves y los insectos presentes en la concesión (Gutiérrez 1975).

En 1961, se construyó el primer vivero de plántulas en La Brea y en 1964 se estableció otro en Juanchaco. Para 1975, se habían evaluado en el vivero casi 60 especies nativas y exóticas (Gutiérrez 1976). Las plantaciones en el campo se realizaron con árboles germinados y desarrollados en el vivero. Los estudios sobre las especies naturales incluían la evaluación de métodos de germinación, pues se carecía del conocimiento silvicultural de muchas especies.

Desde las primeras investigaciones, se observó que las especies exóticas presentes en las plantaciones tenían poco potencial de crecimiento. Con el propósito de conservar las plantaciones de especies nativas, fue necesario eliminar la abundante regeneración natural que competía con ellas. Sin embargo, después de diez años, la mayoría de estas plantaciones no se podían distinguir de la regeneración natural de especies mezcladas, debido a la colonización de estas últimas. Se concluyó que las plantaciones de enriquecimiento no eran apropiadas para el área del Bajo Calima, debido a los altos costos de mantenimiento y al lento crecimiento de los árboles (CONIF 1986).

En 1975, se estableció un arboretum con 60 parcelas, cada una de ellas con seis árboles de especies nativas y seis de especies exóticas. Además se incluyeron dos parcelas de 0,1 ha para regeneración natural; a una se le aplicó un raleo no comercial a los dos años y la otra se dejó sin tratamiento. El arboretum fue medido a los ocho años de edad (Ladrach 1984) y se concluyó que, en términos generales, la parcela de regeneración natural sin tratamiento alcanzó la mejor altura y el mejor volumen. Ninguna de las especies introducidas alcanzó un buen desarrollo. La regeneración natural creció mejor que las mismas especies establecidas en plantaciones, debido probablemente a una menor saturación y a una mayor aireación del suelo.

La regeneración natural cubrió todas las áreas aprovechadas, por lo que se iniciaron estudios para su manejo. Se llevaron a cabo investigaciones sobre la regeneración natural no alterada, para lo cual se recolectó información sobre las especies y su crecimiento, en parcelas escogidas al azar dentro de las áreas de aprovechamiento. La conclusión principal de este estudio fue que existía una regeneración natural abundante, con predominio de las especies pioneras (Caycedo y Nino 1988, Faber-Langendoen y Gentry 1991). Sin embargo, todas estas investigaciones fueron perjudicadas por la corta de árboles de entre cinco y siete años para utilizarlos como varas (Ladrach 1976).

Investigación en bosques primarios y secundarios

Aún cuando la Corporación Smurfit Cartón de Colombia dejó de explotar la Concesión del Bajo Callma en julio de 1993, debido a la sustitución de madera con árboles provenientes de las plantaciones de eucalipto (Wright 1991), todavía existen varios proyectos de investigación en progreso. Estos estudios abarcan aspectos tales como taxonomía y productividad de los árboles, fuente y características de la regeneración natural.

Debido a la amplia variedad florística que se encuentra en la costa pacífica de Colombia, esta región siempre ha sido considerada de gran interés botánico. En 1982, Cartón de Colombia inició actividades colaborativas con el Dr. A. Gentry y con el Jardín Botánico de Missouri, para recolectar muestras botánicas de la región con el propósito de incrementar el conocimiento científico sobre la flora. Desde 1984 se contrataron los servicios de un botánico colombiano para que efectuara las colectas botánicas y elaborara las descripciones y dibujos técnicos detallados de la flora. En 1985 se había recolectado más de 2000 muestras, las cuales fueron distribuidas entre los herbarios locales y enviadas al Jardín Botánico de Missouri para su identificación definitiva. Estos dibujos y descripciones se incluirán en un volumen botánico que será publicado en forma conjunta entre la compañía y el Jardín Botánico de Missouri.

La experiencia en el Bajo Callma ha mostrado que la regeneración natural es efectiva luego de la cosecha, como medida de reforestación; sin embargo, si el objetivo de este proyecto era mantener un rendimiento constante en la concesión, se requería de información cuantitativa sobre las tasas de crecimiento de la regeneración. Por este motivo, en 1975 se llevó a cabo una investigación para medir el crecimiento de las áreas que habían sido aprovechadas anteriormente. Dos de los resultados importantes de este estudio fueron que, en cuanto al número de especies, 1) la composición de la regeneración natural a los quince años fue muy similar a la del bosque primario, y 2) la regeneración natural alcanzó, a los quince años, la mitad del volumen del bosque primario (Mazuera 1979).

Además, se realizó un estudio de seguimiento sobre el origen de la regeneración natural. Para este fin, se evaluaron cuarenta parcelas antes de su aprovechamiento, para determinar la existencia de especies de dosel y sotobosque, los volúmenes, las alturas y la presencia de semillas de árboles en el suelo. Dos años después de efectuar una tala rasa, las parcelas fueron evaluadas nuevamente para determinar la proporción de las especies de la regeneración; se encontró que el 99% de las plántulas presentes habían nacido por semilla. También se detectó una mayor proporción de especies pioneras; sin embargo, el número de especies por familia varió muy poco entre el bosque primario y la regeneración natural (Ladrach y Mazuera 1985). La excelente regeneración natural, después de la cosecha, fue atribuida a: 1) la eliminación total del dosel, la cual permitió que la luz solar penetrara hasta el piso del bosque y 2) el uso de un cable aéreo para transportar los troncos, lo que ayudó a mantener sin alteración la hojarasca que cubre el suelo del bosque.

Entre 1987 y 1989, se ejecutó un estudio adicional para comparar el bosque primario con la regeneración natural, el cual abarcó hasta 12 años después de la cosecha. Se efectuó una extrapolación, la cual indicó que en un período menor a los 30 años, los valores de área basal de la regeneración natural serían iguales a los del bosque primario (Faber-Langendoen 1990). La extrapolación de los valores de biomasa y volumen indicó que estos serían iguales a los del bosque primario en un período aproximado de 30 a 35 años. Las especies pioneras representaron más del 60% de los valores de biomasa obtenidos en el bosque de 12 años de edad, comparado con el 2% obtenido en el bosque primario. Además se estimó, que para lograr la recuperación total de las especies del bosque primario se necesitarán aproximadamente 90 años. La extrapolación de la información sobre la riqueza de las especies del dosel, indicó que se necesitarán cerca de 40 años para recuperar la riqueza original del bosque primario (Faber-Langendoen 1990). En conclusión, se consideró que es posible lograr un manejo sostenible del rendimiento en volumen o en biomasa, basado en una rotación de 30 años. También se determinó, que la diversidad de las especies se mantendrá mediante la implementación de reservas forestales en la Concesión.

La experiencia del manejo forestal

Se efectuó un inventario inicial de toda el área de la concesión, cuyos resultados se encuentran en el plan de manejo presentado al gobierno (Pulpapel 1972). Debido a la pobre calidad del suelo y a las altas precipitaciones, el diámetro

promedio por árbol fue de tan sólo 27 cm. Esto indica que el área total de la concesión (60 200 ha) no tiene vocación para la explotación maderera. Con base en reconocimientos efectuados en la zona y en el inventario inicial, el área fue dividida en las siguientes categorías de uso:

Uso de la tierra	Area ha	%
Aprovechamiento forestal	35 270	59
Reservas forestales	4 144	7
Colonización	9 840	16
Inaccesible	10 946	18
Total	60 200	100

El objetivo del plan de manejo fue organizar el aprovechamiento por área y por rendimiento real del recurso. Los cuadros de volumen, basados en el diámetro y en la altura comercial fueron elaborados localmente (Pulpapel 1972). Más adelante, se desarrollaron cuadros adicionales de volumen, los cuales reflejaron un 30% de incremento en el aprovechamiento forestal debido a una utilización más intensiva de las ramas y del fuste de los árboles (Mazuera 1982).

La determinación de la superficie que se cortaría anualmente se obtuvo dividiendo las 35 270 ha bajo manejo entre los 30 años (1175 ha/año). En el área total del plan inicial se contemplaban 5280 ha de bosque secundario, por lo que fue necesario determinar el tiempo de cosecha equivalente bajo el plan actual: 5280 ha/1175 ha/año aproximadamente 4 años. De esta manera, el tiempo restante al inicio del contrato fue de 26 años.

Para calcular el volumen de corta real admisible, se utilizó el volumen neto de la pulpa de madera, obtenido con el inventario inicial: $3\,252\,600\text{ m}^3/26\text{ años} = 125\,100\text{ m}^3/\text{año}$. El volumen neto de pulpa de madera, determinado por el inventario forestal promedió $113\text{ m}^3/\text{ha}$. De esta forma, el incremento promedio anual de volumen en el bosque natural sería teóricamente de $113\text{ m}^3/30\text{ años} = 3,8\text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$, y la corta admisible normal sería de 35 270 ha bajo manejo $\times 8\text{ m}^3/\text{ha}/\text{año} = 134\,000\text{ m}^3/\text{ha}$. El pro-

medio teórico de incremento anual de $3,8\text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ no se sumó a las áreas que serían cortadas en una fecha futura puesto que se trataba de un bosque maduro y en equilibrio (Barrera 1976).

El plan anual de aprovechamiento, junto con el inventario y el plan para construir una carretera, fueron presentados al INDERENA para su aprobación antes de efectuar cualquier aprovechamiento; además, cada cinco años se realizó una revisión general del plan de manejo de la Concesión, para contrastarlo con la historia de aprovechamiento actual. INDERENA tenía la potestad de modificar la tala admisible, así como los sitios de aprovechamiento; o si el concesionario había abusado de las estipulaciones del contrato, podía invalidarlo y declararlo nulo. Esto último nunca ocurrió.

Luego de mucha experimentación, se empleó un cable aéreo North Bend modificado para acarrear la madera del bosque a la orilla del camino. En 1974, se hizo una mayor innovación al emplearse un montacargas Iwate Fiju más grande con un cable aéreo para transportar la madera mediante un mástil North Bend desde el bosque hasta el camino. Los árboles eran cortados con sierras de cadena; las ramas se eliminaban en el lugar mismo, dejando las más pequeñas en el bosque. Los troncos también eran descortezados en el bosque.

Existía la necesidad obvia de crear un sistema de caminos interno, que permitiera cargar los camiones en el lugar donde se cortaban los árboles (Arias 1976), pues ningún tipo de vehículo podía transitar los enlodados caminos. En 1982, se usó por primera vez el geotextil en la construcción de un camino. Este material es una alfombra de fibra sintética no tejida, del ancho del camino y de 2,0 cm de grosor. El geotextil se coloca en el lecho del camino y sobre él se esparcen piedras de río. Este material permite el movimiento del agua hacia abajo, pero evita que las piedras se hundan en el lodo.

Es un hecho conocido que cuando se construyen caminos de penetración en los bosques tropicales, la gente entra y coloniza estas áreas, con o sin autorización. El Ministerio Colombiano de Desarrollo promovió los asentamientos en áreas nuevas, como una medida para dotar de tierra para la agricultura a una población en expansión. Con la apertura de los primeros caminos dentro del bosque, la gente comenzó a establecerse. En 1974, cuando la concesión de Bajo Calima se formalizó, el contrato especificaba que el 16% del área total debía habilitarse para el establecimiento de asentamientos y además, que las tierras que se emplearían para este propósito serían las ubicadas a 500 m de los caminos principales de la concesión, los cuales, una vez construidos pasarían a ser caminos públicos (Pulpapel 1972).

Debido a la baja fertilidad del suelo y a las altas precipitaciones en esta región, los bosques no fueron convertidos en áreas para la agricultura de subsistencia, con excepción de las tierras más fértiles, ubicadas a lo largo de las terrazas de los ríos. La principal amenaza para la rege-

neración natural en la Concesión de Bajo Calima fue y es la corta de árboles para varas. Existe una demanda considerable de madera para varas, las cuales se emplean en actividades de construcción. La regeneración natural de 5 a 8 años de edad suministra un amplio abastecimiento de árboles jóvenes y derechos, aptos para este propósito. Las varas son cortadas con machete y acarreadas manualmente a la orilla del camino, donde se venden a la industria de la construcción local. En 1995, cada vara transportada a la orilla del camino tenía un valor de un dólar americano, y un trabajador forestal podía ganar en una semana cortando varas, el salario mínimo mensual (\$150). INDERENA y en la actualidad, el Ministerio del Medio Ambiente, investigan diversos métodos que permitan controlar la regeneración natural para la producción de varas.

Conclusiones

La experiencia generada sobre el manejo y la investigación forestal en más de treinta años, indican que la Concesión de Bajo Calima podría administrarse para la producción y para la diversidad forestal, si se implementa un estricto plan de manejo y se controla la extracción ilegal de madera. Debido a que la Concesión era propiedad del gobierno, la compañía Smurfit Cartón de Colombia no tenía la autoridad legal para evitar que la gente entrara a cortar madera para varas. La corta ilegal de la regeneración natural ocasionó impactos significativos en la producción y en la diversidad forestal. Debido a la necesidad de construir casas de bajo costo, es probable que la corta de árboles para varas en el Bajo Calima continúe hasta que el Gobierno logre controlar esta actividad.

Bibliografía

- ARIAS, A. 1997. Construcción de vías. Actas: Concesión Forestal Bajo Calima, 1959-1976, Reunión anual de investigación forestal. Cartón de Colombia, S. A. Call. pp 32-42.
- BARNEY, G.O. 1978. Forestry Projections. The global 2000 report to the president., entering the twenty-first century. Council on Environmental Quality and the Department of State, Washington, D.C. 117-135.
- BARRERA, C. 1976. Plan de ordenación forestal. Actas: Concesión forestal Bajo Calima, 1959-1976. Reunión anual de investigación forestal. Cartón de Colombia, S.A. , Call. p. 4-13.

- CANNON, P.G. 1984. Comparative analysis of the soils in the Bajo Calima Concession in the primary forest and after clear-cutting. Research report 89, Cartón de Colombia, Cali. 4 p.
- CAYCEDO A., H.; NINO B., L.N. 1988. Estimación de la fitomasa aérea forestal de un bosque natural de segundo crecimiento en Bajo Calima, Colombia. CONIF, Bogotá. Serie Documentación No. 13. 20 p.
- CONIF. 1986. Resultados del comportamiento de especies forestales plantadas en líneas de enriquecimiento en Bajo Calima, San José del Guaviare y Tumaco, Colombia. CONIF, Bogotá. Serie Técnica No. 19. 34 p.
- FABER-LANGENDOEN, D. 1990. Natural rain forest management at the Bajo Calima Concession, Colombia. Forestry Research Report 131, Smurfit Carton de Colombia, Cali. 24 p.
- FABER-LANGENDOEN, D.; GENTRY, A.H. 1991. The structure and diversity of rain forests at Bajo Calima, Choco region, western Colombia. *Blotrópica* 23(1):2-11.
- GOMEZ, G. 1978. Historia de una fábrica de pasta y papel en Suramérica. *Unasytva* 30(122):7-13.
- GUTIÉRREZ, M. 1976. Estudios en el vivero. Actas: Concesión Forestal Bajo Calima, 1959-1976, Reunión Anual de Investigación Forestal. Cartón de Colombia, S.A., Cali, pp. 43-53
- GUTIÉRREZ, M. 1975. Taxonomy of the mammals, birds, insects and trees of the lower Calima area, Municipality of Buenaventura, Colombia. Research Report Report 8. Cartón de Colombia S.A. Cali. 6 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1967. Life zone ecology. Tropical Science Center, San José, Costa Rica.
- LADRACH, W. E. 1976. Rendimientos y comportamiento de la regeneración natural. Actas: Concesión Forestal Bajo Calima, Colombia, S.A., Cali. pp 54-68.
- LADRACH, W.E. 1984. Growth of the Bajo Calima Arboretum after eight years. Research report 98. Cartón de Colombia, S. A., Cali. 14 p.
- LADRACH, W.E. 1985. Recapitulation of the taxonomy and establishment of a wood library of commercial species for the region of Bajo Calima. In: Ninth Annual Report, Forest Research in the Bajo Calima Concession. Cartón de Colombia. Cali. p 17-38.
- LADRACH, W.E.; MAZUERA, H.G. 1985. Source and characteristics of the natural regeneration in a humid tropical rain forest after clear-cutting. Research report 100. Cartón de Colombia, Cali. 26 p.
- LADRACH, W.E.; WRIGHT, J.A. 1995. Natural regeneration in a secondary colombian rain forest: its implications for natural forest management in the tropics. *Journal of Sustainable Forestry* 3(1):15-38.
- MAZUERA, H. 1979. Composition and growth of four to fifteen-year-old natural regeneration in the Lower Calima Concession. Research report 46. Cartón de Colombia, Cali. 28 p.
- MAZUERA, H. 1982. Volume of tree boles and branches of a mixed tropical rain forest. Research report 76. Cartón de Colombia, Cali. 23 p.
- PARADA, R. 1976. Sistemas de aprovechamiento. Actas: Concesión Forestal Bajo Calima, 1959-1976, Reunión anual de Investigación Forestal. Cartón de Colombia, Cali. pp 17-31.
- PATINO A., H. 1988. Evaluación de asociaciones agroforestales para la zona aluvial del río Calima, Buenaventura, Valle Colombia. CONIF, Bogotá, Serie Técnica No. 28. 76 p.
- PULPAPEL 1972. Plan de ordenación forestal. Concesión del Bajo Calima. Celulosa y Papel de Colombia, S.A., Cali. 439 p.
- SCHMIDT, R.C. 1987. Tropical rain forest management: A status report. *Unasytva* 39(156):2-17.
- WRIGHT, J.A. 1991. Substitution of plantation wood for mixed tropical wood in a commercial pulp and paper-making enterprise. Voluntary paper, 10th World Forestry Congress, Paris, September, 1991. *Revue Forestiere Francaise* 6:374-382.

Tratamientos silviculturales

Impacto de las intervenciones silviculturales en los robledales de altura

Estudio de Caso en la Cordillera de Talamanca, Costa Rica

Robin aus der Beek*, Grace Sáenz*

Introducción

Actualmente se están viviendo grandes cambios en las exigencias de la sociedad respecto del bosque. La escasez de maderas, así como el reconocimiento de la estrecha correlación entre destrucción del bosque y consecuencias catástrofes naturales, conllevan a reformular la concepción tradicional de manejo forestal. El

manejo del bosque, orientado hacia la producción sostenible de madera, debe satisfacer un número cada vez mayor de necesidades formuladas por la sociedad, con implicaciones tanto económicas como tecnológicas y ecológicas. En este sentido, el éxito del manejo forestal y su sostenibilidad no pueden medirse únicamente en el cumplimiento de la producción maderera, sino en el cumplimiento de todas las funciones brindadas por el bosque.

Este trabajo presenta los resultados preliminares de un estudio sobre el impacto de intervenciones silviculturales en los robledales de altura de Costa Rica (Cordillera de Talamanca). Por medio de este análisis se quiere demostrar que, aunque las exigencias sobre el bosque a veces parecen ser incompatibles (protección vs. producción), una buena planificación del manejo forestal logra beneficios tangibles para la sociedad derivados de las funciones intrínsecas del bosque —protección de suelos, regulación del régimen hídrico de cuencas, conservación de biodiversidad y de áreas de recreación (Pedroni 1991); además genera ingresos tanto para el dueño del bosque, como para la población campesina involucrada en las actividades de aprovechamiento y comercialización de los productos forestales extraídos (leña, carbón vegetal, productos forestales no maderables, etc.).

El área de estudio

El Area Experimental de Villa Mills-Siberia se localiza en la parte noroccidental de la Cordillera de Talamanca (Costa Rica), entre 2650 y 2800 msnm. El clima se caracteriza por temperaturas medias anuales de 11,3°C, con temperaturas diarias mínimas bajo 0°C y máximas sobre 20°C. La precipitación alcanza 2 013 mm anuales en promedio; los meses más lluviosos son setiembre y octubre y los más secos febrero y marzo (CATIE 1996). Los suelos pertenecen al grupo de los Andepts según USDA y se clasifican como Dystrandept y Placandept. En general, estos suelos van de ácidos hasta muy ácidos, con material mineral compuesto por viejos productos meteorizados de origen volcánico; ricos en materia orgánica hasta el subsuelo, con una relación C/N relativamente estrecha y cantidades bajas de cationes; porosidad alta, en concordancia con su origen volcánico. La topografía varía de ligeramente ondulada a fuertemente ondulada, con exposiciones norte a noreste (CATIE 1996).

Según Holdridge (1971), el área de estudio se encuentra dentro de la zona de vida bosque muy húmedo montano. Por su ubicación dentro del rango de neblinas frecuentes, se le denomina "bosque nublado", "bosque montano nuboso" y también "robledal", en referencia al roble, nombre vernáculo de algunas de las especies del género *Quercus*. En el Area Experimental Villa Mills-Siberia, Blaser y Camacho (1991) distinguen dos comunidades boscosas principales:

El Bosque Mixto de Encino: En esta asociación el estrato arbóreo está dominado por *Quercus costaricensis* y *Q. copeyensis*, y el sotobosque por *Chusquea talamancensis*. Para el conjunto de árboles con dap \geq 5 cm, esta asociación presenta 35 especies, distribuidas en 998 árboles/ha, con un área basal de 48,1 m²/ha y un vo-

*Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

lumen aprovechable (con corteza) de 573 m³/ha. El rodal muestra una estructura vertical multiestratificada, con un estrato de bambú hasta los 7 m, un estrato inferior hasta 15 m, un estrato medio hasta 28 m y uno superior hasta 35-40 m.

El Bosque de Roble Blanco: Esta asociación está dominada por *Quercus copeyensis* en el estrato arbóreo, mientras que *Chusquea tomentosa* domina el sotobosque. Para el conjunto de árboles con dap \geq 5 cm, se presentan 37 especies distribuidas en 695 árboles/ha, con un área basal de 51,9 m²/ha y un volumen aprovechable de 713 m³/ha. Verticalmente, se reconoce una estructura en tres estratos: un estrato inferior de bambúes hasta los 9 m, un estrato medio hasta los 30-35 m y un estrato superior entre 45 y 55 m de altura. Independientemente de esta distinción entre dos tipos de bosques, los robledales de altura en general tienen características comunes, que merecen ser mencionadas, por ser de gran ventaja para las intervenciones silviculturales. Cabe destacar que el manejo de este tipo de bosque no está enfocado solamente en la función de producción de madera, sino más bien al cumplimiento óptimo de todas las funciones y ecoservicios brindados por los robledales, tales como conservación del régimen hídrico de las cuencas, conservación de la biodiversidad, protección de flora y fauna, protección de suelos, generación de empleo, recreo y turismo, producción de otros productos forestales.

Intervenciones Silviculturales

Objetivos

En este tipo de bosque se suele separar las intervenciones silviculturales en dos operaciones distintas: el aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural. Las dos operaciones se basan en criterios de selección muy distintos y por lo tanto no se ejecutan simultáneamente. El tratamiento silvicultural pretende favorecer los árboles de futura cosecha, partiendo de las condiciones del bosque después de realizarse el aprovechamiento comercial. En el caso de los robledales de altura, por su composición florística, por su estructura y por sus altos volúmenes de madera comercial, la decisión de cortar o

dejar en pie un árbol, siempre se basa en la consideración de criterios silviculturales orientados al cumplimiento de las funciones del bosque. Por esta razón, no se justifica la separación entre aprovechamiento forestal y tratamiento silvicultural, sino que ambas operaciones se integran en una sola, denominada intervención silvicultural, con la cual se busca:

1. Conservar o mejorar la producción hídrica del bosque
2. Mantener la composición y estructura del bosque
3. Conservar especies ecológicamente importantes de flora y fauna
4. Mantener una cobertura forestal permanente para la protección de los suelos
5. Generar empleo para la población local
6. Garantizar la producción sostenible de madera

Criterios de selección

Tomando en cuenta las características de los robledales en cuanto a composición y estructura, el sistema silvicultural que mejor se ajusta para su manejo, es el basado en el método de selección, pero pasando de la mezcla individual de árboles de diferentes clases diamétricas, a una mezcla de pequeños grupos de árboles (200-1000 m²) de determinada clase diamétrica. El número de árboles que conforman el grupo seleccionado depende de la clase diamétrica considerada y es inversamente proporcional a la misma. De esta forma es posible manejar los robles en pequeños colectivos y no como árboles individuales, y al mismo tiempo no se altera demasiado la estructura del bosque actual. Una vez definidos los colectivos de árboles, se realizan las respectivas intervenciones silviculturales, aplicando los siguientes criterios de intervención:

- Mantener una cobertura forestal permanente y no cortar más del 30-40% del área basal inicial. Intervenciones más fuertes podrían afectar la estabilidad del rodal remanente por los fuertes vientos que afectan la zona, y provocar un impacto negativo sobre las funciones hidrológicas y de protección del bosque.
- En colectivos que presentan brinzales, realizar raleos aplicando una selección negativa para eliminar únicamente individuos de mala calidad.
- En colectivos que presentan latizales realizar raleos aplicando una selección positiva, para

favorecer a los mejores individuos.

- En colectivos que presentan árboles de dap >10 cm, realizar raleos según las exigencias del caso. En especial modo se favorecen árboles que presentan buena calidad de fuste y copa, eliminando la competencia de otros individuos de menor calidad. Para mantener la diversidad florística del bosque se deben conservar las especies presente y sobre todo las especies de importancia ecológica (aunque no tengan un valor comercial).
- En colectivos de árboles maduros se debe promover el proceso de regeneración natural. No es necesario aplicar una corta preparatoria con el propósito de liberar los árboles padres, pero se debe favorecer la regeneración de las especies ecológicamente importantes como *Podocarpus* sp., *Magnolia* sp. y *Ocotea* sp. (por su importancia en la alimentación de los quetzales (*Pharomachrus mocinno*)).
- Mantener en pie fustes muertos para la nidificación y alimentación de aves.
- Dejar corredores biológicos como refugio para la fauna durante la aplicación de las intervenciones silviculturales. Para facilitar el desplazamiento de pequeños roedores, dejar algunos fustes caídos de especies no comerciales.

Impacto de las Intervenciones silviculturales

A continuación se presentan los resultados de las intervenciones silviculturales realizadas en el año 1991 en el área experimental de Villa Mills en dos parcelas de 1 ha, de las cuales se extrajo 20% y 30% de área basal, respectivamente. Para determinar la eficacia de las intervenciones en cuanto a garantizar el cumplimiento de las funciones del bosque, los resultados se analizan por objetivo.

Conservar o mejorar la producción hídrica del bosque

La interceptación de la precipitación por parte de la copa de los árboles es uno de los factores más influyentes sobre la recarga de acuífero en suelo forestal (Turcios 1995). Es decir que si se reduce el número de árboles en el bosque, se reduce también la interceptación de la precipitación, lo cual conlleva a una mayor recarga del acuífero. En este sentido, las intervenciones silviculturales permiten mantener o aumentar la producción hídrica del bosque, siempre y cuando el área basal remanente no limite la capacidad del bosque de cumplir con su función de protección de los suelos contra derrumbes y la erosión. Para garantizar un impacto hidrológico mínimo, Stadtmüller (1994) recomienda no eliminar más de un 30-40% del área basal, así como usar un sistema de intervención de tipo mosaico, para garantizar que los posibles focos temporales de erosión sean inmediatamente amortiguados por zonas aledañas no intervenidas.

En el caso de las intervenciones silviculturales ejecutadas en las parcelas de estudio en Villa Mills, estas y otras medidas recomendadas por Stadtmüller (1994) fueron aplicadas para mitigar el impacto hidrológico. En el Cuadro 1 se presenta un resumen del balance hídrico calculado con base en el área basal remanente en las parcelas. Como se puede observar, la actividad silvicultural en el bosque, afectó principalmente la interceptación, lo cual modificó el régimen hídrico, aumentando la recarga del acuífero. Mayores detalles tanto sobre la variación mensual del balance hídrico, como sobre la valoración económica de este componente del manejo forestal se pueden encontrar en Turcios (1995). Cabe señalar que lo anterior se refiere únicamente a la producción hídrica en términos cuantitativos; en consecuencia, estos resultados deben complementarse con un análisis cualitativo del agua producida.

Cuadro 1. Resumen del balance hídrico anual en bosques con distintos valores de área basal remanente

Hábitat	Pt	I	PI	Esc	Etr	Rec	m3/ha
Testigo							
AB = 46,93 m ² /ha	2006	34,4	1316,1	0,0	556,5	759,7	7597,0
Parcela 1							
AB = 28,15 m ² /ha	2006	24,2	1521,0	0,0	474,0	1046,8	10468,0
Parcela 2							
AB = 24,37 m ² /ha	2006	25,2	1500,7	0,0	566,9	933,9	9339,0

Fuente: Turcios 1995

Pt: precipitación total (mm)
 I: interceptación (%)
 Pi: precipitación que infiltra (mm)

Esc: escorrentía superficial (mm)
 Etr: evapotranspiración potencial (mm)
 Rec: recarga del acuífero (mm)

Mantener la composición y estructura del bosque

En las parcelas de estudio, *Quercus costaricensis* puede ser considerada la especie más importante, con valores de abundancia absoluta de aproximadamente 30% y 60-65% de dominancia absoluta (en ambas parcelas, tanto antes como después de las intervenciones). Como se puede apreciar en el Cuadro 2, ambas intervenciones mantuvieron la composición del bosque; solo se alteró en forma relativamente equitativa, el número de árboles por especie. En ambos tratamientos se observa la aparición de una especie nueva en los inventarios post-impacto de árboles con dap ≥ 10 cm, realizados cuatro años después de la intervención silvicultural. Por la dimensión de los árboles, se puede deducir que las plantas de estas especies ya estaban presentes en el bosque antes de la intervención, pero no fueron inventariadas por no alcanzar el diámetro mínimo para el inventario (10

cm). Esta misma razón justifica el aumento en el número de árboles de una especie cuatro años después de la intervención (*Dendropanax querceti*, *Weinmannia* sp.) La reducción en el número de árboles de una especie ha aumentado 4 años después de la intervención. Cabe resaltar que la reducción del número de árboles por especie se debe principalmente a las intervenciones silviculturales y solo en mínima parte a la muerte natural de árboles.

Las Figs. 1 y 2 muestran el impacto de las intervenciones sobre la distribución del área basal por clase diamétrica. En ambas intervenciones la reducción del área basal no se concentró únicamente en las clases diamétricas mayores (como en el caso de un aprovechamiento forestal tradicional), sino que, de acuerdo con las necesidades del caso, se cortaron también árboles de las clases diamétricas menores, con el fin de favorecer otros árboles de mejor calidad, o de alto valor ecológico.

Cuadro 2. Número de árboles (N/ha) por especie, antes y 4 años después de la intervención silvicultural (dap >10 cm)

Especie	Parcela 1	Intensidad 20%	Parcela 2	Intensidad 30%
	Preimpacto 36,43 m ² /ha	Post-impacto 28,15 m ² /ha	Preimpacto (35,55 m ² /ha)	Post-impacto (24,37 m ² /ha)
<i>Dendropanax querceti</i>	14	16	7	22
<i>Weinmannia</i> sp.	19	10	14	16
<i>Ilex</i> sp.	62	46	41	38
<i>Drimys granadensis</i>	15	5	11	7
<i>Cyathea gracilis</i>	27	15	29	17
<i>Podocarpus</i> sp.	13	10	8	8
<i>Symplocos</i> sp.	25	10	16	10
<i>Viburnum costaric.</i>	3	1	2	1
<i>Quercus costaricensis</i>	157	130	161	140
<i>Ardisia compressa</i>	2	1	1	1
<i>Ocotea</i> sp.	59	33	70	55
<i>Zanthoxylum</i> sp.	13	8	15	8
<i>Rhamnus oreodendr.</i>	0	0	1	1
<i>Prunus cornifolia</i>	29	13	24	19
<i>Prumnopitys standl.</i>	2	2	1	1
<i>Vaccinium consang.</i>	5	2	6	3
<i>Saurauia costaric.</i>	79	43	39	32
<i>Schefflera pittieri</i>	8	1	11	4
<i>Grammadenia</i> sp.	14	6	28	19
<i>Styrax argenteus</i>	17	15	11	11
<i>Cleyera theaeoides</i>	24	13	2	2
<i>Miconia</i> sp.	9	3	2	2
<i>Ocotea fulvecens</i>	3	2	0	0
<i>Quercus copeyensis</i>	0	1	5	4
<i>Solanum vaccliniflor.</i>	0	0	0	1
<i>Clusia</i> sp.	0	0	4	2
Total (N/ha)	599	386	509	424

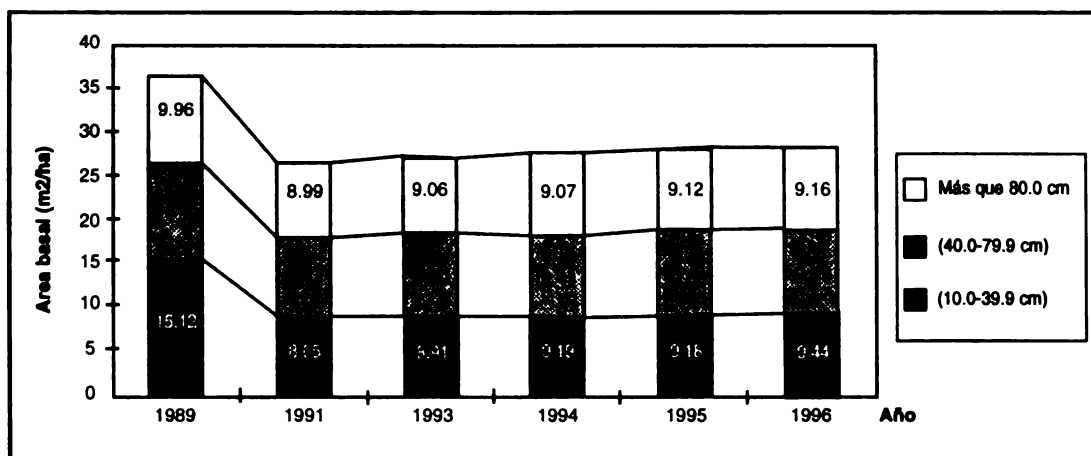


Fig. 1. Distribución del área basal por clase diamétrica: intervención 20% del área basal

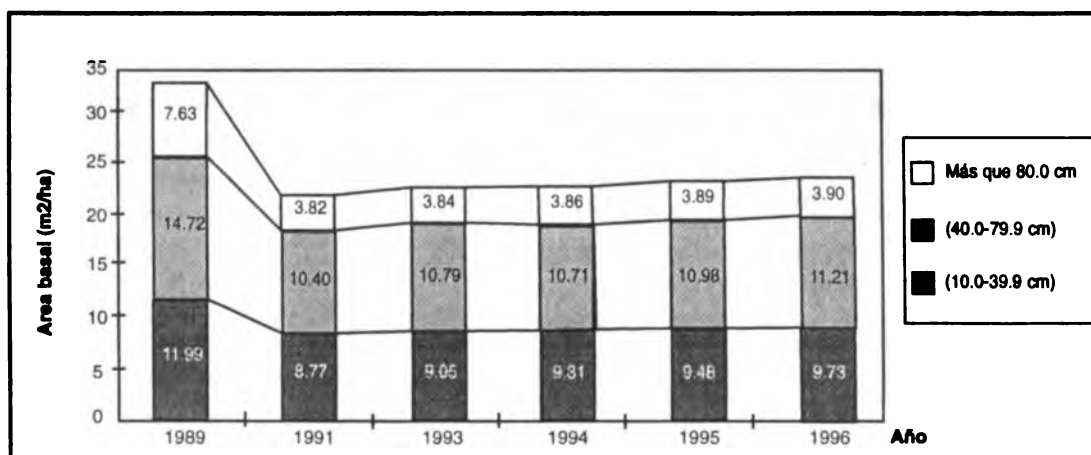


Fig. 2. Distribución del área basal por clase diamétrica: Intervención 30% del área basal

La reducción equitativa del área basal en las principales clases diamétricas para todo el conjunto de las especies, también se refleja en el análisis separado por grupo de especies para *Quercus costaricensis* y Otras especies (Cuadro 3). No obstante, para el grupo de las Otras especies más del 95% de los árboles se encuentran en la clase diamétrica inferior; únicamente se encontraron 2-4 árboles de *Podocarpus* sp. con $dap \geq 80$ cm. En el caso de *Quercus cope-*

yensis no se pueden sacar conclusiones al respecto debido a que, para efecto de un análisis, las parcelas consideradas no presentan suficientes árboles de esta especie.

Con base en este análisis preliminar, se puede afirmar que las intervenciones silviculturales han reducido el número de árboles, dejaron poco alterada la estructura del bosque y no modificaron su composición en especies.

Cuadro 3. Distribución del área basal y del número de árboles por clase diamétrica y por grupo de especies, dos años antes y cuatro después de las intervenciones silviculturales (1989 y 1995)

Año	Parcela	dap (10-39,9 cm)		(dap 40- 79,9 cm)		(dap >80 cm)		Todos los árboles	
		G/ha	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha	G/ha	N/ha
<i>Quercus costaricensis</i>									
1989	1	3,56	117	9,05	31	6,87	9	19,48	157
1995	1	2,98	95	8,28	25	5,95	6	17,21	126
1989	2	3,76	108	12,61	44	5,93	9	22,30	161
1995	2	3,44	94	9,18	31	2,21	3	14,83	128
<i>Quercus copeyensis</i>									
1989	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	1	0	1	0	0	0	0	0	1
1989	2	0,03	2	0,5	3	0	0	0,53	5
1995	2	0,01	1	0,55	3	0	0	0,56	4
Otras especies									
1989	1	11,61	427	2,21	11	3,09	4	16,91	442
1995	1	6,20	244	1,51	8	3,17	4	10,88	256
1989	2	8,24	333	1,63	8	1,67	2	11,54	343
1995	2	6,03	257	1,25	6	1,70	2	8,98	265

Conservar especies ecológicamente importantes de flora y fauna

Todavía se conoce muy poco sobre la importancia ecológica de cada especie del bosque. En el Área Experimental de Villa Mills-Siberia se encuentran el quetzal en cuanto a la fauna y *Podocarpus sp.* y *Cyathea gracilis* en cuanto a la flora. En 1997 se iniciará una investigación específica sobre el avifauna en el área, por lo tanto todavía no se puede conocer con certeza el impacto que las intervenciones han tenido sobre la población de quetzales. Sin embargo, al favorecer árboles del género *Ocotea* del cual se alimenta el quetzal, al no variar la composición del bosque y al dejar en pie árboles muertos para su anidación, se puede suponer que se mantienen condiciones adecuadas para el desarrollo poblacional de esta especie. Por otro lado, un estudio sobre el impacto de las intervenciones silviculturales en la población de pequeños roedores (considerados un buen indicador de impacto sobre la fauna), demostró que si bien hubo una reducción de la población en el año posterior a las operaciones de extracción, esta

se recuperó rápidamente en los años siguientes, hasta volver al estado de un bosque no intervenido (Lanzewiski 1991).

En relación con las especies de flora con particular importancia ecológica, los valores reportados en el Cuadro 2 muestran que aunque el número de árboles por especie haya disminuido, todavía quedan suficientes individuos para su conservación.

Mantener cobertura forestal permanente para la protección de suelos

Los valores relativamente altos en cuanto a número de árboles con diámetros superiores a 10 cm (Cuadro 2), la alta abundancia de regeneración natural (Cuadro 4), y su distribución uniforme demuestran que se logró mantener una buena cobertura forestal en toda el área intervenida. Por otro lado, se veló por que no se realizaran operaciones de arrastre durante la época lluviosa, no se cortaran árboles en una faja de 20-30 m a lo largo de quebradas o fuentes

de agua (si el criterio de selección es únicamente para efectos comerciales) y que la maquinaria para la extracción no se saliera de la red vial,

lo cual permitió reducir el impacto sobre el sotobosque y el suelo.

Cuadro 4. Densidad de plantas por especie y categoría de regeneración (0,30 m altura y 9,9 cm dap), después de las intervenciones silviculturales

Especie	Parcela 1		Parcela 2	
	Brinzales (N/ha)	Latzales (N/ha)	Brinzales (N/ha)	Latzales (N/ha)
<i>Q. costaricensis</i>	770	400	2690	1010
<i>Q. copeyensis</i>	0	30	0	0
Otras especies	580	300	1020	890
Todas	1350	730	3710	1900

Generar empleo para población local

Existen muchas actividades relacionadas con el manejo forestal que permiten involucrar a la población rural (incluyendo mujeres y niños). Entre estas se puede mencionar la producción de leña, postes y carbón (utilizando las ramas o trozas muy torcidas de los árboles aprovechados) y el aprovechamiento de productos vegetales no maderables (lana, plantas comestibles, plantas medicinales, plantas ornamentales, etc.). Por otro lado, tanto las operaciones de tala como las de arrastre deben ser ejecutadas únicamente por obreros forestales locales bien capacitados.

Las intervenciones del 20 y 30% del área basal permitieron a los campesinos producir 156 y 122 m³ estéreos de leña, 36 y 54 m³/ha de madera, así como 37 y 20 postes por hectárea, respectivamente. Además, un estudio sobre productos vegetales no maderables dio como resultado

una lista de más de 70 especies actualmente utilizadas por la población campesina local, en parte para la comercialización y en parte para uso en la vivienda (Lafranchi 1996). Por medio de las opciones mencionadas, se logró garantizar la generación de empleo mediante la capacitación y contratación de obreros forestales de la zona, e involucramiento de los campesinos en la producción y comercialización de leña y postes; para ello se formó una asociación de productores forestales especializada en la producción (carboneros), empaque y comercialización (grupo de mujeres) de carbón vegetal (2100 bolsas de 3 kg por mes, trabajando 2 días semanales). Por otro lado, un estudio de factibilidad para una empresa forestal campesina autosuficiente, dedicada al manejo de los robledales, resultó muy prometedor con base en los Valores Actuales Netos alcanzados después de 17 años de actividad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Valores Actuales Netos (US\$) para una empresa forestal campesina¹ dedicada al manejo de los robledales de altura, después de 17 años de actividad

Tasa de descuento (%)	VAN (en US\$)		
	considerando un aumento anual del precio de la madera de		
	10%	15%	20%
27	+ 3 890	+ 423 541	+1 031 765
22	+ 77 138	+ 717 435	+1 673 909
17	+ 204 050	+1 228 493	+2 805 107

¹La empresa está concebida para el manejo de 80 ha anuales, con una rotación de 17 años, y está formada por 1 director administrativo, 2 ingenieros forestales, 2 técnicos forestales, 20 obreros y 1 secretaria.

Garantizar la producción maderera y su sostenibilidad

Una de las grandes ventajas que presentan los robledales de altura para su manejo silvicultural es la aceptación en el mercado (aunque a precios limitados) de todas las especies que forman el dosel superior del bosque. Tanto *Q. copeyensis* como *Q. costaricensis* son especies muy cotizadas para la producción de leña y carbón vegetal en el mercado nacional e internacional. Gracias a estas ventajas comparativas, todos los árboles talados durante las intervenciones silviculturales fueron aprovechados integralmente: fustes para la producción de madera en rollo y ramas para la producción de leña, postes para cerca o chayotera y carbón.

El hecho de que en la parcela con 20% de intensidad de intervención se lograra producir una mayor cantidad de leña que en la parcela con intensidad del 30%, probablemente se debe a un mayor porcentaje de fustes cortados, cuya calidad o dimensiones no cumplieron con requisitos del mercado nacional, por lo cual fueron utilizados para la producción de leña.

Impacto de las intervenciones silviculturales sobre la regeneración natural

En el Cuadro 4 se presentaron los valores de la

densidad de regeneración natural. Para *Q. costaricensis* la densidad observada después de las intervenciones silviculturales puede considerarse adecuada para su futuro desarrollo y para garantizar la sostenibilidad del manejo forestal. Esta situación favorable no se refleja en la regeneración natural de *Q. copeyensis* debido a que en el tipo de bosque donde se ubican las parcelas (bosque mixto de encino), por naturaleza, *Q. copeyensis* es relativamente escaso. Las especies ecológicamente importantes para este tipo de bosque (*Cyathea gracilis* y *Podocarpus* sp.) estuvieron representadas con 390 y 20 brinzales/ha respectivamente en bosques con intervención del 20% del área basal y con 240 y 110 brinzales/ha en bosques con una intervención del 30% del área basal. Estos valores son muy prometedores para la conservación de estas especies a largo plazo.

En los cuadros 6 y 7 se presentan los valores medianos, máximos y mínimos de los incrementos en diámetro y altura, así como del incremento anual para el período total, obtenidos durante los primeros tres años de mediciones (93-96). Los valores mínimos negativos se deben principalmente a daños mecánicos, en el caso de la altura, y a cambios climáticos en el caso del diámetro. Para el análisis estadístico se tomaron en cuenta los valores medianos, calculados sin incluir los posibles valores negativos mencionados.

Cuadro 6. Incremento diamétrico periódico (cm) por especie y tratamiento (0,30 m de altura y 9,9 cm dap)

		Incremento en diámetro							
		Parcela 1 (AB=28,15 m ² /ha)				Parcela 2 (AB=24,37 m ² /ha)			
Especie	Periodo	N	Mediana	Max	Min	N	Mediana	Max	Min
<i>Quercus</i>	93-94	86	0,2	0,9	-0,2	148	0,3	1,0	-0,1
<i>costaricensis</i>	94-95		0,2	1,0	-0,2		0,2	1,0	-0,2
	95-96		0,1	0,8	-0,1		0,2	0,8	-0,2
<i>Quercus</i>	93-94	3	0,7	1,0	0,3	0	-	-	-
<i>copeyensis</i>	94-95		0,3	0,6	0,0		-	-	-
	95-96		0,1	0,8	0,0		-	-	-
Otras especies	93-94	52	0,2	0,7	-0,1	98	0,2	1,0	-0,2
	94-95		0,1	0,5	-0,2		0,2	0,7	-0,2
	95-96		0,1	0,5	-0,2		0,1	1,0	-0,2

Al aplicar la prueba Mann-Whitney para comparar el incremento diamétrico para el período total de una misma especie en los dos tratamientos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas, tanto para *Q. costaricensis*, como para el grupo de Otras especies, siendo mayor en ambos casos el crecimiento encontrado en la parcela 2. Los resultados del crecimen-

to en altura (Cuadro 7) muestran que este aumenta de período en período. Al igual que para el caso del incremento diamétrico, hay diferencias significativas para el incremento total en altura entre los dos tratamientos, obteniéndose un mayor incremento en la parcela 2, con intervención del 30% del área basal.

Cuadro 7. Incremento periódico en altura (m/año), por especie y tratamiento (0,30 m de altura y 9,9 cm dap)

Incremento en altura									
		Parcela 1 (AB=28,15 m ² /ha)				Parcela 2 (AB=24,37 m ² /ha)			
Especie	Periodo	N	Mediana	Max	Min	N	Mediana	Max	Min
<i>Quercus costaricensis</i>	93-94	86	0,17	1,2	-0,48	148	0,25	1,22	-0,80
	94-95		0,24	1,4	-0,43		0,29	1,98	-1,00
	95-96		0,25	1,4	-0,70		0,25	1,85	-1,20
	total		0,18	0,56	-0,38		0,22	1,82	-0,38
<i>Quercus copeyensis</i>	93-94	3	0,17	0,4	0,14	0	-	-	-
	94-95		0,20	0,3	0,15				
	95-96		0,30	0,3	0,15				
Otras especies	93-94	52	0,09	0,9	-0,93	98	0,18	1,18	-0,14
	94-95		0,11	1,3	-0,45		0,17	1,15	-1,20
	95-96		0,09	1,2	-0,88		0,20	2,40	-2,40
	total		0,07	0,39	-0,75		0,18	0,55	-1,05

De este breve análisis sobre la reacción de la regeneración natural a las intervenciones silviculturales, se puede concluir que tanto por su densidad como por sus altas tasas de sobrevivencia, la regeneración natural después de las intervenciones silviculturales es adecuada para asegurar la sostenibilidad del manejo. Por otro lado, se puede afirmar que el mayor incremento en diámetro y en altura se registró dejando un área basal de 24,37 m²/ha (intervención del 30% del área basal) para todas las especies, por lo cual se puede recomendar tal intensidad de intervención y respectiva área basal remanente, si se quiere lograr el mejor desarrollo de la regeneración.

Impacto de las intervenciones silviculturales sobre el rodal remanente (dap >10 cm)

• Mortalidad

La mortalidad de los árboles (Cuadro 8 se calculó con base en la fórmula de Swaine *et al.* (1987): $m(\%) = (\ln n_0 - \ln n_1) \cdot 365 / t$ donde n_0 y n_1 son el número de los árboles registrados en el primer y segundo inventario respectivamente (sin incluir los reclutamientos) y t los días transcurridos entre un inventario y el siguiente.

Los resultados obtenidos indican un aumento de la mortalidad después de las intervenciones silviculturales; sin embargo, los valores se mantienen

a niveles relativamente bajos si se comparan con los indicados por Alder (1995), de 1.5% para bosques no intervenidos y 2.5% en bosques con algún tipo de alteración.

Cuadro 8. Tasas de mortalidad natural por intensidad de intervención para el período antes (1989-1991) y después (1991-1995) de las intervenciones silviculturales

Período	Parcela 1		Parcela 2	
	Mortalidad	Reclutamiento	Mortalidad	Reclutamiento
1989-1991	0,2	8	0,1	11
1991-1993	0,4	8	1,4	7
1993-1994	1,4	11	1,4	17
1994-1995	0,1	11	0,3	6

• **Reclutamiento**

Como reclutamiento se entienden todos aquellos árboles que, entre un inventario y el siguiente, ingresaron a la clase diamétrica inferior (dap = 10-39,9 cm). Los valores obtenidos se presentan en el Cuadro 8, en N/ha/año, tomando en cuenta todas las especies. Estos valores, aún siendo relativamente bajos en comparación con los valores obtenidos en Malasia por Swaine *et al.* (1987) de 11,8 N/ha/año (1947-1963) y 21 N/ha/año (1971-1981), superan considerablemente las tasas de mortalidad encontradas.

• **Incremento diamétrico**

En el Cuadro 9 se presenta el impacto de las intervenciones silviculturales sobre el incremento diamétrico de los árboles, comparando los valores obtenidos antes de las intervenciones (pre-impacto) y después de las mismas (post-impacto). Para *Q. copeyensis* no se realizó un análisis separado, debido a que las parcelas consideradas no presentaron suficientes árboles para tal fin.

Cuadro 9. Promedio y variancia del incremento diamétrico pre y post-Intervención (1989-1991 y 1991-1995)

Intensidad de intervención	Clase diamétrica	(N/ha)	Incremento Pre-Intervención (cm/año) 1989-1991		Incremento Post-Intervención (cm/año)					
			prom	var	prom	var	prom	var	prom	var
<i>Quercus costaricensis</i>										
Intervención 20%	10,0-39,9 cm	79	0,44	0,09	0,54*	0,13	0,52	0,15	0,43	0,11
	40,0-79,9 cm	23	0,62	0,17	0,52	0,14	0,57	0,26	0,49	0,13
	>80 cm	6	0,38	0,11	0,43	0,24	0,60	0,12	0,29	0,07
Intervención 30%	10,0-39,9 cm	76	0,47	0,08	0,58*	0,12	0,65*	0,18	0,58*	0,14
	40,0-79,9 cm	28	0,48	0,10	0,43	0,15	0,40	0,16	0,36	0,09
	>80 cm	3	0,23	0,42	0,11	0,01	0,31	0,42	0,49	0,30
Otras especies										
Intervención 20%	10,0-39,9 cm	210	0,17	0,02	0,17	0,02	0,16	0,04	0,12	0,03
	40,0-79,9 cm	7	0,14	0,04	0,17	0,01	0,15	0,03	0,04	0,01
	>80 cm	3	0,27	0,04	0,28	0,02	0,31	0,03	0,00	0,00
Intervención 30%	10,0-39,9 cm	219	0,20	0,03	0,18	0,05	0,23	0,09	0,14	0,05
	40,0-79,9 cm	5	0,11	0,02	0,15	0,02	0,23	0,08	0,12	0,07
	>80 cm	2	0,18	0,06	0,16	0,07	0,21	0,02	0,05	0,00

*Incrementos significativamente superiores al incremento pre-impacto (t-test, IC 95%)

El mayor impacto de las intervenciones se presentó principalmente sobre los árboles de *Q. costaricensis* en la clase diamétrica 10-39,9 cm. En el caso de una intensidad de intervención del 30% AB, el impacto favorable sobre el incremento diamétrico, se mantuvo hasta la última medición (1994-1995); mientras que con una intensidad de intervención de 20% AB existe evidencia estadística de un mayor incremento diamétrico únicamente en el período siguiente a la intervención misma. Para el conjunto de las Otras especies, no se encontró evidencia estadística de un impacto

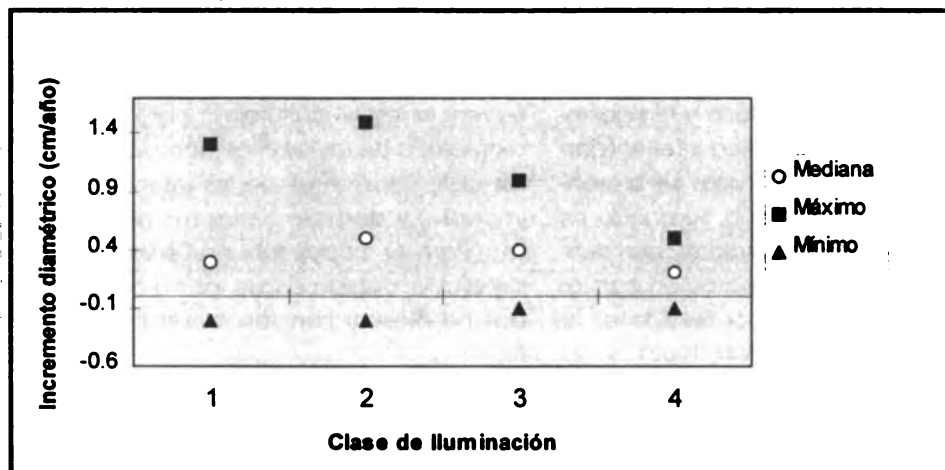
sobre el incremento diamétrico de los árboles.

Con base en estos resultados se trató de analizar una posible correlación entre el incremento diamétrico anual y los factores:

- Iluminación de copa: clasificación de Dawkins adaptada por Hutchinson (1993)
- Forma de copa: adaptación de la clasificación de Dawkins citada por Blaser (1987)

Los resultados del análisis, para *Q. costaricensis*, se presentan en las Fig. 3.

Iluminación de la copa



Forma de la copa

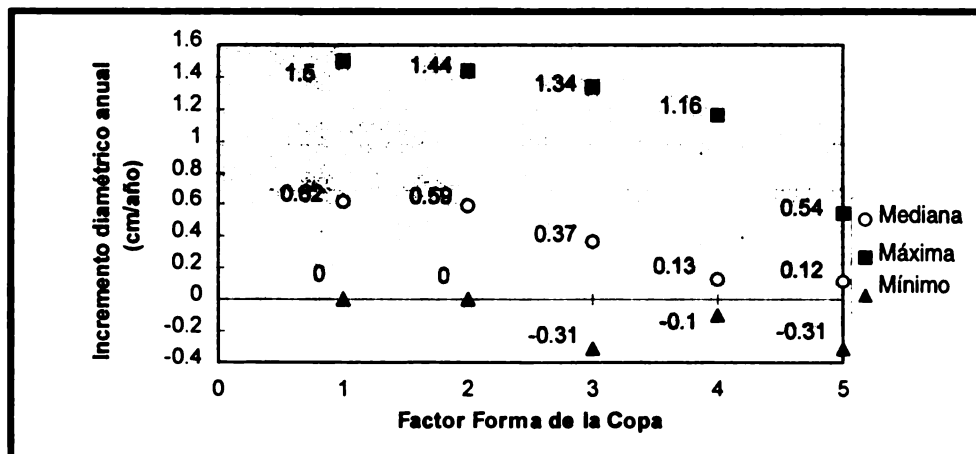


Fig. 3 *Quercus costaricensis*: incremento diamétrico anual (cm/año), en función de la clase de iluminación y forma de copa

Clases de Iluminación (Hutchinson 1993)

- 1 : Iluminación vertical plena, más lateral
- 2 : Iluminación vertical plena
- 3 : Iluminación vertical parcial
- 4 : Iluminación oblicua únicamente
- 5 : Sin ninguna iluminación directa

Forma de copa (Blaser 1987)

- 1 : Copa de forma perfecta
- 2 : Copa de forma buena
- 3 : Copa de forma tolerable
- 4 : Copa de forma pobre
- 5 : Copa de forma muy pobre

Los valores medianos del incremento diamétrico para *Q. costaricensis*, indican una cierta flexibilidad de esta especie con respecto de la iluminación de la copa. El mayor incremento se obtuvo entre los árboles con copa completamente libre hacia arriba; sin embargo, aún con copa completamente libre o parcialmente libre hacia arriba se logran tasas de incremento muy satisfactorias. Si la copa de los árboles queda parcial o completamente cubierta se registra

una fuerte baja (estadísticamente significativa) en el incremento. El factor forma de copa parece tener aún más influencia sobre el incremento diamétrico del árbol. La correlación existente entre forma de copa e incremento diamétrico del árbol confirma que los mejores resultados se obtienen entre los árboles con copa de forma perfecta, y que estos van bajando conforme empobrece la forma de la copa (Cuadro 10).

Cuadro 10. *Quercus costaricensis*: factor de correlación Spearman, entre clase de iluminación-/forma de copa e incremento diamétrico

Período	Indicador estadístico	Iluminación de copa	Forma de copa
1991-1993	Coef. Spearman	-0,3	-0,01
	N	578	578
	Nivel de signif.	0,000	0,7489
1993-1994	Coef. Spearman	-0,3	-0,12
	N	578	578
	Nivel de signif.	0,000	0,0027
1994-1995	Coef. Spearman	-0,4	-0,1
	N	578	578
	Nivel de signif.	0,000	0,0073

Los valores de incremento obtenidos por el grupo Otras especies en promedio son relativamente bajos (entre 0-0,28 cm/año) y no variaron significativamente después de las intervenciones silviculturales. Para este grupo todavía no se ha realizado un análisis de correlación entre incremento diamétrico e iluminación y forma de la copa, ya que se necesita primero un análisis por cada especie, que permita redefinir su agrupamiento en función de las características ecológicas.

Si se comparan las condiciones de luz requeridas por las especies, con las condiciones de luz que se encuentran en los bosques después de distintas intensidades de intervención silvicultural (Figs. 4 y 5), se observa que el bosque remanente bajo las dos intensidades de aprovechamiento presenta condiciones de iluminación favorables para el crecimiento de los árboles.

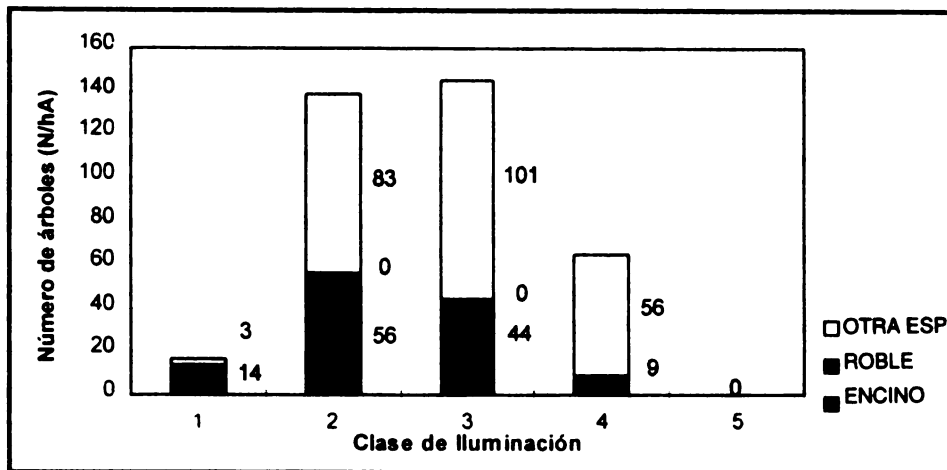


Fig. 4 Condición de iluminación de los árboles (dap \geq 10 cm), intervención del 20% del área basal (remanente 28,15 m²/ha)

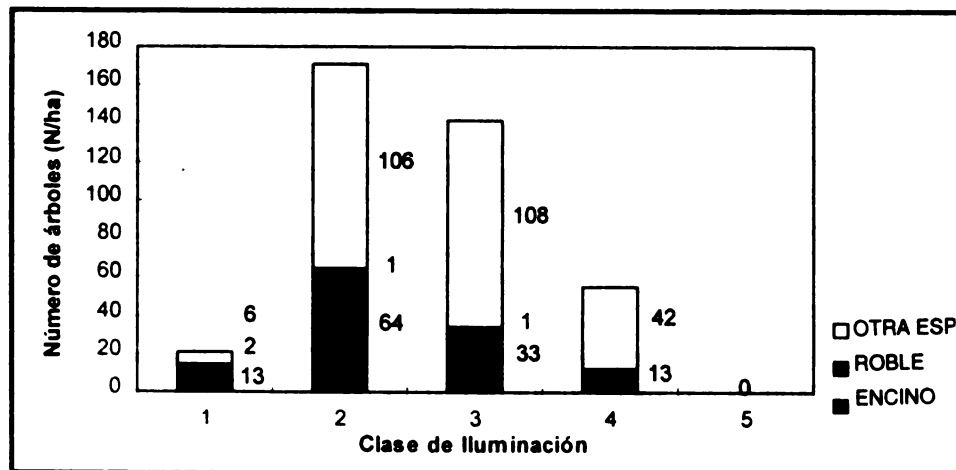


Fig. 5 Condición de iluminación de los árboles (dap \geq 10 cm), intervención del 30% del área basal (remanente 24,37 m²/ha)

Como se mencionó, la condición de iluminación de la copa y la forma de la copa de los árboles son los factores que más influyeron sobre el incremento diamétrico de los árboles. Por medio de las intervenciones silviculturales se trató de mejorar las condiciones del bosque con respecto de estos parámetros. Sin embargo, en un bosque primario este objetivo solo puede ser alcanzado a largo plazo, mejorándose las condiciones gradualmente después de cada intervención. Con base en lo anterior, y tomando en cuenta que las primeras intervenciones realizadas en las parcelas de estudio se concentraron principalmente en la extracción de árboles mal formados (más que en el favorecimiento de los

árboles de buena calidad), no debe sorprender que la respuesta del bosque todavía es moderada

Conclusiones y recomendaciones

1. El manejo de los robledales de altura debe otorgar a la funciones de conservación de la biodiversidad, protección de suelos y conservación del régimen hídrico de cuencas, un rango más elevado en la escala de prioridades, que la producción maderera u otras funciones del bosque.

2. Para el manejo de los robledales de altura, el aprovechamiento forestal y el tratamiento silvicultural se integran en una sola operación: la Intervención silvicultural.
 - crear fuentes de empleo e ingresos adicionales para la población campesina local
 - garantizar la producción maderera y su sostenibilidad.
3. Las intervenciones silviculturales, aplicadas con base en los principios presentados en esta ponencia, logran conciliar dos funciones a menudo contradictorias: protección y producción. Más específicamente permiten:
 - modificar el régimen hídrico del bosque, aumentando la recarga del acuífero
 - mantener la composición y estructura del bosque, conservando especies ecológicamente importantes de flora y fauna
 - mantener la cobertura forestal permanente para la protección de suelos
4. La regeneración natural, tanto por su densidad como por sus altas tasas de sobrevivencia, después de las intervenciones silviculturales, es adecuada para asegurar la sostenibilidad del manejo.
5. Considerando la respuesta del bosque (desarrollo de la regeneración natural y crecimiento de los árboles con dap >10 cm), se puede recomendar una intensidad de intervención silvicultural del 30% del área basal, lo que equivale a un área basal remanente de aproximadamente 24,4 m²/ha.

Bibliografía

- ALDER, D. 1995. Growth Modelling for Mixed Tropical Forests. Oxford Forestry Institute, Dep. of Plant Sciences. Tropical Forestry Paper 30. University of Oxford. 231p.
- BLASER, J. 1987. Standortliche und waldkundliche Analyse eines Eichenwolkenwaldes (*Quercus* sp.) der Montanstufe in Costa Rica. Dissertation. Göttingen, Alemania. 235 p.
- BLASER, J., CAMACHO M. 1991. Estructura, composición y aspectos silviculturales de un bosque de robles (*Quercus* spp.) del piso montano de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica: Informe técnico No.185. 68 p.
- CATIE, 1996. Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales; Curso Intensivo Internacional. Vol.2: Estudios de Casos. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 79 p.
- HERNANDEZ, U. 1992. Estudio de factibilidad de una empresa forestal autosuficiente para el manejo sostenible de los Robledales de Altura de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. Tesis de Licenciatura. Cartago, Costa Rica, ITCR. 95 p.
- HOLDRIDGE, L.R. 1971. Forest environments in tropical life zones. Oxford, Pergam. Press. 747 p.
- HUTCHINSON, I.D. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica. Informe técnico No. 204. 32 p.
- LAFRANCHI, S. 1996. Los productos vegetales no maderables en los robledales de altura y sus alrededores (Cordillera Talamanca, Costa Rica). Turrialba, Costa Rica, CATIE. 123 p.
- LANZEWISKI, T. 1991. Populationsökologische Untersuchungen an Kleinsäugern in einem Eichen-Wolkenwald (*Quercus* sp.) Costa Ricas. Tesis. Marburg, Alemania. Universidad Marburg. 87 p.
- PEDRONI, L. 1991. Conservación y producción forestal: aspectos para su conciliación en el marco de un manejo sostenible. El Chasqui (Costa Rica) no. 27:7-22.
- STADTMÜLLER, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales, medidas para mitigarlo. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica, Informe Técnico No. 246. 62 p.
- SWAINE, M.D., D. LIEBERMAN, PUTZ, F.E. 1987. The dynamics of tree population in the tropical forest: a review. Journal of Tropical Ecology 3: 359-366.
- TURCIOS, W. 1995. Producción y valoración económica del componente hídrico y forestal de los robledales de altura bajo intervenciones silviculturales. Tesis Mg.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 81 p.

EFECTOS DEL APROVECHAMIENTO FORESTAL Y DEL TRATAMIENTO SILVICULTURAL EN UN BOSQUE LLUVIOSO DEL NORESTE DE COSTA RICA

Crecimiento diamétrico con énfasis en el rodal comercial

Marlen Camacho*
Bryan Finegan*

Descripción del sitio

Este estudio se realizó en un bosque primario aprovechado perteneciente a la finca La Tirimbina Rain Forest Center Inc., la cual se localiza en la Región Huetar Norte de Costa Rica, entre las coordenadas 10°24' latitud norte y 84°47' longitud oeste. Según la clasificación de Holdridge, la zona pertenece al bosque muy húmedo Tropical (bmh-T) y bosque muy húmedo premontano, transición a Basal (bmh-P) (Manta 1988). La temperatura media anual es de 25,3°C, con máximas y mínimas promedio de 26,2°C y 23,4°C, respectivamente. La precipitación media anual se estima en 3 864 mm, con ausencia de meses secos (Manta 1988). Los suelos pertenecen al orden de los Dystropepts, son ácidos (pH entre 3,9 y 4,5) e infértiles y se componen de arcillas de origen volcánico, muy meteorizadas (Manta 1988). El bosque primario de La Tirimbina ocupa un área de aproximadamente 80 ha y fue aprovechado al menos en dos ocasiones: 1962 y 1980.

Métodos

El estudio se desarrolló en una superficie de 29,2 ha, dividida en nueve bloques de 180 x 180 m, con una superficie central efectiva de medición, o parcela permanente, de 100 x 100 m (1 ha) y una faja amortiguadora de 40 m de ancho. Se realizó un aprovechamiento planificado en toda el área, entre 1989 y 1990, con una intensidad moderada para mantener la estructura disetánea del rodal. Los detalles técnicos de este aprovechamiento se reseñan en Quirós y Finegan (1994).

Para el estudio de crecimiento se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos y tres repeticiones: testigo, liberación con

refinamiento parcial y dosel protector, aunque en este estudio solo se reseñan los resultados de los dos primeros. Los bloques del grupo testigo fueron aprovechados pero no recibieron ningún tratamiento silvicultural. Los bloques del tratamiento liberación con refinamiento parcial fueron tratados en 1991, mediante la eliminación de árboles de especies no comerciales con $dap \geq 40$ cm, salvo aquellos ejemplares marcados para la conservación (etapa de refinamiento parcial), y de los árboles con $dap \geq 10$ cm, de cualquier especie (salvo los semilleros o de especies de importancia ecológica), que en un radio de 10 m, competirán u oprimirán árboles seleccionados para futura cosecha (etapa de liberación). La eliminación se realizó por anillamiento del fuste y aplicación de un arboricida. El resultado visual es un bosque con el estrato superior bastante abierto y los estratos medio e inferior relativamente densos. Antecedentes técnicos sobre este tipo de tratamiento silvicultural en bosques húmedos tropicales se encuentran en De Graaf (1986), Hutchinson (1987) y Jonkers (1987).

El área de cada PPM fue dividida en 25 subparcelas de 20 x 20 m. En cada subparcela, los individuos con $dap \geq 10$ cm fueron marcados en el punto de medición, identificados con un código numerado, localizados por un sistema de coordenadas cartesianas y medidos en el diámetro de referencia con cinta diamétrica (± 1 mm).

La identificación botánica de cada individuo se llevó a cabo en el campo, o por medio de muestras botánicas, y fue realizada por Nelson Zamora (dendrólogo del Instituto Nacional de Biodiversidad, INBIO, Costa Rica).

Para cada individuo medido, se estimó la exposición de la copa a la luz, la forma de la copa y la infestación por lianas, mediante escalas

* Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, CATIE, Turrialba, Costa Rica

adaptadas de Dawkins (1958), Synnott (1979) y Hutchinson (1987), respectivamente. En cada medición, se identificaron, marcaron y midieron los ingresos, así como los árboles muertos y la causa de su muerte: aprovechamiento, natural (de pie o en el suelo) o por causa del tratamiento silvicultural. Las mediciones anuales se iniciaron en 1988 en las parcelas 3, 4 y 8 y en 1990 en las otras seis parcelas, aunque se presentan en este análisis únicamente los resultados de los registros de 1990 a 1996.

El estudio del crecimiento diamétrico comprendió los individuos que mostraron al menos una medida de incremento en los cinco años de medición. Se excluyeron las palmas, ya que estas no poseen estructuras anatómicas de crecimiento secundario. Además, se eliminaron del estudio los incrementos anuales menores a 2 mm y mayores a 50 mm, pues se consideró que los mismos no eran confiables.

Los análisis efectuados consistieron en comparaciones para encontrar posibles diferencias entre tratamientos, así como correlaciones para probar la posible asociación de variables. Los programas utilizados fueron el Proc NPAR1WAY y el Proc CORR del SAS Institute Inc (1985).

Para el agrupamiento de especies según su velocidad de crecimiento, se trabajó con aquellas que poseían abundancias iguales o mayores a un árbol/ha y cuyos individuos estuvieron presentes durante todo el período en estudio. Para cada especie se calculó el primer cuartil, la mediana y el tercer cuartil de su correspondiente incremento medio anual (IMA). Con base en estos tres parámetros de la distribución del IMA, se ejecutó varias veces un análisis de conglomerados, con el objetivo de probar el agrupamiento de las especies según su velocidad de crecimiento en cuatro, cinco y seis grupos. El método seleccionado para formar los grupos fue el Ward y como medida de similitud entre especies se utilizó la distancia euclidiana al cuadrado (Proc CLUSTER de SAS). Como paso posterior, se aplicó el análisis de varianza y la prueba de comparación de Tukey para tener una idea de cómo se diferenciaban los distintos grupos probados, según las variables que los originaron, y decidir finalmente el número de grupos óptimo por tratamiento (Proc GLM de

SAS). Los resultados del análisis de conglomerados para los grupos seleccionados fueron validados por medio de un análisis de discriminantes (Proc DISCRIM de SAS). Para completar, se efectuó un análisis canónico discriminante como una herramienta más para visualizar la conformación de los grupos seleccionados (Proc CANDISC de SAS).

Finalmente, se evaluó la población de árboles de futura cosecha, según los grupos de velocidad de crecimiento definidos en el análisis anterior.

Resultados y discusión

Caracterización del bosque

Entre 1990 y 1996, se realizaron 259 identificaciones botánicas para los árboles y palmas con 10 cm o más de dap; se estima que estas pertenecen a 152 géneros y 92 familias. En total, se encontraron 51 especies con valor comercial actual, y de manera preliminar, 35 especies se clasificaron en el grupo ecológico de las heliófitas durables y 16 en el de las esciófitas. Este último grupo representa cerca del 60% del número de árboles y el 70% del área basal comercial.

En promedio, el bosque aprovechado de La Tirimbina tiene 103 especies por hectárea ($dap \geq 10$ cm), cifra bastante similar a la reportada por Lieberman y Lieberman (1987) en bosques no alterados de la misma región. A pesar de su alta riqueza florística, estos bosques están dominados por *Pentaclethra macroloba* (Willd.) Kuntze (31 % del área basal total), la cual es, además, la más abundante (14 % del total de individuos) en cualquier tratamiento. Bosques de este tipo son típicos de la zona atlántica de Costa Rica y Nicaragua, como lo reportan otros estudios realizados en esta región (Lieberman y Lieberman 1987, Peralta *et al.* 1987, Finegan y Sabogal 1988, Morales y Sibaja 1994, Castillo 1994).

Desde el inicio, las parcelas testigo mostraron un mayor número de individuos (Cuadro 1), debido a que en las mismas existe una mayor cantidad de árboles de diámetros pequeños, en especial en la parcela 8, la cual parece estar en una fase de intensa recuperación de una posible intervención anterior. Contrario al número de árboles, las parcelas tratadas tenían inicialmente un área basal

superior al área basal de las parcelas testigo, aunque en el grupo de las especies comerciales los promedios son similares al inicio y al final del estudio (Cuadro 1).

Cuadro 1. Cambios florísticos y estructurales por tratamiento, con base en tres mediciones (dap \geq 10 cm) en el bosque aprovechado, Finca La Tirimbina

	Medición 1990		Mortalidad *			Reclutas	Medición 1993		Mortalidad *			Reclutas	Medición 1996	
	Apr		Dañ	Trat	Nat		Apr		Dañ	Trat	Nat		Apr	
Testigo														
N. especies	178		19	-	30		179	-	-	-	26		183	
Especies/ha	103 (5)		-	-	-	-	105 (5)	-	-	-	-	-	109 (10)	
N total/ha	504 (77)	1	10	-	32	44	504 (97)	-	-	-	30	61	533 (94)	
N com./ha	173 (16)	1	4	-	7	17	178 (30)	-	-	-	5	16	189 (36)	
G total/ha	21,9 (1,8)	0,4	0,4	-	1,3	0,4	22,2 (0,7)	-	-	-	1,0	0,7	23,7 (1,1)	
G com./ha	12,8 (2,4)	0,4	0,2	-	0,7	0,2	12,9 (1,6)	-	-	-	0,4	0,2	13,9 (1,7)	
% mortal**					2,1								1,9	
Liberación														
Tot. especies	172	4	19	51	31		171	-	1	10	33		168	
Especies/ha	100 (9)						94 (8)						97 (7)	
N total/ha	483 (77)	2	31	55	32	31	393 (54)	-	1	14	39	79	418 (64)	
N com./ha	178 (55)	2	15	26	9	7	133 (19)	-	-	3	8	24	146 (26)	
G total/ha	25,1 (3,4)	1,0	0,9	5,0	1,4	0,3	18,6 (1,7)	-	0,0	1,5	1,4	0,9	18,8 (1,4)	
G com./ha	15,5 (1,4)	1,0	0,5	2,8	0,7	0,1	11,7 (1,5)	-	-	0,3	0,4	0,3	12,7 (1,3)	
% mortal**					2,3								3,6	

Los valores corresponden a promedios y desviaciones estándar (entre paréntesis) obtenidos a partir de 3 parcelas de 1 ha por tratamiento.

* Mortalidad: Apr = árboles aprovechados, Dañ = dañados durante el aprovechamiento, Trat = eliminados con la aplicación del tratamiento, Nat = muertos por causas naturales.

** Tasa de mortalidad natural (modelo logarítmico) = $100 (\log_e N_i - \log_e N_f) / t$, donde "N_i" es el número inicial de árboles, "N_f" es el número final de árboles y "t" es el tiempo (Lieberman y Lieberman 1987).

El bosque de La Tirimbina muestra valores dasométricos algo superiores a otros bosques aprovechados de la misma zona de vida. Morales y Sibaja (1994) dan promedios de 334 individuos/ha y 21,8 m²/ha de área basal, en bosques intervenidos de la Región Huetar Norte de Costa Rica.

Para bosques no aprovechados de esta zona, Finegan y Sabogal (1988) reportan valores de 431 árboles/ha y un área basal de 29,1 m²/ha; mientras que Lieberman y Lieberman (1987) encontraron en promedio 446 árboles/ha y un área basal de 27,8 m²/ha.

En el periodo 1990 a 1993, la mortalidad total alcanzó promedios de 43 árboles/ha en el testigo y 120 árboles/ha en el tratamiento de liberación, mientras que el periodo 1993 a 1996, los valores fueron de 30 y 54 árboles/ha respectivamente (Cuadro 1). A nivel de la población, las especies más representadas entre los árboles muertos son *P. macroloba* y *F. panamensis* en el grupo testigo (particularmente en la parcela 8), y *P. macroloba* en el tratamiento de liberación. Las tasas de mortalidad natural para todo el período de estudio están en un rango entre 1,9 y 3,6 %, lo cual es-

tá dentro del rango citado por Alder (1995) para bosques que han sufrido disturbios en años recientes (de 1 a 5 %).

Las especies más representadas entre los reclutas son *Ferdinandusa panamensis*, *Pentaclethra macroloba*, *Laetia procera* y *Miconia elata*; sin embargo, los individuos de estas especies no se distribuyen en forma similar en toda el área. Por ejemplo, el 93% de los ingresos de *F. panamensis* y el 75% de los de *L. procera* proceden de las parcelas testigo (en especial de la parcela 8, donde el reclutamiento se concentra a lo largo de un viejo camino de extracción). Los valores de reclutamiento muestran también dos periodos marcados: entre 1990 y 1993, las parcelas testigo alcanzaron un promedio de 44 árboles reclutados/ha y 31 árboles/ha en el tratamiento liberación; mientras que entre 1993 y 1996, los promedios son de 61 y 79 árboles reclutados/ha, respectivamente (Cuadro 1).

Creclimiento del rodal

Como se ha reportado en estudios similares (Lieberman y Lieberman 1987, Kohyama y Hara 1989,

Sheil 1995), se observa en todos los tratamientos y en todas las clases diamétricas una amplia variación en los incrementos, con distribuciones asimétricas y sesgos positivos, donde los valores promedios, modales y medianos están más cerca del valor mínimo que del máximo y los valores mediano y modal son generalmente inferiores al promedio. Siguiendo esta tendencia, los incrementos diamétricos a nivel de la población oscilan entre 2 y 48 mm/año, con medianas entre 3,5 y 6,0 mm/año y promedios entre 3,5 y 6,4 mm/año. En el grupo de especies no comerciales se obtuvieron incrementos medianos entre 2 y 4 mm/año, mientras que en el grupo de especies comerciales, así como en el grupo de futura cosecha, se obtuvieron incrementos promedios anuales en un rango de 5 y 7 mm/año. De hecho, el grupo de las especies comerciales está conformado por especies del dosel, con copas mejor expuestas a la luz y posiblemente mejor conformadas, y como se verá adelante, los individuos en cada una de estas categorías reportan los mayores incrementos.

Una comparación entre testigo y tratamiento revela que existen dos periodos de crecimiento para todos los grupos de interés (excepto en las es-

pecies no comerciales): de 1990 a 1993 donde los crecimientos diamétricos no se diferencian entre el testigo y el tratamiento; y de 1993 a 1996 donde el rodal ha reaccionado a la intervención silvicultural practicada, como lo demuestran los incrementos diamétricos que casi duplican los del testigo. Para las especies no comerciales, los datos sugieren que el tratamiento silvicultural no tuvo efecto significativo sobre su crecimiento diamétrico (Cuadro 2).

Esta reacción positiva del rodal comercial tratado confirma las expectativas del silvicultor al aplicar un tratamiento silvicultural: estimular la tasa de crecimiento del rodal comercial en las áreas de producción forestal. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio son preliminares y deben interpretarse con cautela, en especial al observar una pequeña, aunque importante disminución del incremento anual en el último periodo de medición, en todos los grupos analizados (Cuadro 2). Otros estudios con más años de seguimiento (Primack *et al.* 1985, Sánchez 1995, Silva *et al.* 1995) han demostrado que después de un cierto tiempo, que puede ser tan corto como tres años, el incremento declina considerablemente a medida que el dosel se cierra.

Cuadro 2. Incrementos diamétricos medianos (mm/año) para dos periodos de medición y comparación entre tratamientos, para diferentes grupos de árboles (dap \geq 10 cm) en el bosque aprovechado, Finca La Tirimbina

	1990-1993				1993-1996			
	Testigo	Liberac	Z *	P	Testigo	Liberac	Z *	P
Todos los árboles	3	3	-0,70	0,479	2	4	-1,88	0,039
No comerciales	2	2	0,00	0,999	1	3	-1,41	0,157
Comerciales	5	5	0,00	0,999	4	7	-1,85	0,049
Futura cosecha	5	5	0,66	0,505	5	7	-1,77	0,046

* Prueba de Wilcoxon / P: probabilidad / N = 3 repeticiones por tratamiento

Relación entre los incrementos diamétricos y algunas variables independientes

Se compararon los incrementos diamétricos de acuerdo con cuatro variables independientes: posición del árbol maduro de la especie en el estrato arbóreo, exposición a la luz, forma de la copa e infestación de lianas en el tronco y la copa del árbol. Los datos del Cuadro 3 ponen en evidencia que, en términos generales, los mayores incrementos se obtienen entre: a) las especies

del dosel y el subdosel, b) los árboles con exposición a la luz de excelente a muy buena, c) los árboles cuyas copas forman un círculo completo o algo asimétrico y d) los árboles que se encuentran libres o casi libres de lianas. Asimismo, el análisis de correlación permitió verificar la fuerte relación lineal que se establece entre el incremento diamétrico y dichas variables independientes.

Estudios realizados en bosques húmedos tropicales han permitido igualmente demostrar una sig-

Cuadro 3. Incremento diamétrico mediano (mm/año) de todas los individuos con dap \geq 10 cm, para dos períodos de medición en función de cinco variables independientes en el bosque aprovechado Finca La Tirimbina

	Testigo		Liberación	
	90-93	93-96	90-93	93-96
Posición sociológica				
Dosel	5	4	5	7
Subdosel	3	2	3	4
Intermedio	2	1	2	2
Sotobosque	1	0	1	1
<i>r</i>	0,7482	0,8485	0,9529	0,9505
<i>P</i>	0,0051	0,0005	0,0001	0,0001
<i>N</i>	12	12	12	12
Exposición de la copa	90-93	93-96	90-93	93-96
Emergente	5	3	6	7
Luz vertical	5	5	3	5
Luz lateral	3	3	4	5
Luz moderada	2	1	3	2
Sin luz directa	1	1	2	1
<i>r</i>	0,8348	0,6687	0,7936	0,8074
<i>P</i>	0,0001	0,0065	0,0004	0,0003
<i>N</i>	15	15	15	15
Forma de la copa	90-91	93-94	90-91	93-94
Perfecta	6	8,5	7	8
Buena	4	3	5	7
Tolerable	3	2	3	4
Pobre	1	0	2	1
Muy pobre	0	0	1	1
<i>r</i>	0,9443	0,6824	0,9491	0,9234
<i>P</i>	0,0001	0,0072	0,0001	0,0001
<i>N</i>	15	14	15	13
Infestación por lianas	90-93	93-96	90-93	93-96
Sin lianas	4	3	4	6
Lianas en fuste	3	2	3	4
Lianas en copa	1,5	2	2	3
Lianas fuste+copa, pocas	1	1	2	2
Lian:fuste+copa, muchas	1	1	1	2
<i>r</i>	0,2177	0,3085	0,7587	0,8328
<i>P</i>	0,4355	0,2832	0,0010	0,0002
<i>N</i>	15	14	15	14
Clase diamétrica inicial (cm)	90-93	93-96	90-93	93-96
10-19	3	2	3	4
20-29	3	2	4	6
30-39	4	4	4	6
40-49	4	3	4	4
>50	4	2	4	5
<i>r</i>	0,3258	0,4184	0,4992	0,0856
<i>P</i>	0,2360	0,1206	0,0582	0,7616
<i>N</i>	15	15	15	15

r: coeficiente de correlación de Pearson *P*: probabilidad *N*: número de observaciones

nificativa correlación entre el incremento de los árboles y las características de sus copas (Synnott 1978, Peralta *et al.* 1987, Mejía 1994, Sánchez 1995, Silva *et al.* 1995), así como entre dicho incremento y la posición sociológica de los árboles adultos de la especie (Lieberman y Lieberman 1987).

Agrupamiento de las especies según su velocidad de crecimiento

Los grupos de gremios ecológicos (Finegan y Sabogal 1988) establecidos con base en las necesidades de luz para la regeneración, no siempre presentan una fuerte relación con los incrementos diamétricos en árboles con $dap \geq 10$ cm (véase también Alder 1995). Los agrupamientos con base en el valor comercial de las especies son menos confiables, pues no reflejan realidades biológicas, sino el comportamiento, en gran medida caprichoso, del mercado de la madera. Por lo tanto, se adoptó la estrategia definida por Alder (1995) entre otros, de agrupar las especies de acuerdo con las mismas características de los incrementos diamétricos.

Por medio del análisis de conglomerados, las especies se agruparon en cuatro, cinco y seis grupos de "velocidad de crecimiento", por tratamiento. Posteriormente, la comparación de medias por la prueba de Tukey indicó que las mayores disimilitudes se daban al integrar cinco grupos. Para estos cinco grupos, los primeros coeficientes canónicos (CAN1) del análisis canónico discriminante indican que existe una muy alta correlación de las variables elegidas al interior de los grupos ($0.99 < CAN1 > 0.79$) y debido a que los valores más altos se dan siempre para el tercer cuartil; la discriminación por grupos se ve más afectada por valores altos de esta variable.

El agrupamiento final de las especies en cinco grupos de "velocidad de crecimiento" se presenta en los cuadros 4 y 5. De manera muy general, se puede decir que el grupo 1, de muy lento crecimiento, presenta incrementos medianos nulos o hasta 2 mm año^{-1} , donde el incremento del tercer cuartil no excede los 4 mm año^{-1} . En el grupo 2, de lento crecimiento, se ubican las especies con medianas entre 1 y 6

mm año^{-1} , pero con incrementos en el tercer cuartil de hasta 6 mm año^{-1} . En el grupo 3, de moderado crecimiento, se encuentran especies con incrementos medianos entre 2 y 8 mm año^{-1} , donde los valores del tercer cuartil son mayores a 9 mm año^{-1} . En el grupo 4 o de rápido crecimiento, los incrementos medianos van de 6 a 11 mm año^{-1} , con valores del tercer cuartil mayores a 11 mm año^{-1} . Finalmente, en el grupo 5 o de muy rápido crecimiento, se ubican las especies que presentan incrementos medianos mayores a 11.5 mm año^{-1} y los valores del tercer cuartil alcanzan hasta 24 mm año^{-1} .

Especies de porte pequeño o mediano, del sotobosque o intermedias, tales como *Ardisia palmata*, *Capparis pittieri*, *Colubrina spinosa*, *Dystovomitia paniculata*, *Faramea occidentalis*, *Lonchocarpus oliganthus*, *Posoqueria latifolia* y *Warszewiczia coccinea* se ubican, en cualquier tratamiento, en el grupo de más lento crecimiento, con incrementos medianos que no superan los 2.5 mm año^{-1} . Algunas excepciones, entre ellas *Casearia arborea*, *Ferdinandusa panamensis*, *Miconia punctata* y algunos *Protium*, muestran incrementos medianos superiores a los 5 mm año^{-1} , especialmente en el tratamiento Liberación.

Otras especies, típicas de los doseles superiores del bosque, como *Vochysia ferruginea*, *Simarouba amara*, *Stryphnodendron microstachyum*, *Pithecellobium elegans*, entre las comerciales, así como *Croton smithianu* y algunas *Inga*, reportan incrementos medianos superiores a 12 mm año^{-1} , los cuales pueden considerarse excepcionalmente altos.

Estos resultados son comparables a los reportados por Lieberman y Lieberman (1987) y por Peralta *et al.* (1987), quienes encontraron que las especies del sotobosque eran todas de lento crecimiento, mientras que las del dosel superior crecían más rápidamente, aunque con mayor variabilidad. Sin embargo, los crecimientos medianos más elevados reportados por Peralta *et al.* (1987), son apenas similares a los encontrados en las parcelas Testigo de La Tirimbina, y están por debajo de los de la Liberación.

La ubicación de una especie en un grupo dado de crecimiento en el Testigo y en otro superior en un tratamiento, permite sugerir que la intervención silvicultural produjo una reacción positiva. Este es el caso de *Pentaclethra maculosa*, *Tapirira guianensis*, *Pterocarpus hayessi*, *Dendropanax arboreus* y *Pourouma minor*, entre las comerciales, y *Apelba membranacea* entre las no comerciales.

Conclusiones

- El bosque aprovechado de la finca La Tirimbina es un bosque típico de la zona noratlántica de Costa Rica, en términos de su composición florística y estructura horizontal. Sin embargo, en su interior presenta variaciones estructurales, producto de diferentes aprovechamientos comerciales, así como de los tratamientos silviculturales aplicados.
- De las variables independientes analizadas, la forma de la copa y exposición a la luz parecen tener la mayor relación con el incremento diamétrico, seguido por la infestación de lianas y el estrato arbóreo de madurez de la especie. La forma del fuste y el diámetro inicial no mostraron una correlación significativa con el incremento diamétrico.
- Los incrementos obtenidos, tanto en diámetro como en área basal, demuestran que el rodal tratado está creciendo a una tasa superior a la del Testigo. Dichos tratamientos han afectado el crecimiento de las especies comerciales y por ende, de los árboles de futura cosecha, pero no así a los individuos de especies no comerciales.
- La conveniencia de aplicar un tratamiento silvicultural debe evaluarse por medio de simulaciones, tomando en cuenta incrementos, abundancias de árboles de futura cosecha, regeneración natural y criterios económicos.
- La experiencia generada reafirma la conveniencia de desarrollar un agrupamiento estadísticamente robusto de las especies con base en sus incrementos.

Bibliografía

- ALDER, D. 1995. Growth modelling for mixed tropical forests. Oxford Forestry Institute. England. 231 p.
- CASTILLO, A. 1994. Análisis de la composición y estructura horizontal de un bosque aprovechado selectivamente en la zona de Río San Juan, Nicaragua. Tesis Lic. UCA, Nicaragua. 83 p.
- DAWKINS, H.C. 1958. The management of the natural tropical high forest with special reference to Uganda. Imperial Forestry Institute, University of Oxford. 155 p.
- De GRAAF, N.R. 1986. A silvicultural system for natural regeneration of tropical rain forest in Suriname.
- FINEGAN, B.; SABOGAL, C. 1988. El desarrollo de sistemas de producción sostenible en bosques tropicales húmedos de bajura: un estudio de caso en Costa Rica. *El Chasqui* 18: 16-24.
- HUTCHINSON, I. 1987. Improvement thinning in natural tropical forests: aspects and institutionalization. IN: Natural management of moist forests. Mergen F.; Vincent, J. (ed), Yale University, School of Forestry and Environmental, E.U. pp: 113-133.
- JONKERS, W.B.J. 1987. Vegetation structure, logging damage and silviculture in tropical rain forest in Suriname. Agricultural University, Wageningen, The Netherlands. 172 p.
- KOHYAMA, T.; HARA, T. 1989. Frequency distribution of tree growth rate in natural forest stands. *Annals of Botany* 64: 47-57.
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M.; PERALTA, R.; HARTSHORN, G. 1985. Mortality patterns and stand turnover rates in a wet tropical forest in Costa Rica. *Journal of Ecology* 73:
- LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, M. 1987. Forest tree growth and dynamics at La Selva, Costa Rica (1969-1982). *Journal of Tropical Ecology* 3: 347-358.
- MANTA, M.I. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosques húmedos de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica. Turrialba, Tesis M.Sc., CATIE. 150 p.
- MEJIA C.; A. C. 1994. Análisis del efecto inicial de un tratamiento de liberación, sobre la regeneración establecida en un bosque húmedo tropical aprovechado en Río San Juan, Nicaragua. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba. 68 p. + anexos.
- MORALES, D.; SIBAJA, A. 1991. Evaluación de indicadores silviculturales para la aplicación de tratamientos en bosques intervenidos en la Región Huetar Norte de Costa Rica. ITCR, Cartago. 45 p.
- PALMER, J.R.; SYNNOTT, T.J. 1992. The management of natural forests. In: Sharma, N.P. (ed). *Managing the world's forests*. USA. pp: 337 - 373.
- PERALTA, R.; HARTSHORN, G.S.; LIEBERMAN, D.; LIEBERMAN, D. 1987. Reseña de estudios a largo plazo sobre composición florística y dinámica del bosque tropical en La Selva, Costa Rica. *Revista de Biología Tropical* 35 (supl. 1): 23-40.
- POORE, P.; BURGESS, P.; PALMER, J.; RIETBERGEN, S.; SYNNOTT, T. 1989. No timber without trees: sustainability in the tropical forest. A study of ITTO. Earthscan Publishers, London. 252 p.
- PRIMACK, R.B.; ASHTON, P.S.; CHAI, P.; LEE, H.S. 1985. Growth rates and population structure of Moraceae trees in Sarawak. *Ecology* 66: 577-588.
- QUIROS, D.; FINEGAN, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su aplicación. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 225. Colección Silvicultura y manejo de bosques naturales no. 9. 25 p.
- QUIROS, D.; GOMEZ, M. (en prep.) Manejo sustentable de un bosque natural en Costa Rica. II. Análisis financiero.
- SANCHEZ S.; M. J. 1995. Estudio de crecimiento y rendimiento en un bosque secundario y su aplicación a la elaboración de un Plan de Manejo. San Isidro, Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba. 96 p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE INC. 1985. SAS version 6 ed.: software and manuals. SAS Institute Inc. Cary, N.C., USA.
- SHEIL, D. 1995. A critique of permanent plot methods and analysis with examples from Budongo Forest, Uganda. *Forest Ecology and Management* 77: 11-34.
- SILVA, J.N.M.; CARVALHO, J.O.P. de; LOPES, J. do C.A.; ALMEIDA, B.F. de; COSTA, D.H.M.; OLIVEIRA, L.C. de; VANCLAY, J.K.; SKOVSGAARD, J.P. 1995. Growth and yield of a tropical rain forest in the Brazilian Amazonian 13 years after logging. *Forest Ecology and Management* 71: 267-274.
- SYNNOTT, T.J. 1978. Tropical rain forest silviculture: a research project report. C.F.I. Occasional Papers # 10. Oxford, U.K. 45 p.
- SYNNOTT, T.J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forest. C.F.I. Oxford, U.K. Tropical Forestry Papers # 14. 67 p.
- ZAMORA, N.; ARTAVIA, M.; DELGADO, D. (en prep.). Especies vegetales de un bosque tropical húmedo primario manejado, Finca La Tirimbina, noreste de Costa Rica.

“Efectos del aprovechamiento forestal y del tratamiento silvicultural en un bosque tropical húmedo del noreste de Costa Rica

Cambios en la riqueza y composición de la vegetación

Diego Delgado*, Bryan Finegan*Patrick Meir**, Nelson Zamora***

Introducción

Pocas personas realmente vinculan la conservación de la biodiversidad del bosque húmedo con la cosecha de madera. Sin embargo, probablemente no más del 10% de los bosques tropicales pueden ser conservados en áreas estrictamente protegidas, lo cual nos obliga a optimizar el valor de conservación de los bosques que son manejados para producción sostenible de madera y otros productos. El manejo sostenible para producción es técnicamente posible en muchos bosques húmedos neotropicales, y la información sobre como lograrlo es ahora ampliamente conocida. Existe sin embargo, muy poca información acerca de qué exactamente se conserva en bosques manejados. Se sabe que la composición de la vegetación de los bosques tropicales cambia debido a la cosecha de madera, -por ejemplo, el aumento en la abundancia de especies demandantes de luz- y este conocimiento, unido a conocimientos ecológicos generales sobre el efecto de la perturbación en el ecosistema, permite la elaboración de lineamientos, tales como los de la ITTO (1993), para la conservación de la biodiversidad en bosques manejados.

Estos lineamientos pueden y deben ser aplicados ahora; no obstante, la falta de información detallada sobre el efecto del manejo hace que algunos de los principios sobre los cuales se basan sean estrictamente hipotéticos. Hipótesis relacionadas con los efectos a mediano y largo plazo del manejo del bosque tropical sobre la composición y diversidad no parecen haber sido probadas en el neotrópico; así, aunque acciones inmediatas en todos los frentes son necesarias para asegurar la conservación de los bosques remanentes, son también necesarias más bases científicas que orienten las acciones de conservación.

Los lineamientos para la conservación en bosques manejados son generales y se requiere necesariamente el monitoreo del comportamiento del bosque en casos individuales. En lo que respecta al monitoreo, el reto es desarrollar técnicas económicamente aceptables de cara a la enorme biodiversidad de los bosques tropicales húmedos. Hoy día, apenas se ha comenzado a desarrollar dichas técnicas; todavía es necesario validarlas, si se quiere aplicarlas ampliamente en estudios posteriores.

Entonces, es claro que:

1. El manejo de bosques húmedos para producción sostenible puede y debe contribuir a la conservación de la biodiversidad del bosque tropical.
2. Aunque los lineamientos para la conservación de la biodiversidad en bosque en producción existen y deben ser aplicados, se requiere establecer una base científica completa.
3. A pesar de que ya han comenzado a desarrollarse técnicas para el monitoreo de la biodiversidad en bosques, es necesario validarlas por medio de estudios piloto detallados que determinen la respuesta del bosque a la intervención en bosques neotropicales.

Objetivos

El estudio pretende determinar el impacto del aprovechamiento y los tratamientos silvícolas sobre la riqueza, composición y diversidad florística de un bosque tropical húmedo sometido a manejo, a través del estudio de la evolución de la comunidad vegetal $\geq 2,5$ cm dap, y del análisis de estas variables en distintos hábitats característicos del bosque intervenido.

* Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Institute of Ecology and Resources Management, University of Edinburgh

*** Instituto Nacional de la Biodiversidad, INBio, Costa Rica

El sitio de estudio

Este estudio fue realizado en la parte noreste de Costa Rica, en la finca privada Tirimbina Rain Forest Center (10°24' N, 84°06' W). El clima de la zona es tropical muy húmedo, con precipitación promedio anual de 3777 mm (27 años de registro) y temperatura promedio anual de 25,3°C (IMN 1992). La finca se encuentra a una altura entre 180 y 200 msnm; la topografía es de colinas bajas, con pendientes que por lo general oscilan entre 10 y 40%. Los suelos son Inceptisoles, sobre roca andesítica y rhyolítica (rocas originarias de flujo de lava volcánica). Físicamente son profundos, arcillosos y de buen drenaje (Nuñez y Ugalde 1987), pero de fertilidad baja, con pH de hasta 4,0 y una alta saturación de aluminio, variando entre 60 y 90% en el bosque estudiado (Manta 1988).

El área total de la finca es de 350 ha e incluye unas 80 ha de bosque primario intervenido. Este bosque fue explotado en 1962 y en 1980, cuando se cosecharon las partes más accesibles. Dentro de las 80 ha de bosque primario, el Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales del CATIE, mantiene unas 29,2 ha bajo experimentación silvícola, en un diseño de bloques completos al azar con tres tratamientos:

- bosque con aprovechamiento y una mezcla de liberación y refinamiento parcial
- bosque con aprovechamiento y un tratamiento de protección del dosel superior
- bosque con aprovechamiento

El área experimental consiste de nueve parcelas permanentes de 1 ha con una faja de amortiguamiento de 40 m de ancho que rodea toda la parcela. Fue aprovechada entre 1989 y 1990, siguiendo estrictas normas de control de daño (Quirós y Finegan 1994). El tratamiento silvicultural aplicado luego del aprovechamiento, pretendía no solo reducir la vegetación que limitaba directamente el desarrollo de la futura cosecha, sino también favorecer la regeneración de especies deseables. Este consistió en una combinación de las siguientes operaciones: eliminación de los árboles ≥ 10 cm dap, de bajo valor comercial y que competían con árboles inma-

duros de futura cosecha (tratamiento de liberación); y eliminación total de los árboles actualmente no comerciales ≥ 40 cm dap, exceptuando los árboles de valor ecológico (tratamiento de refinamiento parcial) (Quirós y Finegan 1994).

Métodos

El estudio se realizó en el año de 1994 y fue dividido en dos partes: 1) análisis de los cambios en la riqueza, composición y diversidad de plantas $\geq 2,5$ cm dap, durante un periodo de tres años, en dos sitios del bosque La Tirimbina con diferente historial de intervención (estudio piloto); 2) comparación de estas variables en sitios del bosque sometidos a diferentes regímenes de intervención (estudio principal).

Estudio piloto: evolución de la comunidad vegetal cinco años después de su aprovechamiento

En 1991, se establecieron ochenta subparcelas de 5 m x 5 m (0,2 ha) en el bosque La Tirimbina. Cuarenta subparcelas fueron ubicadas en el área aprovechada en 1989 (bosque manejado) y las restantes, en un área de bosque no intervenido desde 1962 (bosque no intervenido). Las subparcelas fueron distribuidas en forma aleatoria, y dentro de cada una de ellas se registraron e identificaron todos los individuos $\geq 2,5$ cm dap que estuvieran enraizados dentro de la misma. El registro de los individuos siguió los mismos criterios establecidos por Gentry (1982). Las muestras incluyeron lianas, árboles, arbustos grandes, palmas y algunas hierbas.

Los diámetros de plantas erectas fueron medidos a la altura del pecho (1,3 m); excepto para árboles con gambas, en los cuales la medición se hizo 10 cm arriba de las mismas. Si una planta ramificó en tallos debajo de la altura del pecho, el diámetro de cada tallo $\geq 2,5$ cm fue registrado separadamente, considerándose sin embargo, que cada tallo pertenecía a un solo individuo. Para lianas enraizadas dentro de la parcela, el diámetro del tallo más grande $\geq 2,5$ cm fue medido. En cuanto a la determinación de un individuo (particularmente problemático

en lianas y palmas), se consideró que todo tallo unido a un tronco común constituía una sola planta (caso de lianas) y un grupo de tallos con una base común fue tomado como un solo individuo (por ejemplo para especies del género *Geonoma*).

La ubicación de las subparcelas se asignó a cuatro tipos de hábitats: camino, orilla de camino, claro y bosque no intervenido; esto con el propósito de relacionar los cambios con algún factor de perturbación provocado por el manejo.

En 1994, treinta y seis meses después de la primera medición, se evaluaron nuevamente las ochenta subparcelas, siguiendo los mismos criterios establecidos en 1991. El propósito principal del análisis fue determinar los cambios dinámicos ocurridos en los dos sitios durante los 36 meses de estudio.

Estudio principal: comparación de tratamientos, cuatro a cinco años después de la intervención del bosque

El estudio principal fue implementado por Delgado y Finegan durante el año de 1994. Trescientas veinte subparcelas de 5 m x 5 m (0,8 ha) fueron establecidas; pero solo en cuatro se aplicaron los tratamientos testigo y de liberación (Cuadro 1). Las subparcelas se ubicaron dentro de la hectárea que conforma cada parcela, sin considerar la zona de amortiguamiento.

En cada parcela se establecieron ochenta subparcelas de 5 m x 5 m (0,2 ha), de modo que para cada tratamiento se contó con un total de 160 subparcelas (0,4 ha). Al establecer cada subparcela de 5 m x 5 m, se clasificó su ubicación dentro de 6 tipos de hábitats (Cuadro 2), representativos de los distintos ambientes característicos del bosque en el momento del estudio (4-5 años después de la intervención).

Cuadro 1. Sitios involucrados en el estudio e historial de manejo

Bloque	Historial de Intervención
Tratamiento testigo	
4	Aprovechado en 1989. No se le realizó ningún tratamiento silvícola posterior
8	Aprovechado en 1990. No se le realizó ningún tratamiento silvícola posterior
Tratamiento de liberación	
5	Aprovechado en 1990. Se le aplicó un tratamiento de refinamiento y liberación parcial que significó la reducción de un 21% del total de árboles ≥ 10 cm dap y un 41% del área basal
9	Aprovechado en 1990. Se le aplicó un tratamiento de refinamiento y liberación parcial que significó la reducción de un 14% del total de árboles ≥ 10 cm dap y un 18% del área basal

Dentro de cada cuadrado de 5 m x 5 m se registraron e identificaron todos los individuos ≥ 2.5 cm dap enraizados dentro del mismo. El registro de individuos siguió los mismos criterios establecidos por Gentry (1982). Con el propósito de relacionar los cambios en riqueza, diversidad y composición con algún factor microambiental limitante, se compararon las condiciones de iluminación y de compactación del suelo entre los hábitats. En el primer caso, se estimó la radiación solar que incidía en el centro de las subparcelas ubicadas en los diferentes hábitats. Se tomaron un total de 149 fotografías hemisféricas a

una altura de 1,3 m. Las parcelas a ser fotografiadas fueron escogidas en forma aleatoria dentro de cada tipo de hábitat y la proporción de parcelas muestreadas por hábitat varió entre 30% (quebrada) y 100% (claro). El análisis de las fotografías fue realizado en la Estación Biológica La Selva, mediante un sistema computarizado de análisis digital de imágenes sitio los factores de sitio constituyen una estimación de la cantidad total de radiación solar que alcanza el punto donde se tomó la foto, como proporción de la cantidad que se registraría en un campo abierto (Rich 1989).

El grado de compactación del suelo en los distintos hábitats se estimó mediante el cálculo de la densidad aparente. Un mínimo de 5 subparcelas de 5 m x 5 m fueron seleccionadas al azar para el análisis de compactación. Se utilizó el método del "cilindro de volumen conocido"; se tomaron tres muestras de suelo por subparcela, a una profundidad de 20 cm.

El diseño del estudio principal no permite comparaciones adecuadas entre tratamientos, pues se cuenta con solamente dos repeticiones por tratamiento; en las terceras repeticiones de las parcelas liberadas y las parcelas testigo se instalaron en 1996 subparcelas de 25 m² con el propósito de llenar el vacío existente.

Cuadro 2. Descripción de los hábitats considerados en el estudio

Hábitat	Descripción
1	<i>Camino</i> : lugar de movillización del tractor durante la fase de aprovechamiento forestal
2	<i>Orilla de camino</i> : si parte de la parcela se encuentra fuera del camino, a menos de 1 m de distancia del mismo
3	<i>Claro</i> : apertura vertical en el dosel del bosque que descende hasta 2 m de la superficie del suelo o menos (Brokaw 1982). Puede ser provocado por el aprovechamiento, el tratamiento silvícola o por causas naturales
4	<i>Fase madura</i> : Bosque libre de disturbios recientes
5	<i>Quebrada</i> : Rodal libre de disturbios recientes pero cercano a un riachuelo que determina diferencias con respecto a otras áreas del bosque
6	<i>Intervenido</i> : Sitios cercanos a árboles anillados durante la aplicación del tratamiento de liberación

Resultados y discusión

Evolución de la comunidad vegetal cinco años después del aprovechamiento

Al comparar tres años después, las muestras de 0.1 ha de bosques manejado y no intervenido (Cuadro 3), se observó un mayor dinamismo en el bosque manejado que resultó en una ganancia neta de individuos ≥ 2.5 cm dap. Este mayor dinamismo del bosque manejado hizo que sus existencias en 1994 fueran mayores a las encontradas en el bosque explotado, a pesar de que en 1991 presentaba un 14% menos de individuos. Es evidente entonces que el reclutamiento masivo de individuos en el bosque manejado fue una consecuencia de la recuperación de la vegetación en sitios perturbados por el aprovechamiento de 1989.

A pesar del dinamismo que mostró el bosque manejado, el número de familias, géneros y especies

registrados variaron muy poco (Cuadro 4). El aumento marcado del número de individuos durante los primeros años después del aprovechamiento no estuvo acompañado por un aumento significativo en la riqueza de especies; razones para ello pueden encontrarse al considerar la composición de las especies del grupo de reclutas. Una proporción significativa del total de los reclutas del bosque manejado (68%) perteneció a un grupo de sólo 13 especies altamente demandantes de luz: *Apelba membranacea*, *Cecropia insignis*, *C. obtusifolia*, *Pourouma minor*, *Laetia procera*, *Hampea appendiculata*; la herbácea *Heliconia pogonantha* y el helecho arborescente *Cyathea microdonta*; además, especies fuertemente asociadas a la perturbación, como *Casearia arborea*, *Ferdinandusa panamensis*, *Miconia* spp., *Psychotria elata*, y *P. luxurians*. A excepción de *H. pogonantha*, *C. microdonta* y *P. luxurians*, todas estas especies ya estaban presentes en la comunidad ≥ 2.5 cm dap del bosque manejado en 1991; para 1994 todos los individuos de este grupo se localizaban en el camino, orilla de camino o claros.

Cuadro 3. Número de individuos muertos y reclutados (n) en dos sitios del bosque La Tirimbina, Costa Rica

Bosque	1991	Muertos		Reclutas		1994
		n	%	n	%	
Manejado	211	24	11	71	34	258
No intervenido	246	23	9	27	11	250

Otro aspecto importante de este grupo de 13 especies es su muy baja abundancia y escaso reclutamiento en el bosque no intervenido, en donde constituyeron apenas el 12% de la abundancia total y el 18% del total de reclutas. A excepción de un individuo nuevo de la especie *Apeiba membranacea* y dos de *Cyathea microdonta*, aparecidos en el bosque no intervenido entre 1991 y 1994, las especies altamente demandantes de luz se reclutaron únicamente en el bosque manejado, lo cual concuerda con lo expresado por Denslow (1980), en el sentido de que las especies demandantes de luz (aparte de las que ocupan claros recién formados) rara-

mente se encuentran en bosques primarios poco alterados. En cuanto a las especies catalogadas como colonizadoras de sitios perturbados, el 96% se regeneraron exclusivamente en el bosque manejado.

Los cambios ocurridos durante el periodo 1991-1994 con las diez especies más importantes reflejan en gran medida el auge de las especies adaptadas a la perturbación en el bosque manejado. Una vez más, el bosque no intervenido mostró cambios muy limitados en comparación con el bosque manejado en términos de las especies importantes (Cuadro 5).

Cuadro 4. Número de familias, géneros y especies encontradas en dos sitios del bosque La Tirimbina, Costa Rica

Bosque	No. Familias		No. Géneros		No. Especies	
	1991	1994	1991	1994	1991	1994
Manejado	43	43	85	83	106	108
No intervenido	45	46	91	91	125	125
Totales en 0,2 ha	60	56	128	124	179	177

Con respecto a los hábitats en donde fueron establecidas las parcelas en 1991, se encontraron diferencias significativas en el número total de especies e individuos ≥ 2.5 cm dap ($P < 0.05$). En 1991, el hábitat no intervenido presentó más individuos que el registrado en orillas del camino, y su riqueza fue también mayor que la encontrada en sitios afectados por el aprovechamiento, como el camino y orilla de camino. Tres años después, tanto la riqueza como la abundancia de individuos en caminos y

orillas de camino fue estadísticamente igual a la encontrada en los sitios no intervenidos (Cuadro 6).

El cálculo de los índices de diversidad por bosque y por año para individuos ≥ 2.5 cm dap muestra claramente que la diversidad del bosque no intervenido fue superior a la del manejado en ambos años de medición, aunque no se pudo detectar ninguna tendencia de cambio de la diversidad en el tiempo (nótese que el valor del índice de Simpson disminuye conforme aumenta la diversidad):

Bosque	1991		1994	
	Shannon	Simpson	Shannon	Simpson
Manejado	6,067	0,020	6,096	0,018
No intervenido	6,519	0,018	6,514	0,011

Los índices de diversidad pueden variar ya sea por cambios en la riqueza de especies, por cambios en la abundancia de las especies, o por la combinación de ambos factores. Esto último fue lo que sucedió en el presente estudio, en donde la menor

diversidad del bosque manejado se debió a su menor riqueza de especies, y a una distribución poco equitativa generada por la abundancia creciente de especies colonizadoras de sitios perturbados.

Cuadro 5. Especies más abundantes en dos sitios del bosque La Tirimbina, Costa Rica

1991	Ind.	1994	Ind.
Bosque manejado			
1) <i>Pentaclethra macroloba</i>	12	2) <i>Pentaclethra macroloba</i>	15
<i>Protium ravenil</i>	9	<i>Cyathea microdonta</i>	12
<i>Dystovomita paniculata</i>	8	<i>Protium ravenil</i>	11
3) <i>Prestoea decurrens</i>	7	<i>Prestoea decurrens</i>	8
<i>Warscewiczia coccinea</i>	6	<i>Dystovomita paniculata</i>	8
<i>Marlla laxiflora</i>	5	<i>Ferdinandusa panamensis</i>	8
<i>Ferdinandusa panamensis</i>	5	<i>Psychotria elata</i>	7
<i>Euterpe precatória</i>	4	<i>Casearia arborea</i>	6
<i>Perebea hispidula</i>	4	<i>Psychotria luxurians</i>	6
<i>Casearia arborea</i>	4	<i>Cecropia insignis</i>	5
Subtotal (10 especies)	64	Subtotal (10 especies)	86
Otras (96 especies)	147	Otras (98 especies)	172
Total (106 especies)	211	Total (108 especies)	258
Bosque no intervenido			
1) <i>Pentaclethra macroloba</i>	12	2) <i>Pentaclethra macroloba</i>	13
3) <i>Prestoea decurrens</i>	8	<i>Prestoea decurrens</i>	8
<i>Geonoma congesta</i>	6	<i>Geonoma congesta</i>	8
<i>Farama occidentalis</i>	6	<i>Farama occidentalis</i>	6
<i>Casimirella ampla</i>	6	<i>Casimirella ampla</i>	5
<i>Brosimum gualanensis</i>	5	<i>Brosimum gualanensis</i>	5
<i>Protium schippilii</i>	5	<i>Protium schippilii</i>	5
<i>Brosimum gualanensis</i>	5	<i>Brosimum gualanensis</i>	5
<i>Laetia procera</i>	5	<i>Geonoma interrupta</i>	5
<i>Licaria sarapiquensis</i>	4	<i>Maquira costaricana</i>	5
Subtotal (10 especies)	62	Subtotal (10 especies)	65
Otras (115 especies)	184	Otras (115 especies)	185
Total (125 especies)	246	Total (125 especies)	250

Cuadro 6. Valores medianos del número de especies (NE) y de individuos (NI) por hábitats en diferentes años

Hábitat	1991		Hábitat	1994	
	NE	NI		NE	NI
No intervenido	5 ^a	6 ^a	Claro	6 ^a	7 ^a
Claro	4 ^{ab}	4 ^a	No intervenido	5,5 ^a	6 ^a
Camino	2,5 ^{bc}	3 ^{ab}	Orilla de camino	3,5 ^a	5 ^a
Orilla de camino	1 ^c	1 ^b	Camino	3,5 ^a	4,5 ^a

Medianas con letras iguales no son estadísticamente diferentes; prueba de Tukey, $\alpha = 0,05$

Comparación de tratamientos cuatro ó cinco años después de la intervención

Descripción general de la vegetación en 0,8 ha

Un total de 2180 individuos y 307 especies $\geq 2,5$ cm dap fueron encontradas en las 0,8 ha de

bosque manejado en La Tirimbina, distribuidos en 73 familias y 182 géneros. Las familias mejor representadas fueron Melastomataceae, Rubiaceae, Arecaceae, Lauraceae y Mimosaceae. Un 82% del total de individuos presentó un dap entre 2,5 y 10 cm, y apenas un 18% sobrepasó los 10 cm. Entre 2,5 y 5,0 cm dap, se ubicó más del 50% del total de individuos. Del mismo modo,

el número de especies en 0,8 ha fue mucho mayor en clases diamétricas bajas (2,5-9,9 cm dap), donde se encontraron 285 especies. Al considerar solo individuos ≥ 10 cm dap, se halló un total de 107 especies. El número de individuos $\geq 2,5$ cm dap por especie fue en general bajo (Fig. 1), lo cual es normal en comunidades ricas en especies. Un 32% del total de especies estuvo representado por un solo individuo, un 43% presen-

tó de 2 a 7 individuos y únicamente el 24% de las especies tuvieron más de 8 individuos.

Ferdinandusa panamensis fue la especie más importante (6% del total), seguida por *Pentaclethra maculosa*, *Prestoea decurrens*, *Protium ravenii* y *Licaria sarapiquensis*. Estas especies se distribuyeron en forma abundante en prácticamente toda el área de estudio.

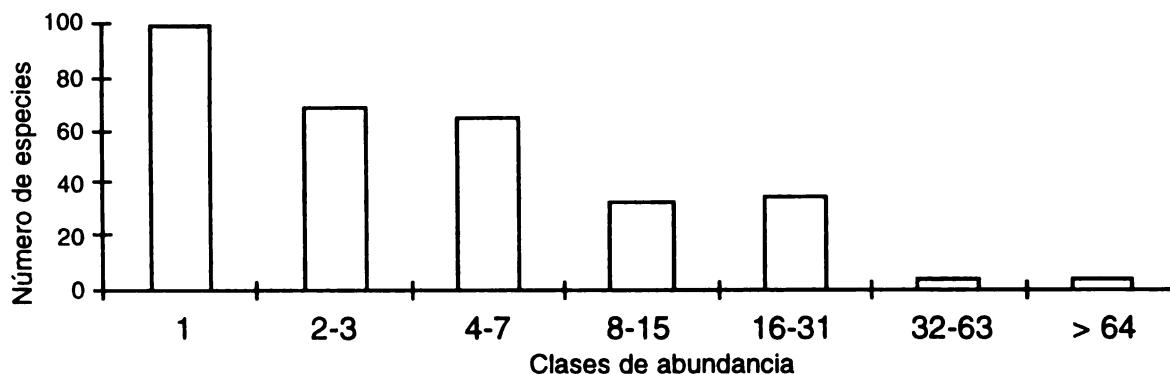


Fig.1 Distribución de especies en clases de abundancia en 0,8 ha de un bosque tropical húmedo, La Tirimbina, Costa Rica.

Frecuencia de hábitats

Un efecto directo de la intervención del bosque en La Tirimbina, fue la diferencia de ambientes encontrados entre sitios (Fig. 2). El número de subparcelas de 5 m x 5 m por hábitat varió en forma significativa entre tratamientos (Chi-Cuadrado, $P < 0,01$), lo cual ocurrió no solo a consecuencia del manejo del bosque, sino también por condiciones propias de cada sitio. El bosque testigo presentó una mucho mayor proporción de subparcelas establecidas en lugares no disturbados (bosque en fase madura, 52%), en comparación con el bosque liberado (16%).

El área de claros en el bosque testigo fue mucho menor a la encontrada en el bosque liberado, en donde el anillamiento favoreció la frecuencia de ambientes abiertos, principalmente por la constante caída de ramas. El bosque liberado presentó un ambiente más heterogéneo, con un 20% de sus parcelas en sitios cuya vegetación fue influenciada por el cauce de un riachuelo (hábitat quebrada). Sumando las áreas que fueron de alguna forma afectadas por el aprovechamiento o tratamiento silvícola, (cami-

no, orilla de camino y subparcelas en sitios anillados), tenemos que un 44% del área total fue afectada. En el bosque testigo, este valor fue de 34% (casi exclusivamente por la construcción de la red de caminos), mientras que en el bosque liberado más del 50% del área sufrió algún impacto producto del manejo del bosque.

Caracterización microambiental de los hábitats: iluminación y compactación de suelo

Las condiciones de iluminación y compactación del suelo fueron también modificadas por la cosecha y aplicación del tratamiento silvícola (Cuadro 7). Como era de esperar, la iluminación en las parcelas de 5 m x 5 m disminuyó al pasar de sitios perturbados a hábitats no perturbados. Aún después de 4 ó 5 años de que pasara el último tractor por el bosque, la radiación total recibida a 1,3 m de altura dentro de las subparcelas fue significativamente mayor en el camino que en lugares no perturbados y en sitios afectados por el tratamiento silvicultural ($P < 0,05$).

Las parcelas establecidas a orilla del camino, en claros o en sitios influenciados por la quebrada, presentaron niveles intermedios de radiación to-

tal. Como también era de esperar, existieron diferencias en compactación de suelo entre hábitats ($P < 0,01$). El camino mostró la mayor compactación, sufriendo todavía los efectos del tránsito del tractor sobre el suelo. El hábitat orilla de camino presentó niveles intermedios, y sitios como claros, bosque en fase madura y bosque tratado no mostraron evidencias de compactación. En términos generales, se observó que mientras el bosque liberado presentó una mayor proporción de sitios afectados por el tratamiento silvicultural (ambientes de mayor iluminación y con suelos no compactados), en el bosque testigo fueron más frecuentes los sitios afectados por el aprovechamiento (ambientes iluminados y con suelos compactados).

Comparación de la riqueza, diversidad y composición florística entre tratamientos y hábitats

Los valores del número de familias, géneros y especies encontrados en los distintos bosques se muestran en el Cuadro 8. Aunque con solo dos repeticiones el análisis estadístico no es posible, puede observarse un traslapeo entre los dos tratamientos (testigo y liberación) para cada uno de los tres niveles taxonómicos. Esto indica que a nivel general, no se han producido aún diferencias marcadas en la vegetación a causa de los diferentes niveles de intervención del bosque. No obstante, sí fue posible detectar diferencias de composición entre los dos tratamientos, aunque estas se debieron a la variación generada por la presencia de diferentes hábitats en diferentes proporciones, y no a los tratamientos en sí.

Cuadro 7. Valores medianos del Factor de Sitio Total (TSF) y densidad aparente por hábitat

Hábitat	TSF	n	Hábitat	g cm ⁻³	n
Camino	0,079 ^a	22	Camino	0,814 ^a	5
Claro	0,111 ^{ab}	15	Quebrada	0,660 ^{ab}	5
Orilla de camino	0,069 ^{ab}	21	Orilla de camino	0,636 ^{ab}	6
Quebrada	0,066 ^{ab}	27	Claro	0,624 ^b	6
Bosque tratado	0,081 ^b	39	Bosque en fase madura	0,622 ^b	9
Bosque en fase madura	0,062 ^b	25	Bosque tratado	0,583 ^b	6

Medianas con letras iguales no difieren estadísticamente; prueba de Tukey, alfa = 0.05

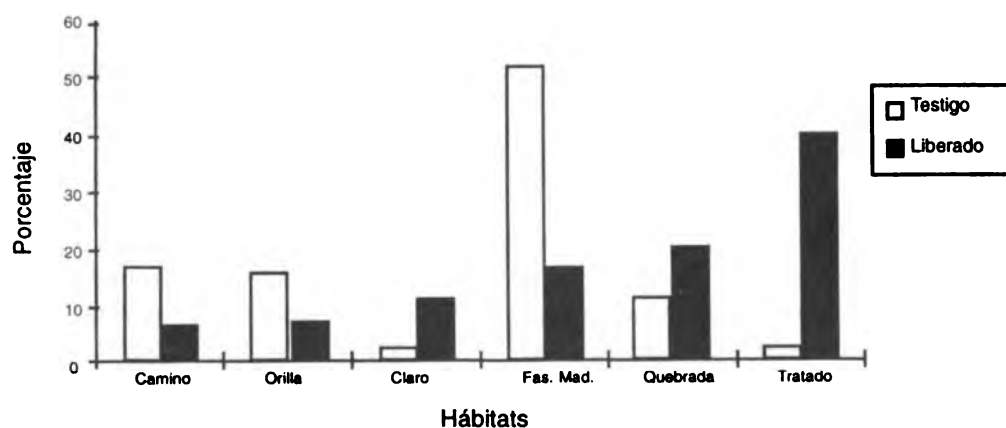


Fig. 2 Frecuencia de hábitats por tratamiento en un bosque tropical húmedo de la Tirimbina, Costa Rica

Cuadro 8. Número de familias, géneros y especies por tratamiento

Tratamiento	≥2,5 cm dap			≥ 10 cm dap		
	Familias	Género	Especies	Familias	Géneros	Especies
Testigo (0,4 ha)	72	154	245	37	60	75
Liberación (0,4 ha)	66	149	223	37	67	80

Cuadro 9. Valores medianos del número total de individuos (NI) y especies (NE) por hábitat*, en parcelas de 25 m²

Hábitat	NI	NE	N	Simpson	Shannon
Bosque en fase madura	7 ^a	6 ^a	109	0,019	5,927
Bosque tratado	7 ^a	6 ^a	67	0,020	5,874
Quebrada	7 ^{ab}	6 ^a	50	0,011	6,102
Orilla de camino	6 ^{ab}	5 ^{ab}	37	0,024	5,648
Camino	5 ^b	4 ^b	36	0,038	5,025
Claro	4 ^b	4 ^b	21	0,012	5,679

Medianas con letras iguales no difieren estadísticamente; prueba de Tukey, alfa = 0,05), e índices de diversidad.

*Para todos los hábitats se seleccionaron al azar 21 subparcelas de 5 m x 5 m (525 m², el área del hábitat menos frecuente) y se realizaron los cálculos de los índices de diversidad

Cuadro 10. Coeficientes de similitud de Czekanowski para 525 m² de hábitat

Hábitat	Orilla	Claro	Fase madura	Quebrada	Bosque tratado
Camino	0,40	0,16	0,13	0,26	0,18
Orilla de camino	-	0,34	0,42	0,42	0,45
Claro	-	-	0,35	0,46	0,29
Fase madura	-	-	-	0,35	0,34
Quebrada	-	-	-	-	0,37

De este modo, puede concluirse tentativamente que a cuatro o cinco años después del aprovechamiento del bosque, y a tres años después de la aplicación del tratamiento silvicultural, no se han producido diferencias entre el bosque aprovechado (testigo) y el aprovechado y tratado silviculturalmente (liberado). Debido a que en ninguno de los tratamientos puede considerarse que el bosque se encuentra en estado de equilibrio, esta conclusión deberá referirse estrictamente al periodo de estudio.

Entre hábitats, sí se observaron diferencias en cuanto a la riqueza, abundancia y diversidad de especies (Cuadro 9). El número total de individuos y especies 2,5 cm dap, en parcelas de 5 m x 5 m, fue significativamente mayor en hábitats no afectados por el tránsito del tractor, como bosque en fase madura, bosque tratado y quebrada (P < 0,05). El hábitat orilla de camino pre-

sentó valores intermedios para estas dos variables; mientras que en el camino y claro, la riqueza y abundancia de individuos fue menor. Al comparar la diversidad entre hábitats en tamaños iguales de áreas (con el propósito de eliminar la dependencia existente entre el número de especies y el área muestreada), los índices de Shannon y Simpson coincidieron en señalar al hábitat camino como el menos diverso, y al hábitat quebrada como el de mayor diversidad.

Para comparar la composición florística entre los distintos hábitats, se empleó el coeficiente de similitud de Czekanowski (Cuadro 10). Este coeficiente indica qué tan semejantes son las composiciones de dos poblaciones; sus valores oscilan entre 0 (composiciones completamente diferentes) y 1 (poblaciones idénticas). Los valores calculados muestran que, en términos de composición, las subparcelas ubicadas en el camino resultaron

ser muy diferente a la establecidas en los restantes hábitats, mientras que las halladas a orillas del camino mostraron tener una mayor similitud con respecto a los demás ambientes del bosque. Esto se debió principalmente a que muchas de las especies presentes en sitios perturbados por el aprovechamiento (como el camino), y sitios no perturbados (como bosque en fase madura), estaban establecidas a orillas del camino.

Especies como *Cecropia Insignis*, *Cecropia obtusifolia*, *Heliconia pogonantha*, *Cyathea microdonta* y *Croton smithianus* mostraron una gran preferencia por los hábitats camino y orilla de camino (Cuadro 11), en donde ocurrió evidentemente una importante remoción del suelo y apertura del dosel durante el aprovechamiento de 1989 y 1990. Otras especies como *Geonoma deversa* y *G. congesta* se encontraron en forma abundante en áreas de bosque afectado por el tratamiento silvícola (hábitat 6), aunque sería aún

prematureo hablar en este caso de preferencia por este tipo de ambiente, por cuanto estas especies pudieron haber estado en forma abundante en el bosque liberado antes de la aplicación del tratamiento. Solo el monitoreo de su abundancia en el tiempo podrá mostrar claramente su reacción a la intervención. No obstante, pareciera probable que estas especies aumentarán su abundancia en este tipo de ambiente de dosel abierto y constante caída de ramas, si consideramos su marcada habilidad para responder a daños causados por la caída de ramas y su alta eficiencia en la interceptación de la luz (Denslow 1987, Chazdon 1986). En sitios no perturbados (bosque en fase madura) se encontraron con mucha mayor frecuencia especies como *Prestoea decurrens*, *Dystovomita paniculata* y *Licaria sarapiquensis* de presencia casi nula en el camino, orilla de camino y claro y ampliamente distribuidas en los demás sitios del bosque.

Cuadro 11. Abundancia de especies por hábitat con respecto al total de individuos por especie en 0,8 ha en La Tirimbina, Costa Rica

		Porcentaje del total de individuos por hábitat						
		1 ^a	2	3	4	5	6	n
Especies indicadoras de perturbación	<i>Cyathea microdonta</i>	50	14	0	7	12	17	42
	<i>Heliconia pogonantha</i>	35	35	0	0	22	8	23
	<i>Cecropia spp</i> *	59	18	0	6	18	0	17
	<i>Croton smithianus</i>	68	28	0	4	0	0	25
	Total	52	22	0	5	12	8	107
Especies indicadoras de sitios no perturbados	<i>Licaria sarapiquensis</i>	0	6	3	55	10	26	31
	<i>Prestoea decurrens</i>	0	11	7	46	11	25	28
	<i>Dystovomita paniculata</i>	0	0	0	50	21	29	14
	Total	0	7	4	51	12	26	73

1 Camino

3 Claro

5 Cerca de riachuelo

2 Orilla de camino

4 Bosque no disturbado

6 Intervenido

*A excepción de estas especies, solo se consideraron individuos con dap entre 2,5 y 5,0 cm

Conclusiones

Para el estudio piloto:

- El bosque no intervenido mostró durante el periodo de tres años, un mayor equilibrio en cuanto a la abundancia de individuos, número de especies y composición taxonómica de plantas $\geq 2,5$ cm de dap. El bosque manejado,

se mostró más dinámico, con un aumento marcado en la regeneración natural, principalmente en sitios perturbados por el aprovechamiento de 1989 y con cambios de composición taxonómica debido al reclutamiento de ciertas especies colonizadoras de sitios perturbados.

- Los sitios perturbados por el aprovechamiento no presentan el mismo potencial de recuperación. Casi la mitad de los reclutas se establecie-

ron en claros, mientras que la regeneración en el camino fue mucho menos abundante.

- Son relativamente pocas las especies que llegan a establecerse en sitios perturbados poco tiempo después de que este disturbio ocurre; esto hace que en tales sitios exista una baja riqueza y diversidad de especies. De esta forma, a pesar del gran número de individuos reclutados en el bosque manejado, no hubo un aumento en la riqueza ni en la diversidad de especies; los valores para estas variables son inferiores a los niveles exhibidos por el bosque no intervenido.

Para el estudio principal:

- El aprovechamiento y los tratamientos silvícolas aplicados en La Tirimbina durante el periodo 1989-1991 no ocasionaron hasta 1994 disminuciones en la riqueza de especies y abundancia de individuos 2,5 cm dap.

- La similitud en riqueza de especies e individuos $\geq 2,5$ cm dap entre tratamientos ocurre a pesar de los cambios en la frecuencia de hábitats perturbados (algunos más iluminados y con suelos más compactados), y al hecho de observarse una menor riqueza y abundancia de individuos en ambientes con perturbación drástica del sotobosque (caminos, orillas de caminos y claros).

Al parecer, este resultado se debe a que la proporción de estos hábitats fue baja en comparación con las áreas sin perturbación del sotobosque (bosque no perturbado, bosque afectado por el tratamiento silvicultural, bosque cerca de la quebrada).

- La composición florística, en cambio, sí fue afectada por el manejo del bosque. Con la intervención, se introdujeron a la vegetación $\geq 2,5$ cm dap, ciertas especies como *Cyathea microdonta*, *Heliconia pogonantha*, *Psychotria elata*, *Psychotria luxurians*, *Croton smithianus*, *Cecropia insignis* y *Cecropia obtusifolia* en hábitats disturbados, lo que provocó diferencias importantes en la composición florística entre tratamientos y hábitats.

Para especies indicadoras

- Las especies *Cyathea microdonta*, *Heliconia pogonantha*, *Croton smithianus*, *Psychotria elata*, *Psychotria luxurians*, *Cecropia insignis*, y *Cecropia obtusifolia* se regeneraron abundantemente en sitios donde hubo perturbación del sotobosque, mientras que *Licaria sarapiquensis*, *Prestoea decurrens* y *Dystovomitia paniculata*, mostraron poca habilidad para establecerse en sitios recién disturbados.

Bibliografía

- BROKAW, N.V. 1985. Treefalls, regrowth, and community structural in tropical forest. In: PICKETT, S.; WHITE, P. (eds). The ecology of natural disturbance and patch dynamics. Academic Press (EE.UU.), pp. 53-69.
- CHAZDON, R.L. 1986. Physiological and morphological basis of shade tolerance in rain forest understory palms. *Principes*, 30(3): 92-99.
- DENSLOW, J.S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforest trees. *Biotrópica* 12: 47-55.
- _____. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Reviews Ecol. Syst.*, 18: 431-451.
- GENTRY, A.H. 1982. Patterns of neotropical plant species diversity. *Evolutionary Ecology*, 15, 1-84.
- INSTITUTO METEOROLOGICO NACIONAL. 1992. Apuntes climatológicos estación La Selva, periodo 1959-1986. San José, Costa Rica, s.p.
- ITTO. 1993. Guidelines on the conservation of biological diversity in tropical production forest. Yokohama, Japan: ITTO, 18 p.
- MANTA, M.I. 1988. Análisis silvicultural de dos tipos de bosque húmedo de bajura en la vertiente atlántica de Costa Rica. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE. 27 p.
- NUÑEZ, J.; UGALDE, M. 1987. Estudio de reconocimiento de suelos en la región Huetar Norte, San José, Costa Rica, 162 p.
- QUIROS, D.; FINEGAN, B. 1994. Manejo sustentable de un bosque natural tropical en Costa Rica: definición de un plan operacional y resultados de su aplicación. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 225. 25 p.
- RICH, P.M. 1989. A manual for analysis of hemispherical canopy photography. Department of Biological Sciences. Stanford University. LA-11733-M Manual.

Regeneración artificial de cuatro especies de valor comercial en plantaciones en claros y vías de extracción forestal

Marcus V. N. d'Oliveira*

Introducción

Una de las preguntas que se plantean para el manejo de bosques naturales es cómo promover la regeneración natural de especies con alto valor de mercado, de forma que se garantice la continuidad de sus poblaciones y la preservación de la variabilidad genética (Oliveira 1994). Con la excepción de especies como el mogno (*Swietenia macrophylla* King), la mayoría de especies de valor normalmente presentan regeneración natural en los bosques de la Amazonia brasileña (Oliveira 1995). Este comportamiento es característico de diversas especies con alta presión de explotación en los bosques tropicales húmedos.

Las perturbaciones provocadas en el bosque durante la explotación forestal promueven modificaciones en estos ecosistemas, las cuales favorecen el establecimiento de la regeneración de especies pioneras. En el proceso de sucesión vegetal durante los primeros años de colonización en claros, especies más agresivas tienden a dominar (Lamprecht 1990). Una serie de factores biológicos, tales como fenología, viabilidad, predación, dispersión y disponibilidad de semillas, influyen en el éxito del establecimiento de la regeneración natural de las especies que están bajo régimen de manejo forestal. De esta forma, no siempre la regeneración resultante de este proceso es suficiente para mantener las poblaciones de las especies bajo manejo.

La utilización de técnicas tradicionales de plantaciones de enriquecimiento está fuertemente limitada por factores económicos y técnicos. Para garantizar la sostenibilidad del manejo en áreas donde la regeneración natural de las especies de interés no responde de forma adecuada a los tratamientos silviculturales, o bien

donde hubiese interés por favorecer el desarrollo de especies claves, se debería adoptar alguna técnica de intervención adicional.

El objetivo del presente trabajo, basado en la metodología propuesta por Oliveira (1994), fue intervenir en el proceso de regeneración natural de un bosque tropical húmedo después de la explotación forestal, con el fin de inducir por medio de plantaciones en claros y vías (pistas o trochas) de arrastre, la regeneración natural de cuatro especies con elevado potencial de manejo.

Metodología

El experimento fue establecido en 1992 en la Estación Experimental del CPAF-ACRE sobre una superficie de 20 ha de bosque denso con un volumen promedio de 160 m³/ha (10+ cm dap). Anteriormente se había realizado una explotación forestal mecanizada, la cual utilizó tractor de orugas D-4 para el arrastre de trozas; la extracción promedio de madera fue de 15 m³/ha.

El suelo predominante es podsólico rojo oscuro distrófico, con un alto porcentaje de arcilla. El clima es de tipo Aw (Köppen), con precipitación anual de 1890 mm, temperatura media de 25°C y una estación seca bien definida entre los meses de junio a setiembre.

El experimento se instaló en claros de explotación y vías de arrastre escogidas al azar. Debido al tamaño variable de los claros no fue posible disponer parcelas de forma y dimensiones predefinidas. Se adoptó el sistema "one tree plot", donde cada planta constituye una parcela (Yared y Carpanezzi 1982, Oliveira 1994). El espaciamiento utilizado fue de 5 x 5 m. Se abrieron hoyos con las mismas dimensiones que las bolsas plásticas

* EMBRAPA - CPAF, Acre, Brasil

(10 cm de diámetro por 20 cm de altura). Antes de la plantación, se hicieron limpiezas manuales mediante un corte de ramas con una motosierra. Después de la plantación no se realizaron deshierbas ni ningún tipo de tratamiento silvicultural.

Para la evaluación del desarrollo de las plantas se efectuaron mediciones anuales del crecimiento en altura y la mortalidad.

Resultados y discusión

Con el corte de los árboles y el arrastre de las trozas se formaron claros de tamaño variable, entre 100 y 800 m². Las aberturas en el dosel del bosque fueron causadas por la extracción de los árboles cortados, por los árboles derribados y

por las copas dañadas como consecuencia del corte.

El primer año después de la plantación, el área fue colonizada por especies pioneras arbustivas y semiarbustivas de crecimiento rápido y ciclo de vida corto, como la ortiga blanca (*Urtiga* sp.) y jurubaba (*Solanum jurubeba*). Especies pioneras arbóreas con mayor crecimiento vertical y ciclo de vida más corto, como imbaubá (*Cecropia* spp.) y periquelra (*Trema micrantha*) formaron el estrato superior de esta población, además de algunas especies arbóreas de interés económico y características pioneras y secundarias, como jutal (*Hymenaea* sp.) y la propia sumaúma (*Ceiba pentandra*). La sombra producida por los árboles remanentes contribuyó al establecimiento de regeneración natural de otras especies forestales.

Cuadro 1. Plantación de especies comerciales en claros de extracción y vías de arrastre en Acre, Brasil

Especie	Variable	Año 1	Año 2	Año 3
Castanheira (<i>Bertholletia excelsa</i>)	Altura media (m)	1,13	1,56	2,11
	Mortalidad acumulada (%)	82,7	87,6	89,5
	Desviación estándar	0,43	0,50	0,71
	Coefficiente de variación	38,1	32,0	33,6
	Incremento medio anual	0,93	0,36	0,55
Samaúma (<i>Ceiba pentandra</i>)	Altura media (m)	1,63	1,87	2,31
	Mortalidad acumulada (%)	10,3	25,0	41,2
	Desviación estándar	0,39	0,43	0,59
	Coefficiente de variación	68,7	82,7	56,2
	Incremento medio anual	1,43	0,44	0,44
Cerejeira (<i>Torresia acxeana</i>)	Altura media (m)	1,35	1,48	2,17
	Mortalidad acumulada (%)	3,7	3,7	3,7
	Desviación estándar	0,49	0,52	0,84
	Coefficiente de variación	36,0	35,5	38,7
	Incremento medio anual	1,15	0,15	0,69
Cedro (<i>Cedrela fissilis</i>)	Altura media (m)	1,02	1,49	3,02
	Mortalidad acumulada (%)	12,1	18,2	19,2
	Desviación estándar	0,42	0,62	8,02
	Coefficiente de variación	41,3	41,6	265,7
	Incremento medio anual	0,82	0,47	1,53

El comportamiento de las especies fue bastante diferenciado en cuanto a sobrevivencia, pero en términos de crecimiento las diferencias tendieron a disminuir al final del periodo. Hubo una elevada mortalidad de castanheira (*Bertholletia excelsa*), especialmente el primer año de plantación (Cuadro 1 y Fig. 1). Esta mortalidad tuvo

que ver con la predación por roedores, al no haberse protegido las plántulas. Un problema similar ya se había registrado en otras plantaciones en la región. En este experimento se intentó plantar las mudas más viejas (entre 8 y 10 meses), cuyas semillas serían menos atractivas a sus predadores.

Sumaúma presentó un buen desarrollo inicial, pero con una elevada mortalidad a partir del tercer año; posiblemente por el rápido cierre del bosque -en especial en las vías de arrastre- lo cual no permitió pasar suficiente luz para la sobrevivencia de las plantas. Este hecho puede ser una indicación de que esta técnica deber ser utilizada solamente con especies de características secundarias. Cedro (*Cedrela fissilis*) y cerejeira (*Torresia acroana*) fueron las especies que presentaron los resultados más prometedores en los tres primeros años de plantación, con baja mortalidad y rápido crecimiento (Cuadro 1).

Las cuatro especies estudiadas muestran mortalidad concentrada en el primer año y una reducción acentuada del crecimiento en el segundo año de plantación. El alto coeficiente de variación del cedro en la última medición puede ser atribuido al aumento del ataque de *Hipsyphylla grandella* durante el periodo.

Conclusiones

- La penetración de luz promovida por la explotación forestal y la limpieza inicial de las áreas de plantación fue suficiente para el establecimiento de las plantas introducidas en las vías de arrastre y los claros de explotación, sin tratamientos silviculturales posteriores.
- Cedro y cerejeira presentaron los mejores resultados en los primeros tres años de plantación. Estos resultados permiten recomendar esta técnica de plantación para dichas especies, como forma de garantizar el mantenimiento de sus poblaciones en áreas bajo régimen de manejo forestal.
- Plantaciones con castanheira deben prever algún tipo de protección a las plántulas contra los roedores.
- Sumaúma debe ser plantada preferencialmente en los claros de explotación con mayor penetración de luz.

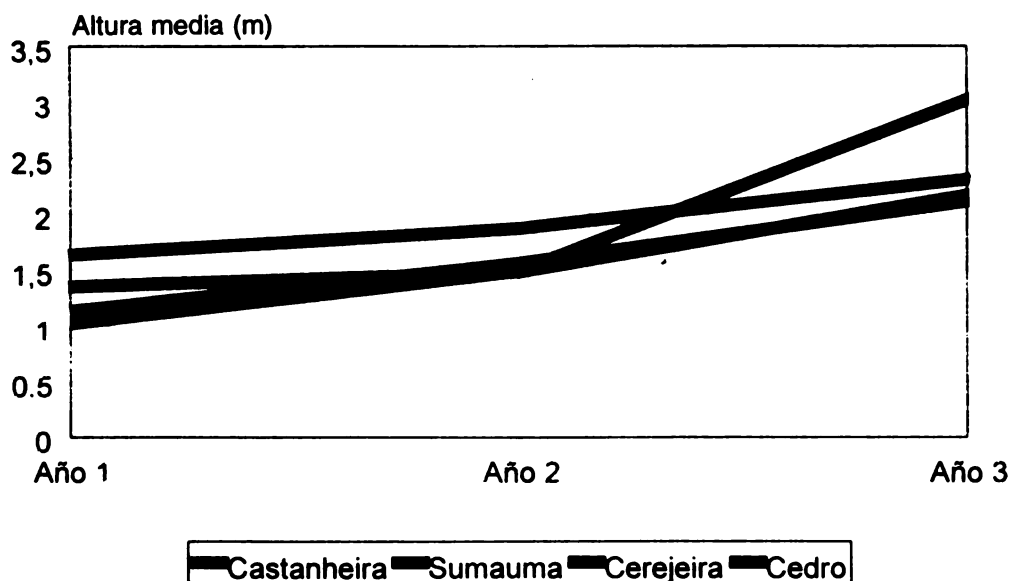


Fig. 1 Curva de crecimiento de las especies estudiadas en los tres primeros años de plantación en Acre, Brasil.

Bibliografía

- LAMPRECHT, H. 1990. Ecosistemas florestais e respectivas espécies arbóreas. Possibilidades e métodos de aproveitamento. Eschborn, GTZ 343 p.
- OLIVEIRA, M.V.N.d'. 1994. Regeneração artificial de Mogno (*Swietenia macrophylla* King) em clareiras e trilhas de arrastre de exploração florestal mecanizada. In: Congresso Internacional de Compensado e Madeira Tropical. II. Belém. Trabalhos Voluntários. p.29.
- OLIVEIRA, M.V.N.d'-. GOMIDE, G.LA. 1995. Regeneração natural em clareiras originadas por exploração florestal mecanizada em floresta aberta no Estado do Acre. In: Simpósio Internacional de Estudos Ambientais sobre Ecosistemas Florestais. III. Volume de Resumos. Porto Alegre. p.44.
- YARED, J.A.G.; CARPANEZZI, A.P. 1982. Ensaios de espécies a pleno sol com "one tree plot" na Floresta Nacional do Tapajós. Belém, EMBRAPA-CPATU. 34 p. (EMBRAPA-CPATU Boletim de Pesquisa, 35).

Regeneración natural después de cinco años en fajas aprovechadas a tala rasa en el valle del Palcazú, Perú*

William Pariona Artas**

Introducción

Con el creciente agotamiento de las maderas preciosas tropicales debido a una explotación selectiva, el mercado nacional e internacional está aceptando un grupo más amplio de especies nativas, lo que literalmente abre las puertas a un manejo intensivo de los bosques tropicales mixtos. Las investigaciones de la última década están demostrando que los bosques tropicales son muy dinámicos, que existe una renovación rápida en los claros ocasionados por la caída de árboles grandes y su sustitución por árboles jóvenes de rápido crecimiento. Uno de los componentes fundamentales de esta renovación natural es la dependencia, sorprendentemente alta, de las especies arbóreas del dosel superior a la creación de aperturas naturales para su regeneración satisfactoria.

Teniendo como base estas investigaciones, en el valle del Palcazú, en la región amazónica central del Perú, se desarrolló una experiencia mediante la cual se abrieron claros a tala rasa con la finalidad de inducir el establecimiento de una regeneración cuantitativa y cualitativamente suficiente para remplazar los árboles aprovechados. En la presente contribución se analizan los resultados del estudio de la dinámica de la regeneración después de cinco años de haber repoblado estos claros.

Zona de estudio

Situación geográfica y aspectos climáticos

El valle del Palcazú es una de las últimas cuencas orientales de la Selva Central del Perú, ubicada en las estribaciones andinas, antes de llegar a la gran Hoya Amazónica. Según mediciones de la Estación Meteorológica del PDR-Pal-

cazú (Iscozacín), el valle presenta una temperatura promedio anual de 23,6°C (1986-1988) y un porcentaje promedio de humedad relativa de 85% (Chumpitaz 1988). El promedio de precipitación anual es 5491 mm. (1985-1990), lo cual ya da una idea de las difíciles condiciones climáticas que presenta el valle. Los meses de mayor precipitación están entre diciembre y mayo; no existe un periodo seco definido, ya que las lluvias caen en cualquier época del año, aunque son menos frecuentes entre junio y octubre.

Aspectos edáficos y ecológicos

Los suelos del valle son notoriamente pobres. Son suelos arcillosos rojos que cubren las extensas colinas onduladas; sumamente ácidos (pH 3,8-4,5) a causa de la abundancia de aluminio; altamente lixiviados y en consecuencia casi desprovistos de los principales nutrimentos, como calcio, fósforo y potasio (Bolaños 1984). En el paisaje de terrazas altas no inundables, los suelos son franco-arenosos, de color blanco y menos fértiles que los suelos arcillosos rojos. Estas viejas terrazas no son utilizadas para cultivos tradicionales y por lo general tienen bosques primarios bien desarrollados.

De acuerdo con la mapificación de zonas de vida (Bolaños y Watson 1981), el 85% del valle inferior se clasifica dentro de las zonas de vida bosque muy húmedo Tropical, y transición cálida del bosque muy húmedo Premontano Tropical. Sin embargo, con los últimos datos de precipitación, la mayor parte del piso del valle se ubica en el bosque pluvial Premontano Tropical, de acuerdo con el sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge¹.

Vegetación

Las viejas terrazas aluviales con adecuado drenaje presentan un bosque primario alto (de 45 a

* Trabajo patrocinado por el Programa de Apoyo a la Biodiversidad del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF).

** Proyecto Especial Pichis Palcazu (Instituto Nacional de Desarrollo, Ministerio de la Presidencia, Perú)

¹ Tosi, J. 1996. Centro Científico Tropical, San José, Costa Rica. Comunicación personal.

55 m de altura), con una riqueza de 175 a 200 especies por hectárea (≥ 10 cm dap). Estas se diferencian de los bosques colinosos por tener mayor densidad de árboles pequeños, un dosel más bajo, pero con grandes árboles emergentes (especialmente *Cedrelinga catenaeformis*, Mimosoidae) y una abundancia de árboles de jebe (*Hevea brasiliensis*, Euphorbiaceae). La presencia de palmeras en los bosques primarios del Palcazú es escasa, posiblemente debido a la tradicional gran demanda de hojas de palmera para el techado de casas. El aguaje (*Mauritia flexuosa*, Arecaceae) es una palmera que se desarrolla en terrenos de pobre drenaje; sin embargo, en el valle casi no existen aguajales (Hartshorn y Pariona 1992).

Los volúmenes de madera se estiman en un promedio de 150 m³/ha (ONERN 1982), con una riqueza y densidad florística impresionante: se calcula que existen por lo menos mil especies arbóreas.

Antecedentes de la actividad forestal

La ejecución del Proyecto Especial Pichis-Palcazú (PEPP) a partir de 1980, y la firma del convenio USAID-PERU para el desarrollo del Proyecto Manejo de los Recursos de la Selva Central, introdujeron en la zona conceptos y tecnologías para el ordenamiento y aprovechamiento racional y sostenido de los recursos naturales. En 1986, bajo el asesoramiento del PEPP y del CCT (Centro Científico Tropical), se creó la primera Cooperativa Forestal Yanasha (COFYAL), constituida por comunidades nativas poseedoras de la mayor extensión de bosques naturales, con la finalidad de elaborar planes de manejo forestal para el aprovechamiento integral y sostenido de sus bosques naturales y darle un mayor valor agregado a la madera, ofreciendo productos industrializados, como postes preservados, madera aserrada y carbón vegetal.

Metodología

Descripción del modelo de manejo

El plan de manejo aplicado en el valle del Palcazú, denominado "Fajas a Tala Rasa" o sistema de "Fajas Protectoras", es un modelo de manejo que imita a la naturaleza (claros naturales). Se abren

fajas a tala rasa de 25 a 35 m de ancho, con una longitud determinada por la topografía dentro de un bosque primario (Tosi 1982). Después del aprovechamiento, solamente quedan restos de ramas y hojas, los que además de servir como colchón protector del suelo, crean un ambiente adecuado para la instalación de una regeneración natural proveniente de semillas del bosque alto circundante a la faja y del rebrote de muchos tocones que quedaron después de la corta.

El distanciamiento de faja a faja aperturada en una misma época no debe ser menor a los 200 m, con la finalidad de asegurar una continua fuente de semilla, mientras dure el repoblamiento natural de las fajas aprovechadas. El plan de manejo contempla sistemas silvícolas monocíclicos; esto es, sistemas que utilizan área y no volumen para calcular el Corte Permisible Anual.

Implementación del modelo de manejo

Fajas de Investigación

En 1985 el PEPP y el CCT establecieron dos fajas de investigación, con el objetivo de estudiar la dinámica de la regeneración natural, determinar el ancho óptimo de apertura, los métodos apropiados de aprovechamiento y la factibilidad ecológica y socioeconómica (rentabilidad) de este sistema de manejo para bosques tropicales.

Estas dos fajas se ubicaron en Iscozacín, a 10°11'04" latitud sur y 75°10'00" longitud oeste y a 325 msnm. La zona de estudio presenta un paisaje colinoso de relieve ondulado, suelo franco-arcilloso, con una pendiente que oscila entre 10 y 35% y una elevación de 50 m con respecto al río Iscozacín (Fig.1).

Primera faja de investigación: Se estableció en mayo de 1985 sobre una superficie de 20 x 75 m (0,15 ha) y una orientación aproximada de norte a sur. Antes del aprovechamiento de la faja se realizó un inventario completo, no solamente de los árboles que serían cortados (>10 cm dap), sino también del bosque primario periférico a la faja (>30 cm dap). Los resultados arrojaron un total de 97 árboles (>10 cm dap) y un estimado de volumen de 50,7 m³ (Aspinall *et al.* 1985). Estos 97 árboles representaban 64 especies, 48 géneros y 28 familias botánicas.

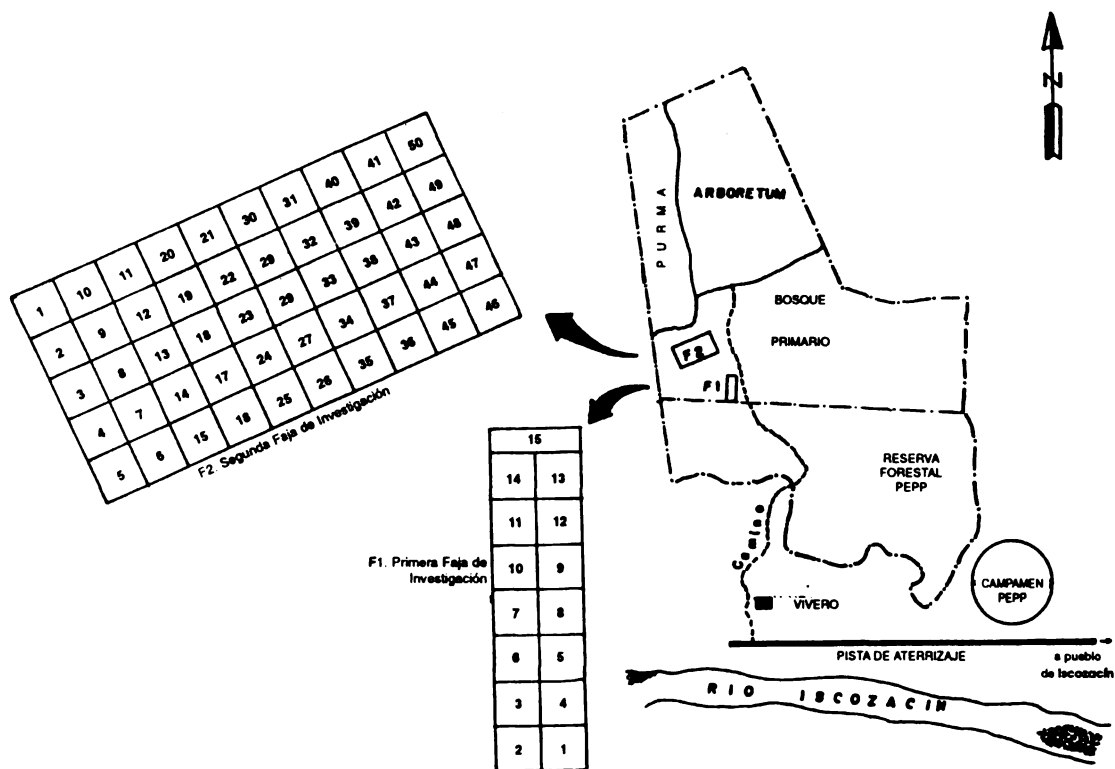


Fig. 1 Ubicación de las fajas de investigación en Iscozacín, Amazonia peruana

Segunda faja de investigación: Se estableció en setiembre de 1985 sobre una superficie de 50 x 100 m (0,5 ha). El eje más largo tiene una orientación de aproximadamente 65° de azimut. El suelo presenta un buen drenaje y una ligera inclinación del 10%, similar a la primera faja. Antes del aprovechamiento, el inventario completo para árboles con >10 cm dap en una área de 50 x 200 m (1,0 ha), arrojó un contenido de 586 árboles, con un volumen estimado de 267,5 m³. Ese total de árboles representaban 162 nombres comunes (Ulloa y Mau 1986). Solamente se tumbó la mitad de esta área.

Evaluación e identificación botánica

La primera evaluación confiable de la regeneración natural de estas fajas fue realizada en 1987-88. Con el propósito de facilitar el levantamiento de los datos y la ubicación de todas las plántulas inventariadas, cada faja fue dividida en subparcelas de 10 m x 10 m (a excepción de la subparcela 15 de la faja 1, que tiene 5 x 20 m) (Fig. 1). Durante la evaluación también se realizó una corta de bejuocos y lianas y un manejo de rebro-

tes, el cual consistió en dejar 1 o 2 rebrotes mejor conformados por tocón.

Todas las plántulas provenientes de semillas y de rebrotes mayores de 50 cm de altura fueron inventariadas y plaqueadas en orden correlativo. Los datos tomados fueron: número de placa, número de subparcela, nombre común, dap y altura de todas las plántulas mayores de 2 m; además, para las plántulas provenientes de rebrotes se consideró el diámetro del tocón y el número de rebrotes. La identificación botánica de ambas fajas fue realizada por el Dr. Gary Hartshorn.

En 1991 se realizó la segunda evaluación, tomando como base el inventario y la metodología empleada en la evaluación anterior. Todas las plántulas de la regeneración natural de ambas fajas, ya consideradas anteriormente y otras plántulas nuevas >50 cm fueron enumeradas y replaqueadas con placas de aluminio. La identificación botánica se continuó mediante la comparación con muestras botánicas identificadas en el Missouri Botanical Garden (recolectadas en los bosques circunvecinos).

Fajas de producción de Shiringamazú

De acuerdo con el Plan de Manejo, los bosques aprovechables de esta comunidad nativa fueron demarcados en bloques de producción, rodales operables y fajas de corta (Fig. 2). Las dos primeras fajas aprovechadas (FIII-Rodal 21 y FXI-Rodal 19) están ubicadas en bosques de terraza alta con suelos profundos ácidos, de textura franco-arenosa a franco-arcillosa, de color rojizo amarillento (Sancho *et al.* 1986).

El bosque tiene una altura promedio de 35 m, con algunos individuos de 45 a 50 m. Hay abundantes lianas con diámetros >10 cm dap. Las familias con mayor número de especies, considerando árboles y lianas, son: Faboideae, Lauraceae, Sapotaceae y Burseraceae. Comparando con otros sitios de la Amazonia, hay escasez de las familias Moraceae, Arecaceae, Annonaceae y Bignonaceae. Estos patrones son típicos de bosques en suelos muy pobres.

La metodología empleada para la evaluación

de la regeneración natural de estas fajas productivas fue la misma que la usada para las fajas de investigación. Para la identificación botánica se contó con el apoyo del Dr. Alwin Gentry.

Resultados

Regeneración natural en fajas de investigación

Composición. Los resultados del último inventario (1991) de la regeneración natural en las dos fajas demostrativas abiertas en los años 1985-86 son sorprendentes por el desarrollo alcanzado y la gran mortandad de especies pioneras provenientes casi en su totalidad de semillas. La primera faja (20 x 75 m) presentó 1172 individuos de 182 especies y la segunda faja (50 x 100 m) 3218 individuos de 259 especies. La riqueza de especies en ambas fajas es de casi el doble del número de especies encontradas en la regeneración natural antes del aprovechamiento y tres veces el número de especies aprovechadas.

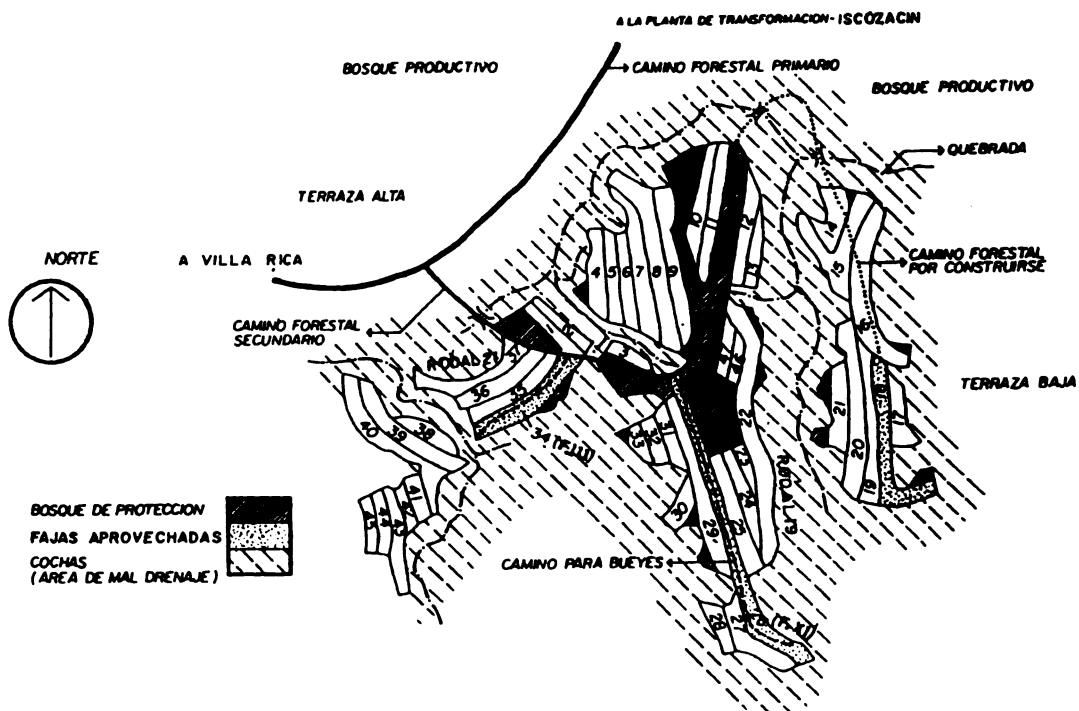


Fig. 2 Sistema de fajas alternadas a tala rasa en el bloque de producción de la comunidad nativa Shiringamazú

En las subparcelas de 10 x 10 m, la riqueza promedio de especies arbóreas también es impresionante: 45 especies/subparcela en la faja 1, y 34 en la faja 2. El máximo número de especies arbóreas por subparcela es significativo y similar en las dos fajas (68 y 61). Sin embargo, el mínimo de 15 especies en la faja 2 es muy inferior al mínimo de 29 en la primera faja. El 38% de las subparcelas de la faja 2 tienen menos especies arbóreas que la subparcela menos rica de la faja 1.

El ancho de las fajas parece afectar el número de especies arbóreas. Esto puede observarse en el número de especies similar entre la primera faja y el anillo más externo de la segunda faja (26 subparcelas de 0 a 10 m desde el borde forestal) con un promedio de 45 y 40 especies por subparcela, respectivamente. Esta aproximación también está representada en la forma casi coincidente de las curvas especies/área para estos grupos (Fig. 3). Aunque la riqueza de especies arbóreas es significativamente inferior en las subparcelas de los anillos 2 y 3 (ubicados entre los 10 y 25 m desde el borde del bosque), el promedio de 27 especies arbóreas/subparcela sigue siendo muy significativo.

Estructura. Al tercer año, las fajas presentaban una regeneración bien establecida y un crecimiento vigoroso; el dosel estaba totalmente cerrado por especies pioneras, como *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia montana* y *Vismia baccifera*, las cuales alcanzaban una altura máxima de 16 m. Era fácil caminar por las fajas regeneradas, porque las ramas inferiores estaban muertas y la intensa sombra dentro de las fajas no permitía el desarrollo de muchas plántulas de especies arbustivas y arbóreas.

Entre los 4 y 5 años de edad, las especies pioneras comenzaron a morir, lo que favoreció el desarrollo de especies de madera suave como *Jacaranda copaia* y *Laetia procera*, y también permitió que muchas plántulas de especies arbóreas entraran a formar parte de la regeneración natural, las cuales fueron incluidas en el inventario de 1991.

Densidad. La densidad de árboles jóvenes es en promedio de 78 y 64 por subparcela; considerando solamente los individuos >200 cm de altu-

ra, hay 58 y 47 por subparcela en las fajas 1 y 2, respectivamente. Se puede notar una alta permanencia y buen desarrollo de la regeneración natural, así como el ingreso de 25 nuevas plántulas arbóreas en la primera faja y 15 en la segunda. Destaca la aparición de *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo), especie de gran importancia comercial en la Amazonia peruana.

La mayor densidad en las fajas ocurre con las especies de madera suave: *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), *Vismia* sp. (Clusiaceae), *Inga* aff. *thibaudiana* (Faboideae) y *Laetia procera* (Flacourtiaceae). Sin embargo, resalta también la presencia y abundancia de especies maderables como *Caryocar glabrum* (Caryocaraceae) con 29 individuos en la faja 1 y 15 en la faja 2; *Cedrelinga catenaeformis* con 24 y 4 respectivamente y *Maclobium gracile* (Faboideae) con 23 y 40. Otras especies maderables encontradas son: *Ormosia coccinea* (Faboideae), *Trichillia pleeana* (Meliaceae), *Mezilaurus palcazucensis* (Lauraceae), varias *Inga* spp. (Mimosoideae), *Carliniana decandra* (Lecythidaceae) y muchas especies de Lauraceae.

Dominancia. La dominancia de la regeneración natural en ambas fajas presenta un incremento en el número de especies, en relación con los resultados de la evaluación del 1987-88 (Hartshorn 1988). En la primera faja, 14 especies conforman el 50% del valor de importancia² y en la segunda faja 12 especies acumulan este mismo valor. Una especie maderable como *Caryocar glabrum* está presente dentro de las 14 especies más importantes de la primera faja.

La mayor concentración de dominancia corresponde a *Jacaranda copaia*, con un valor de importancia muy similar en ambas fajas. De otro lado, *Cecropia sciadophylla*, especie que en el segundo y tercer año tenía la mayor dominancia en ambas fajas, desapareció de la lista de las 20 especies más importantes de la faja 1. En esa lista, 14 especies son comunes a ambas fajas, incluyendo árboles pioneros del valle del Palcazú y algunas especies comunes en los claros naturales del bosque primario, tales como *Laetia procera*, *Mollia stellaris* y muchas especies de *Inga* spp.

²Valor de importancia=(abundancia relativa+área basal relativa+frecuencia relativa todo dividido entre tres y expresado en porcentaje.

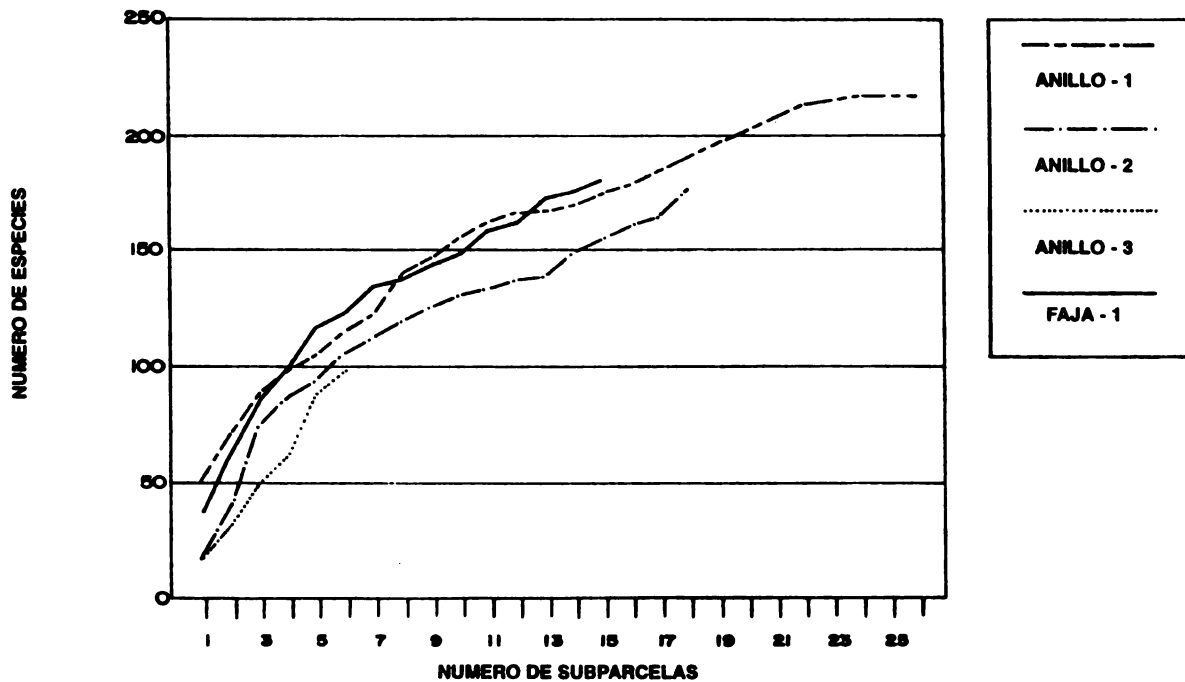


Fig. 3 Curvas de especie/área (Faja 1) y de anillos (Faja 2) en Iscozacín, Amazonia peruana

Regeneración vegetativa. La regeneración vegetativa por rebrotes de tocones representa el 18% de la riqueza de especies arbóreas, con un porcentaje similar en ambas fajas. Este valor se incrementó en un 4% en relación al inventario de 1987-88 (Hartshorn 1988), debido principalmente a la mortandad de plántulas provenientes de semillas y no a la aparición de nuevos rebrotes de tocones. En la primera faja continuaban vivos 182 tocones con 287 rebrotes y 627 tocones con 848 rebrotes en la segunda faja (17 y 20% del número de individuos, respectivamente). Asimismo, el número de especies rebrotadas de tocones en la faja 2 (178) es cerca del doble que en la faja 1 (97). Esta diferencia se debe probablemente a la existencia de 3 a 4 veces más tocones rebrotados en la segunda faja que en la primera. Las Faboideae, Lauraceae y Sapotaceae son las familias que presentan mayor número de tocones rebrotados.

Las especies representadas exclusivamente por rebrotes de tocones son generalmente maderas duras y pesadas, como *Hymenolobium elegans* (Faboideae) y *Tabebuia obscura* (Bignoniaceae). En contraste, las especies de más rápido

crecimiento proceden mayormente de semillas, mientras que las especies pioneras solamente de semillas.

Si se considera todo el período de evaluación, desde 1987-88, resalta la sobrevivencia de la gran mayoría de los tocones rebrotados: en la primera faja murió el 8% y en la segunda solamente un 4%.

Mortandad. La mayor mortandad de la regeneración natural correspondió a plántulas provenientes de semillas. En la primera faja, desde la evaluación de 1987 hasta 1991 se calculó una mortandad del 41%, mientras que en la segunda faja alcanzó el 53%. Las especies que presentan el mayor número de individuos muertos son las pioneras, tales como *Cecropia sciadophylla*, *Cecropia montana*, *Bellucia aequiloba*, *Vismia baccifera* y *Miconia* sp., con más de un 80% de mortandad. En términos generales, desde el inventario de 1987-88, en la primera faja desaparecieron 14 especies (13 provenientes de semilla y 1 de rebrote) y en la segunda faja 18 especies (12 de semillas y 6 de rebrote).

A pesar de que muchas plántulas de árboles han muerto por la intensa competencia en el proceso natural, la densidad de tallos que aún permanecen en las dos fajas sigue siendo alta, lo que ofrece una excelente oportunidad de realizar intervenciones silviculturales para favorecer el crecimiento y desarrollo de las especies deseables, cuyo promedio final después de los raleos sería de 5 a 8 árboles por subparcela.

Sin embargo, aproximadamente dos tercios y la mitad de las especies regeneradas en las fajas 1 y 2, respectivamente continúan siendo representadas por plántulas provenientes de semillas.

Regeneración natural en fajas de producción

Las primeras fajas productivas aprovechadas bajo el sistema de fajas a tala rasa fueron las de la comunidad de Shiringamazú, cuyos bloques de producción son los que se encuentran más cercanos a la planta de transformación.

En la primera faja productiva de 33 x 180 m (0,59 ha) aprovechada por la COFYAL se cortaron las lianas y vegetación del sotobosque a mediados de 1987. Los árboles >20 cm dap fueron extraídos entre febrero y marzo de 1988 y febrero 1989; luego se continuó con el aprovechamiento de la segunda faja hasta finalizar en octubre 1989.

La regeneración natural instalada en ambas fajas a los 12 y 18 meses, respectivamente, presentaba una gran similitud en cuanto a la composición florística de las 20 especies más importantes, con 12 especies en común. El mayor valor de concentración de dominancia en la primera faja (III-R21) correspondió a *Jacaranda copala*, con un valor de importancia muy similar a la segunda faja demostrativa (Iscozacín) a los 5,5 años de edad. A pesar de la gran riqueza de especies y la abundancia de árboles en estas dos fajas de producción, la dominancia se concentra en un pequeño número de especies.

En cuanto a la estructura desarrollada por la regeneración natural de estas fajas, los árboles más altos alcanzan 12 m y el dosel promedio 8 m. La gran mayoría de especies arbóreas del bosque primario están presentes en la regeneración de estas dos fajas, pero suprimidas en el dosel inferior

por la sombra de especies pioneras como *Alchornea triplinervia*, *Cecropia* spp., *Jacaranda copala*, *Vismia* spp. Sin embargo, se tienen también especies del bosque alto que alcanzan el dosel superior, como *Cedrelinga catenaeformis*, *Carapa guianensis*, *Tapirira guianensis*, *Gavarretia terminalis*, *Myrospermum* sp. y *Osteophleom platypermum*.

En total se encontraron 1953 plántulas en la faja III-R21 y 1636 en la faja FXI-R19. A escala de subparcelas de 100 m², es abundante el promedio de plántulas arbóreas: 92/subparcela en la faja 1 y 77/subparcela en la faja 2. El total de especies encontradas en ambas fajas es de 208 en la primera y 181 en la segunda.

El rebrote de los tocones también contribuye con la riqueza de especies arbóreas en ambas fajas productivas: 11% en la faja III-R21 y 9% en la segunda faja. Estos porcentajes son un poco menores que los encontrados en las fajas demostrativas.

Al igual que en las fajas de investigación, la mayor densidad ocurre con árboles de especies pioneras, lo cual también ofrece una excelente oportunidad de realizar intervenciones silviculturales.

Conclusiones

Desde el punto de vista ecológico, la conclusión más importante de este modelo aplicado en el valle del Palcazú es que los bosques aprovechados bajo el sistema de fajas a tala rasa prometen una excelente regeneración natural de cientos de especies de árboles nativos, demostrando lo altamente dinámicos que son los bosques y su dependencia de las aperturas del dosel para su regeneración.

El aumento en el número de especies después del aprovechamiento de las fajas se debe a la presencia de especies que no estuvieron presentes inicialmente. Las especies pioneras regeneraron casi en su totalidad de semillas llevadas por el viento y animales de los bosques circunvecinos. Las especies con semillas más pesadas probablemente llegaron de fuentes más cercanas, o rebrotaron de los tocones. Sin embargo, existen especies que no están presentes en los bosques vecinos, por lo que se considera que las semillas de estas especies estaban en el suelo

cuando se abrió el dosel. En cualquier caso, el tiempo de la corta podría afectar hasta cierto grado la composición de la regeneración, si coincidiera con la época de mayor fructificación de las especies del bosque primario.

Aunque la mortalidad natural, especialmente de las especies pioneras, es bastante alta aún permanecen vivas miles de plántulas; esto crea la necesidad de realizar intervenciones silviculturales para favorecer a las especies más deseables.

La dominancia de especies pioneras en la regeneración de las fajas es esperada, y probablemente necesaria ecológicamente. Las diferencias entre las subparcelas del interior de la faja y las que lindan con el bosque reflejan el efecto de la anchura y la orientación de la faja en la composición de la regeneración.

La evaluación de la regeneración natural de las dos fajas productivas en Shiringamazú parece indicar que la duración del aprovechamiento afecta la riqueza de especies y la densidad de individuos. El aprovechamiento de la primera faja duró más de un año, pero la regeneración estaba representada en su gran mayoría por especies del bosque primario en mayor porcentaje que en las fajas de investigación. Es probable que el mantenimiento de un dosel ininterrumpido por un periodo más largo cree condiciones más favorables para el establecimiento y regeneración de las especies menos agresivas o no pioneras. Seguramente estas condiciones contribuyeron a la disminución de la densidad de árboles: aproximadamente 8000 plántulas/ha, en comparación con 12 000 plántulas/ha de las fajas demostrativas.

El valor de importancia, posiblemente junto con la riqueza de especies y los parámetros más usados en el manejo de bosques (tales como área basal, densidad y volumen), podría ser una herramienta valiosa para determinar el tiempo óptimo de iniciar trabajos silviculturales. El crecimiento de la regeneración natural en las fajas, especialmente de las especies de monte alto, es poco significativo debido principalmente a la

densidad de los individuos que compiten por la luz y por nutrimentos del suelo.

El plan silvicultural contempla intervenciones en la regeneración natural de las fajas. Una vez que los árboles jóvenes formen un dosel que permita trabajar (aproximadamente a los cinco años de edad), se pueden efectuar raleos para crear una densidad óptima de árboles y favorecer el desarrollo de especies deseables. En general, la meta de estas intervenciones silviculturales es extraer material útil y vendible, a la vez que mejorar la composición del bosque, para que a los 40 años la faja tenga un volumen representativo de especies deseables y troncos de buena forma y calidad.

Recomendaciones

El seguimiento de las fajas de investigación es crítico para la determinación de las tasas de crecimiento y el comportamiento de ciertas especies bajo manejo forestal. No se sabe el efecto del tiempo de corta sobre la regeneración de especies deseables en las fajas, considerando la fenología de dichas especies. Se requiere de modelos de crecimiento, estructura y composición de la regeneración que crece en las fajas; el desarrollo de tales modelos permitiría examinar los efectos de la manipulación silvicultural sin la necesidad de cortar más bosque, ni esperar años para ver los resultados.

Agradecimientos

El autor desea expresar sus sinceros agradecimientos a Gary Hartshorn, como profesor-asesor y el apoyo brindado en el procesamiento de los datos. A Alwin Gentry (q.e.p.d.) y Carlos Reynel del Missouri Botanical Garden, St. Louis, por su colaboración en la identificación científica del material botánico del valle del Palcazú. Al Biodiversity Support Program, por el financiamiento otorgado para la realización del presente estudio y las facilidades brindadas en sus oficinas de Washington D.C. A la Dirección Ejecutiva y personal técnico del PEPP, por el apoyo logístico para la conducción de los trabajos de campo en Iscozacán.

Bibliografía

- ASPINALL, W.; MAU, O.; ULLOA, B. 1985. Inventario forestal: faja de Investigación 1. INADE/PEPP/PDR-PALCAZU/UDF. 48 p.
- BOLAÑOS, R.; WATSON, C. 1981. Report on the Ecological Map of the Palcazu Valley. In JRB. Associates, McLean. Appendix C. 15 p.
- BOLAÑOS, R. 1984. Capacidad de uso de la tierra. Proyecto Palcazú, Perú. TSC Report NE 014-C. 10 p.
- CHUMPITAZ, M. 1988. Creación e Implementación de la Administración Técnica del Distrito Forestal de Iscozacín en la Cuenca del Río Palcazú. Tesis Ing. Forestal UNA-La Molina, Lima, Perú. 250 p.
- HARTSHORN, G. 1988. Natural Regeneration of Trees on the Palcazu Demostracion Strips. TSC. Forestry Support Program-AID, 32 p.
- HARTSHORN, G.; PARIONA, W. 1992. Ecological Forest Management in the Peruvian Amazon: The Yanasha Forestry Cooperative in the Palcazu Valley (In press). 29 p.
- ONERN. 1982. Inventario y evaluación semidetallada de los recursos naturales de la zona del río Palcazú. Lima, Perú.
- SANCHOMA E.; SIMEONE, R.; VELIZ, M.; VILCHEZ, H. 1986. Plan de manejo forestal; bosque de producción de la comunidad nativa Shiringamazú. Informe TSC NE 105-C. Iscozacín, Perú.
- TOSI, J. Jr. 1982. Sustained Yield Management of Natural Forests. Forestry Sub-Project, Central Selva Resource Management Project, Palcazu Valley, Peru. Consultant Report prepared for the Office of Development Resources, USAID/Lima, Peru.
- ULLOA, B.; MAU, O. 1986. Inventario forestal: faja de Investigación 2. INADE/PEPP/PDR-PALCAZU. 34 p.

Tratamientos silviculturales post-cosecha mejorada en el bosque tropical húmedo de la zona norte de Costa Rica

David Quirós*
Jhonny Méndez**

Introducción

Las operaciones silvícolas o tratamientos implementados constituyen una herramienta más en el proceso de manejo, que procura mantener la sustentabilidad y rentabilidad del recurso forestal. Con este trabajo se pretende dar a conocer la metodología utilizada por el CATIE para la prescripción de tratamientos silviculturales; además presenta, como ejemplos ilustrativos, algunos tratamientos concretos ejecutados en distintas unidades de manejo (fincas) en la Región Huetar Norte de Costa Rica.

Las áreas de trabajo se eligieron por su ubicación y en bosques que representaran las características propias de la vegetación del lugar; así se seleccionaron seis fincas o unidades de manejo: Hogar de Ancianos, en Boca Tapada de Pital; La Montura, en San Rafael de Río Cuarto; Octubre 78, en Yucatán de Pital; La Legua, en La Legua de Pital; El Jardín, en CoopeVega de Cutris y Samen, en El Samen de San Rafael de Guatuso. En todos los casos, se eligieron bosques ya intervenidos (aprovechados), debido a que precisamente la metodología propuesta contempla principalmente la aplicación de tratamientos en la etapa posterior a la cosecha.

La evaluación de la masa se realizó a partir de tres muestreos: Diagnóstico, Remanencia y Silvicultural. El primero básicamente da a conocer las condiciones de iluminación y presencia de lianas en los individuos deseables sobresalientes; con el segundo se evalúa la causa por la cual se tiene vegetación con diámetros ≥ 50 cm; el muestreo silvicultural, por su parte, brinda información sobre el número de árboles y área basal.

Una vez evaluada la vegetación, se procedió al análisis y posteriormente se prescribió el tratamiento. Este propuso disminuir el área basal en 40%, tomando en consideración lo ya disminuido por el aprovechamiento y daños. Los tratamientos fueron:

- en Hogar de Ancianos, refinamiento
- en La Montura, mejora y liberación
- en Octubre 78, liberación
- en La Legua, mejora
- en El Jardín, liberación
- en Samen, corta de lianas

Con monitoreos posteriores se evaluará el grado de cumplimiento del objetivo planteado en las áreas tratadas.

Materiales y métodos

Los sitios de estudio

Las seis unidades de manejo (UM) son parte del Proyecto Fomento a la Reforestación y al Manejo del Bosque Natural en la región Huetar Norte, ejecutado por la Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA) y financiado por el Fondo de Desarrollo Forestal Costa Rica-Holanda (FDF).

La escogencia de la unidades de manejo tenía como objetivo poner bajo manejo las asociaciones boscosas, más importantes y representativas de la Región Huetar Norte. Se buscaba, además, lograr una distribución estratégica en la región, con la implementación de áreas demostrativas-participativas cercanas a los mayores centros poblacionales, que pudieran ser usadas en actividades de transferencia de conocimiento.

Marco silvicultural

Los tratamientos silviculturales son manipulaciones al bosque para favorecer el crecimiento de ciertas especies (Whitmore 1991 citado por Siteo 1992); con ellos, se logra el desarrollo o incremento de la vegetación deseable remanente, mediante la reducción de la competencia entre ár-

*Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Coordinador de Manejo de Bosques, Comisión de Desarrollo Forestal de San Carlos (CODEFORSA), Costa Rica.

boles no comerciales con los de importancia comercial (Siteo 1992).

En las UM se han empleado metodologías de aprovechamiento de bajo impacto, las cuales consisten de una adecuada planificación previa a la cosecha (selección y marcación de los árboles por extraer, trazado de caminos y pistas de extracción); además del uso de la tala dirigida con un seguimiento y control de las operaciones. Esta metodología genera mayores utilidades y una productividad continua. Como complemento, se aplican operaciones silvícolas post-cosecha, fase en la cual se evalúa la masa vegetal y se toman decisiones sobre la aplicación de tratamientos silviculturales que incrementan el potencial del bosque.

Las decisiones de las intervenciones silvícolas propuestas y aplicadas requirieron de la evaluación previa de la masa remanente mediante los siguientes muestreos.

Muestreo diagnóstico

Según Hutchinson (1993), *"El muestreo diagnóstico es una operación intencionada para estimar la productividad potencial de un rodal. La aplicación práctica del muestreo diagnóstico gira en torno a la selección de un individuo (árbol, latizal o brinzal), dentro de un cuadrado de 10x10 m (0,01 ha)"*. Este muestreo es la herramienta más práctica para obtener un resumen matemático del estado del bosque; ya que es un modo rápido y económico para llegar a decisiones sobre la naturaleza y programación de los tratamientos silviculturales (Hutchinson 1989).

En todas las UM evaluadas en este estudio no se recopiló información referente a latizales y brinzales; por lo tanto los datos presentados en los resultados son de la clase fustal solamente (Individuos ≥ 10 cm dap).

La información obtenida fue:

- ocupación de los deseables sobresalientes (DS) y parcelas o unidades de registro vacías en las diferentes clases de iluminación (totales/ha); siguiendo la siguiente clasificación:

1. Iluminación vertical y lateral plena
2. Iluminación vertical plena
3. Iluminación vertical parcial

4. Únicamente iluminación oblicua
5. Sin iluminación

- presencia de lianas en los DS; según la siguiente clasificación:

1. sin presencia de lianas
2. lianas presentes en el fuste
3. lianas presentes en el fuste y copa sin afectar el crecimiento
4. lianas presentes en el fuste y copa afectando el crecimiento

Muestreo de remanencia

El muestreo de remanencia consiste en levantar la información de los árboles con $dap \geq 50$ cm, que no fueron extraídos en el aprovechamiento recién ocurrido por consideraciones técnicas, económicas, legales, silviculturales y/o biológicas. El objetivo de este muestreo es registrar la masa remanente no aprovechada, que en gran medida, constituirá la próxima cosecha o el obstáculo para el desarrollo de la vegetación deseable.

La información obtenida fue un registro de los individuos con $dap \geq 50$ cm y la determinación de la causa por la cual el individuo es remanente, siguiendo esta clasificación:

1. Forma: sus cualidades de forma de fuste lo hacen poco o nada rentable para su aprovechamiento.
2. Estado fitosanitario: árbol con pudriciones, ataque de fitopatógenos, o cualquier otra afección que perjudique la calidad del producto deseado.
3. Reserva: árboles de especies comerciales dejados por restricciones legales, técnicas o de mercado.
4. Potencial: especies marginadas actualmente en el mercado, pero que se prevé a corto plazo su demanda.
5. Indeseables: Individuos que no pertenecen a especies comerciales (especies sin valor en el mercado).

Muestreo silvicultural

Este muestreo, conocido como Media Cadena, se realizó con el objetivo de conocer la composición de la regeneración natural establecida, determinando las existencias de número de ár-

boles y área basal de las especies arbóreas y palmas ≥ 10 cm dap. Los tres tipos de muestreos se realizaron en las mismas unidades.

Referente al diseño e intensidad de los muestreos, estos se realizaron en forma sistemática, ubicando las unidades de registro (parcela de 10 x 10 m) sobre los transectos trazados previamente en las labores de pre-cosecha (Inventario preliminar y censo), de tal forma que las parcelas quedaran distribuidas uniformemente en el área. La intensidad del muestro varió en cada finca o unidad de manejo; sin embargo, se mantuvo en un rango de 6% a 10%.

Mediciones y observaciones

Para cada tipo de muestreo se realizaron las siguientes mediciones y observaciones y análisis de la información:

Muestreo diagnóstico

- Especie del DS
- Diámetro a la altura del pecho del DS
- Iluminación de copa del DS
- Presencia de lianas en los DS

La información se analizó de la siguiente forma:

- Distribución diamétrica de los DS por clase de iluminación
- Clasificación de los (DS) por especie, según las diferentes clases diamétricas (totales/ha).
- Clasificación de los deseables sobresalientes (DS) por especie, según clases de iluminación de copa (totales/ha).

Muestreo de remanencia

- Especie (comerciales y no comerciales)
- Diámetro a la altura del pecho
- Causa de remanencia

De la información obtenida, se analizaron los siguientes aspectos:

- Clasificación diamétrica, según tipo de remanencia (totales /ha).
- Abundancia de la remanencia, según especie y causa (totales/ha)

Muestreo silvicultural

- Especie (comerciales y no comerciales y palmas)

- Diámetro a la altura del pecho

La información analizada fue:

- distribuciones diamétricas según especie del número de árboles y el área basal para la vegetación comercial y no comercial ≥ 10 cm dap (totales/ha).

Además de la información obtenida con los muestreos, fue también necesario determinar el número de árboles y el área basal por hectárea ≥ 10 cm dap antes del aprovechamiento (originales). Esta información se obtuvo del registro de mediciones de parcelas de medición permanente (PMP); sin embargo en los casos en que no se tiene un sistema de PMP, se tomó de los inventarios forestales incluidos en los planes de manejo.

Elección del tratamiento y ensayos de calibración

Una vez analizada y discutida la información del estado de la masa remanente, se procedió a elegir el (los) tratamiento(s) aptos para resolver satisfactoriamente las necesidades evidenciadas en el rodal remanente. Luego, se montó en el campo un ensayo para conocer en detalle los resultados finales del tratamiento elegido. Con este ensayo se logró verificar lo planificado vs. la aplicación de campo y hacer las modificaciones correspondientes para salvaguardar la mejor condición de la masa boscosa.

Aplicación de tratamientos

La ejecución de las labores se realizó siguiendo esta sucesión de pasos: delimitación del área, marcación, anillamiento y envenenamiento (desvitalización). Para la delimitación, se tomaron en consideración dos áreas con las mismas dimensiones, una para el tratamiento y otra testigo. Para la marcación, se usó pintura en los individuos por eliminar (no deseados). Después de la marcación, se anilló (en algunas situaciones se agregó un arboricida mezcla de agua y herbicida sistémico para acelerar la desvitalización del árbol).

Monitoreos

Se programó la realización de monitoreos anuales para determinar, a través del tiempo, si el tratamiento aplicado ofrece las condiciones ideales para el buen desarrollo de la vegetación. Estos se

realizarán en parcelas de medición permanente (PMP).

Resultados y discusión

Unidad de Manejo Hogar de Ancianos

En este bosque se encontró un adecuado número de deseables sobresalientes (DS) por hectárea (52 DS fustales/ha y 42 unidades sin DS/ha). El muestreo diagnóstico demostró que los DS se encontraban con una adecuada iluminación; es decir 32 DS/ha (61% del total) con iluminación 1 y 2; y 14 DS/ha (27%) con luz regular (luz 3) y 6 DS/ha (12%) con iluminación deficiente (luz 4 y 5). La mayor concentración de DS se tiene en la clase diamétrica 10-30 cm (65%).

El muestreo de remanencia, por su parte, indicó que existen 20 árboles remanentes por hectárea, lo que indica un bosque con un buen número de árboles grandes. El mayor porcentaje de estos remanentes son árboles de reserva: 14/ha (67% del total), lo que indica además que es un bosque con mucho potencial de madera. El muestreo silvicultural demostró que solamente 25 individuos se eliminaron en el proceso de cosecha y daños, lo cual deja la masa remanente en buenas condiciones.

Sin embargo, se aplicó un tratamiento de refinamiento dirigido a los individuos no comerciales de la clase diamétrica 10-30 cm, debido a que en esa categoría diamétrica se concentraban 135 individuos comerciales y 271 no comerciales (85% del total de individuos), los que estaban siendo obstáculo para el adecuado desarrollo de los árboles deseables de futura cosecha en esa clase diamétrica y en clases inferiores. El tratamiento se ajustó para reducir 92 árboles/ha (5 m²/ha de área basal); con esta reducción más la sufrida durante la cosecha se dejó una masa remanente con el 79 % los individuos 10cm y 68% del área basal original. El tratamiento se aplicó en un área de 10 hectáreas, correspondientes a un 19% del área de manejo. Los árboles no deseados se eliminaron mediante anillamiento (quitar la corteza y parte de la albura en un ancho de 30 cm alrededor del fuste y lo más cerca de la base o raíz del árbol); no se aplicó arboricida.

Unidad de Manejo La Montura

Se determinó la existencia de 55 DS/ha (45 unidades sin DS/ha). Estos DS presentaban deficiencias de iluminación, ya que el 47% (26 DS/ha) se encontraban con iluminación 4 y 5, y con iluminación regular 34% (19 DS). La distribución de los DS es homogénea en todas las clases diamétricas. La remanencia, por su parte, indicó que existen 28 individuos remanentes por hectárea; de estos, 45% (13 árboles/ha) son de reserva. Además, 12 individuos (44%) presentaron deficiencias en cuanto a forma y estado fitosanitario la mayoría de ellos de la especie gavián (*Pentaclethra macroloba*). El muestreo silvicultural indicó que durante la cosecha se redujo en 12% el número de árboles, y en 27% el área basal.

Con la información generada, se determinaron los tratamientos por aplicar: una combinación de corta mejora y liberación parcial. Para la mejora se eliminaron los árboles de gavián del dosel superior e intermedio con dap aprox. a 40 cm que presentaban condiciones de forma y fitosanitarios (enfermo o dañado) inconvenientes para la cosecha futura.

Para la liberación se siguieron dos pasos:

1. Se eliminaron los árboles que competían a nivel de copa (dominancia o traslapo) con árboles de futura cosecha = 10 cm dap.
2. Se eliminó la vegetación ≥ 10 cm de diámetro, que aunque no competía a nivel de copa, si mostró evidente competencia por sitio; es decir árboles ubicados a distancias reducidas (0-5 m), según propuesta de Wadsworth (1979).

Este tratamiento no se aplicó en claros, y se guardó una distancia de 20 m a la redonda del claro para evitar agrandarlos. El área tratada fue de 40 hectáreas (50% del área bajo manejo). La eliminación se realizó mediante el anillamiento sin uso de arboricida. El tratamiento redujo 15% del número de árboles y 20% del área basal; con esta reducción más la sufrida durante la cosecha se dejó una masa remanente con el 73% de los árboles y 53% del área basal original.

Unidad de Manejo Octubre 78

Los DS por hectárea fueron 40, con iluminación deficiente el 28% (12 DS/ha), o regular 34% (14 DS/ha), lo que suma un total de 62% a ser liberados. El muestreo de remanencia indicó que existen 21 individuos, 52% (11 árboles/ha) son de reserva, sin problemas fitosanitarios ni de forma. El muestreo silvicultural determinó que por el aprovechamiento y daños, el número de árboles y área basal se redujo en 15% y 14%, respectivamente.

Se aplicó un tratamiento de liberación por competencia de copas y por distanciamiento, siguiendo el mismo método mencionado en la sección anterior. El tratamiento se aplicó en 20 hectáreas (36% del área manejada). La vegetación no deseada se eliminó mediante anillamiento. El tratamiento de liberación se ajustó para dejar una masa remanente con 61% de área basal y 54% del número de árboles.

Unidad de Manejo La Legua

Se obtuvo un total de 59 DS/ha (41 unidades sin DS), con deficiencias de iluminación, ya que el 52% presentaban iluminación 3, 4 y 5. La iluminación en las parcelas sin DS fue igual que en las ocupadas, lo que indica que el área manejada no presentaba claros desprovistos de vegetación. La remanencia indicó que existen 27 individuos remanentes por hectárea; de estos el 40% (11 árboles /ha) son de reserva, cifra semejante se tiene para los 12 individuos con deficiencias en cuanto a forma y estado fitosanitario (la mayoría de ellos de la especie gavián); las especies potenciales aportan 4 remanentes/ha, y solamente se encontró un individuo no comercial/ha. En cuanto al muestreo silvicultural, se determinó que la cosecha fue poco severa y redujo en 6% el número de árboles, y en 7% el área basal, considerando lo extraído más lo dañado.

El tratamiento elegido fue corta de mejora y liberación dirigida por competencia de sitio. Para la mejora se eliminaron todos los árboles ≥ 40 cm dap, que mostraban estado fitosanitario crítico y mala forma. Para la liberación se eliminó el individuo no deseable donde se evidenció competencia por sitio. El tratamiento se aplicó en 25 hectá-

reas (39% del área de manejo). Este tratamiento redujo 8% del número de árboles y 37% del área basal, dejando una masa remanente con 86% de los árboles y con el 56% del área basal original.

Los árboles no deseados de diámetros ≥ 40 cm dap se eliminaron mediante el anillamiento; los individuos de mayores dimensiones diamétricas se desvitalizaron utilizando un arboricida (2-4-D disuelto en agua) a una concentración de 5%. En este caso no se realizó el habitual anillo, sino que se inyectó el árbol; para ello, se hizo un hueco con la espada de una motosierra, y luego se depositó el arboricida.

Unidad de Manejo El Jardín

En esta UM se obtuvieron 48 DS/ha, con iluminación deficiente el 69% (26 DS/ha). La remanencia indicó que existen 18 individuos/ha (41% (7 árboles/ha) de reserva); también se determinó que no hay problemas en cuanto al estado fitosanitario y forma, ya que solamente existen 2 árboles/ha (13%) con esas características. En cuanto a los remanentes potenciales, se determinaron 6/ha (33%) principalmente de la especie tamarindo (*Dialium guianensis*); las especies no comerciales presentan solamente un árbol/ha. En cuanto a muestreo silvicultural, se determinó que por el aprovechamiento y daños se redujo en 9% y 10% el número de árboles y área basal respectivamente.

Se aplicó liberación por competencia de copas y por distanciamiento, según método mencionado. El área tratada fue de 28 hectáreas, que corresponden al 50% del área de manejo. La eliminación se realizó mediante anillamiento sin uso de arboricida. El tratamiento se ajustó para dejar una masa remanente con 66% de área basal y 81% de número de árboles.

Unidad de Manejo Samen

Los DS por hectárea fueron 41, de los cuales el 58% presentó iluminación deficiente (24 DS/ha). El muestreo de remanencia indicó que existen 24 árboles, de los cuales la reserva domina con un 36% (9 árboles/ha); además se determinó que no hay problemas en cuanto al estado fitosanitario y forma. El muestreo silvicultural no determinó las

existencias antes de la cosecha debido a que en dicha área se realizó un aprovechamiento tradicional antes de haber sido seleccionada para el estudio. Sin embargo, los resultados post-cosecha mostraron que el bosque fue severamente reducido en cuanto a su potencial de número de árboles y área basal, ya que la existencia actual (cinco años después del aprovechamiento) es de solamente 242 árboles/ha y 16 m² de área basal/ha.

Se ensayó un tratamiento de liberación orientado a liberar los pocos individuos oprimidos; sin embargo, sobre la marcha se determinó que la competencia de luz estaba dada por una alta concentración de lianas sobre la copa y fuste, las cuales prácticamente ahogaban los individuos deseables generalmente bien distribuidos debido a la baja densidad de individuos remanentes. Se ejecutó, entonces, una corta de lianas dejando intacta el área basal y número de árboles. El área tratada fue de 35 hectáreas (55% del área manejada); la eliminación se realizó mediante la corta con cuchillo (machete) a la altura máxima alcanzada por el operador.

Conclusiones

- Los tratamientos silviculturales son un aporte para incrementar el crecimiento de la masa remanente. En este estudio se orientaron a reducir en un 40% el área basal original. Se creyó conveniente esta disminución para propiciar la dinámica y desarrollo de los individuos remanentes.

- La información generada con los tres muestreos diagnóstico, remanencia y silvicultural es una buena base para prescribir el tratamiento silvicultural requerido.
- El tratamiento de refinamiento se justifica en la medida que las especies eliminadas no representan ninguna posibilidad de llegar a ser comerciales a mediano o largo plazo. La especie elegida para refinar no se eliminó en toda su distribución diamétrica, ni en sitio abiertos y/o claros. El refinamiento representó la mejor alternativa para mejorar silviculturalmente el rodal remanente.

Recomendaciones

- Por procedimientos prácticos, se recomienda utilizar para los tres muestreos las mismas unidades de registro, y en consecuencia, el mismo diseño e intensidad en cada uno de los muestreos.
- Para bosques coetáneos es de utilidad calificar la forma de fuste durante la aplicación del muestreo silvicultural.
- Anotar observaciones de otros individuos que evidentemente son remanentes, aún si se encuentran fuera de la parcela, ya que significan competencia por iluminación.
- Recopilar información sobre la iluminación de las unidades de registro vacías, e indicar el grado de presencia de lianas en los DS.

Bibliografía

- HUTCHINSON, I. 1989. Silvicultura de los bosques tropicales húmedos de bajura. (Preparado para el Curso Intensivo Internacional Silvicultura Manejo de Bosques Naturales Tropicales. 1989) CATIE, Turrialba. s.p.
- _____. 1993. Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. Colección silvicultura y manejo de bosques naturales no. 7. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 204. 32 p.
- SITOE, A. 1992. Crecimiento diamétrico de especies maderables en un bosque húmedo tropical bajo diferentes intensidades de intervención. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 119 p.
- WADSWORTH, F.H. 1979. Principles of management for sustained yield-evaluation and prospects. In Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su contribución al desarrollo de la América Tropical (1979, San José, C.R.). San José, C.R., EUNED. p.81-88.

Evaluación de la factibilidad financiera de tratamientos silviculturales en una concesión comunitaria en Petén, Guatemala

Justine Kent*, Scott Stanley**, Daniel Marmillod*

Introducción

La Asociación de Desarrollo Comunitario de San Miguel La Palotada en la Reserva Maya de la Biosfera, departamento del Petén, implementó un plan de manejo forestal en 1994, en una de las primeras concesiones forestales otorgadas a una comunidad campesina en Guatemala. Desde entonces se ha aprovechado madera anualmente (Ammour *et al.* 1995). El CATIE, por intermedio del Proyecto Conservación y Desarrollo Sostenible en Centroamérica (Olafo), ha trabajado estrechamente con miembros de la Asociación para implementar el plan de manejo en un área de aproximadamente 6394 hectáreas (Ammour *et al.* 1994).

Además del aprovechamiento de bajo impacto (tala dirigida y arrastre con tracción animal), el plan de manejo destaca la importancia de aplicar tratamientos de liberación para las especies comerciales (Ammour *et al.* 1994), con el fin de aumentar las tasas de crecimiento y disminuir la mortalidad. Al finalizar los 25 años del ciclo de corte, se pretende aprovechar más volumen, y con eso, aumentar la rentabilidad de la actividad¹. El Proyecto de Manejo de Bosques Naturales también patrocinado por el CATIE llevó a cabo tratamientos de liberación en parcelas dentro de la concesión de San Miguel: se anillaron los árboles indeseables con una motosierra y se midió el crecimiento del rodal remanente durante tres años. Los resultados demostraron tasas de crecimiento en promedio 2,38 veces más altas que las de los árboles no tratados².

Con pocos años de funcionamiento, la Asociación carece de experiencia en los aspectos técnicos, administrativos y organizativos del manejo forestal. A causa de estas limitaciones es importante evaluar la aplicación de los tratamientos de liberación en una escala mayor a la definida en el plan de manejo, dentro del contexto económico, social y técnico de San Miguel.

El objetivo de este estudio es determinar si el plan de manejo en el bosque comunal de San Miguel reporta un incentivo financiero adecuado para invertir hoy en tratamientos silviculturales que generarán beneficios a largo plazo.

Metodología

Para evaluar los beneficios del tratamiento silvicultural, se estimó el volumen aprovechable potencial a 25 años con un modelo sencillo de crecimiento (no dinámico) durante una rotación con ciclos de corta cada 25 años. Se utilizaron datos de abundancia ajustada a clases diamétricas de 5 cm (entre 10 y 60 cm, el diámetro mínimo de aprovechamiento). Estos datos provienen del inventario de 1995 en La Pasadita, e incluyen especies comerciales, potencialmente comerciales y no comerciales ≥ 10 cm dap. El modelo utilizó estimaciones para los siguientes parámetros: tasa de sobrevivencia de los árboles³, tasas de crecimiento⁴, volumen máximo aprovechable⁵, número de árboles por liberar, número y diámetro de los árboles por tratar⁶, volumen aprovechable en el año 25⁷ y volumen comercial potencial⁸.

* Proyecto Conservación y Desarrollo Sostenible en Centroamérica (Olafo), CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Producción en Bosques Naturales, CATIE, Turrialba, Costa Rica

1 Este análisis no toma en cuenta el mejoramiento de calidad de fuste, una de las ventajas que tratamientos silviculturales pueden reportar a futuro.

2 Pinelo Morales, G. 1996. CONAP Flores, Petén. Comunicación personal.

3 Se estima una tasa de mortalidad de 1,25% por año en parcelas tratadas y 1,5% por año en parcelas no tratadas. Para determinar el número de árboles sobrevivientes se utilizó la fórmula siguiente: $(1-i)^n * 100$, donde i = % mortalidad, y n = número de años.

4 Se midieron las tasas de crecimiento durante un período de tres años en 21 parcelas permanentes en Yarché en la concesión de San Miguel. Las tasas promedio de crecimiento para cedro y caoba en parcelas tratadas fueron 0,577 cm/año, y 0,242 cm/año en parcelas no tratadas (Stanley 1996).

5 Del volumen total aprovechable, se toma como supuesto que un 15% de los árboles quedan como sembreros o a causa de condiciones de sitio.

6 Se supuso que un 35% de los árboles no comerciales/ha quedaron en el sitio (a causa de mala forma del fuste o inclinación), mientras se liberaron el 65%. Se anillaron dos árboles no comerciales por cada árbol comercial liberado; solo se liberaron árboles entre 10 y 40 cm. Considerando estas condiciones y tomando en cuenta únicamente cedro y caoba, el modelo definió la liberación de unos 2,08 árboles/ha, y el anillamiento de 4,1 árboles no comerciales.

7 Se estimó el volumen promedio en 1,37 m³/árbol para cedro y caoba con un dap entre 60 y 70 cm basado en datos del seguimiento de campo de 1994 y 1995 en la concesión de San Miguel.

8 Para determinar el volumen de venta se utilizó una relación de 110 pies tablares/m³, basado en los resultados de los aprovechamientos de 1994 y 1995. Utilizando precios de 1995, se estimó el valor/pt de caoba y cedro a 6 quetzales/pt, 6 quetzales = 1 US dólar (1995 y 1996).

Se estimaron los costos por hectárea con el valor de la mano de obra requerido para anillar los árboles, asistencia técnica, y el uso de equipo e insumos. Se evaluaron dos escenarios de costos: 1) el costo de dos personas para anillar árboles, incluyendo tiempo efectivo y muerto, la motosierra, combustible y aceite, basado en datos de seguimiento en la concesión de San Miguel en 1995, y 2) el costo de un técnico forestal en la región con una hacha y asistencia técnica. Se hizo un análisis beneficio/costo incluyendo las tres siguientes opciones:

Opción 1: se logra una tasa de crecimiento óptimo de 0,577 cm/año con la aplicación de tratamientos silviculturales cada 12 años.

Opción 2: se logra un promedio de la tasa crecimiento de unos 0,4095 cm/año durante el período de 25 años. Esta opción tiene como supuesto que se mantienen las tasas óptimas durante un período de 12 años, pero disminuye a la tasa de control de

0,242 cm/año entre los años 13 y 25.

Opción 3: sin tratamientos silviculturales, los árboles no liberados tienen una tasa de crecimiento en promedio de 0,242 cm/año en la concesión de San Miguel.

Se compararon los costos con el aumento en beneficios de los aprovechamientos futuros, utilizando el factor de descuento, valor actualizado neto (VAN), para evaluar el valor futuro de los beneficios⁹.

Resultados y discusión

La primera opción, que tiene crecimiento óptimo de 0,577 cm/año con tratamientos aplicados cada 12 años, demuestra un Ingreso bruto en el año 25, 2,32 veces el valor del caso sin tratamientos. Una comparación del crecimiento óptimo entre las dos primeras opciones demuestra que hay un aumento de un 7% en el ingreso bruto (Fig. 1).

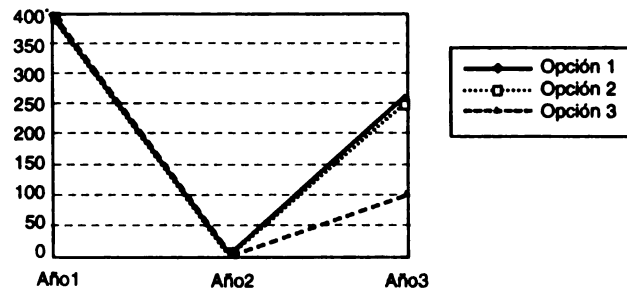


Fig 1. Ingreso Bruto Anual/ha para tres opciones de tratamientos durante un período de 25 años (quetzales)

Los tratamientos silviculturales tienen un costo de aproximadamente 58 quetzales/ha. La primera opción tiene un flujo de caja negativo hasta el año 12, pues no hay ingreso por el aprovechamiento (-Q 58/ha); la segunda opción mantiene un flujo de caja positivo durante todo el período de 25 años, con un

ingreso neto menor que la primera opción (Q 46,67/ha vs Q 40,05/ha). Si se deja que el bosque crezca naturalmente, la tercera opción tiene un flujo de caja positivo, generando un mayor ingreso neto que las otras dos opciones en el primer año (Q 153,71/ha), y ligeramente menor en año 25 (Q 44,99/ha) (Fig. 2).

⁹ $VAN = F / (1+r)^N$ donde VAN = valor actualizado, F = valor futuro, r = tasa de descuento, N = número de años (Riggs y West 1986).

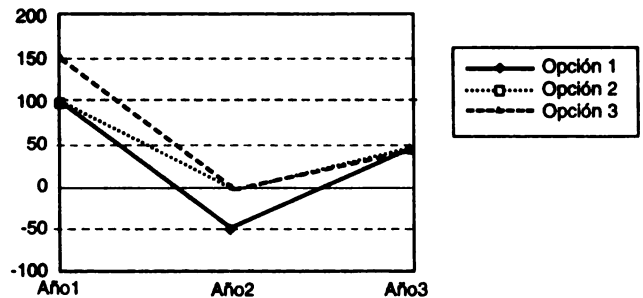


Fig. 2. Ingreso Neto Anual/ha para las tres opciones durante un período de 25 años (quetzales)

Tomando en cuenta el efecto del tiempo en los valores de las diferentes opciones, los cálculos del VAN indican un valor positivo en cada caso¹⁰. Sin embargo, la tercera opción tiene la ventaja de que el VAN es casi dos veces el valor de la primera opción, mientras que el VAN con tratamientos es aproximadamente 25% mayor que la primera opción (Cuadro 1). Considerando que no todos comparten los mismos valores sobre el dinero y el efecto del tiempo, se hizo un análisis de sensibilidad de las tasas de interés (entre 0,05% y 20%), el cual

demonstró que las tendencias se mantienen; esto indica que ninguna intervención silvicultural (la opción 3) rinde mayores valores actualizados netos. De igual manera, no se reflejó ningún cambio importante en las tendencias de los diferentes VAN cuando se hizo el análisis de sensibilidad de las tasas de mortalidad de las tasas de mortalidad (aumentadas por 10-300% en la opción sin tratamiento) y tasas de crecimiento (aumentadas por 10-200% en las opciones tratadas) (Fig. 3).

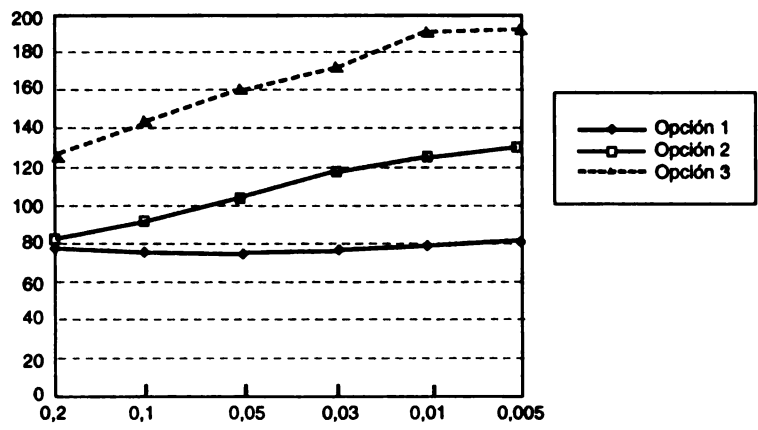


Fig. 3. Análisis de sensibilidad de la tasa de descuento para los tres opciones de tratamientos (quetzales)

¿Qué pasa si los costos bajan? Para contestar esta pregunta se evaluó un segundo escenario: se sustituyó una motosierra para una hacha. Los resultados entre opciones fueron más parecidos

que en el escenario anterior; las opciones con tratamientos silviculturales brindaron beneficios unos 2-4% menores que la primera opción (Cuadro 1).

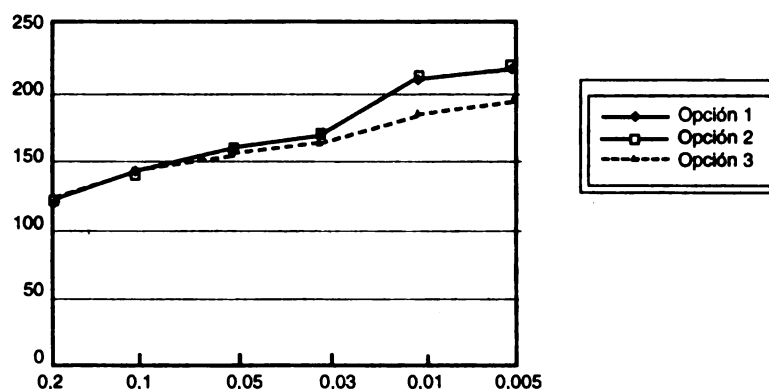
¹⁰ La tasa de interés de base para el VAN fue 10% (sin considerar inflación).

Cuadro 1. Valor actualizado neto para ingresos netos/ha del manejo forestal según diferentes opciones silviculturales y escenarios de costos (Quetzales)

	Opción 1	Opción 2	Opción 3
VAN con motosierra	72,95	90,79	143,89
VAN con hacha	138,13	140,24	

El análisis de sensibilidad demostró que las tasas de descuento mayores (10-20%) ofrecen ventajas ligeras a la opción de no invertir en tratamientos silviculturales. Los VAN son mayores para la primera y segunda opciones cuando las tasas de descuento son menores entre 0,5 y 5%. Estos

valores demuestran que aún si los costos son minimizados, la Asociación debe dar un valor mayor a los ingresos del futuro que a los ingresos de hoy, si se quiere aplicar tratamientos silviculturales (Fig. 4).

**Fig. 4: Análisis de sensibilidad de las tasas de descuento para las tres opciones de tratamiento en el escenario con hacha (quetzales)**

La motosierra, combustible y aceite representan alrededor de 86% de los costos variables totales; la asistencia técnica un 7% y la mano de obra de los socios un 7%. La distribución de los costos cambia en el segundo escenario, donde 47% de los costos totales están invertidos en sueldos, y un 53% en insumos externos (asistencia técnica y materiales).

¿Qué pasa cuando el cedro y la caoba se vuelven más escasas, y los precios del mercado aumentan? Considerado el segundo escenario con costos menores, el análisis de sensibilidad con los futuros precios del mercado demuestra que los precios tienen que aumentar por lo menos 30-42% en la primera y segunda opciones, respectivamente, para favorecer la adopción de tratamientos de liberación, utilizando una ta-

sa de descuento de 10% (el punto donde los VAN de los tratamientos silviculturales son iguales a la opción sin tratamiento).

Conclusiones

Un aumento de más del 100% en la tasa de crecimiento resulta de aplicar tratamientos silviculturales; aparentemente, estos ofrecen ventajas financieras vs la opción ninguna inversión en tratamiento. Sin embargo, estas ventajas en ingresos brutos, no se traducen en ganancias para la Asociación de Desarrollo Comunitario de San Miguel, pues las ganancias son superadas por el efecto de la espera, durante 25 años, en el valor de la inversión.

Si los costos de los insumos se minimizan (hacha en vez de motosierra) la diferencia entre opciones es menos obvia. La tercera opción es, entonces, ligeramente mayor que las dos primeras. Aunque una disminución en la tasa de descuento demuestra que los tratamientos de liberación pueden ser rentables dependiendo de la perspectiva del productor sobre el valor de sus recursos a futuro la falta de una tradición forestal en San Miguel y el margen de ganancia relativamente bajo (2-7% en 2 de los 3 años de apro-

vechamiento) harán que los productores probablemente prefieran ganar algo hoy y no dentro de 25 años (Reyes 1995). Antes de promover prácticas de liberación a nivel de la comunidad, el proyecto debe dedicar sus esfuerzos a mejorar la eficiencia de producción, bajar costos y buscar mercados para las especies no tradicionales

Bibliografía

- AMMOUR, T. *et al.* 1994. Plan de manejo forestal para la unidad de manejo San Miguel, El Petén, Guatemala. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 27 p.
- AMMOUR, T.; KENT, J.; REYES, R.; MONROY, H. 1995. Evaluación financiera de dos aprovechamientos forestales de la concesión comunitaria de San Miguel, Petén, Guatemala. *In Segunda Semana Científica 1995*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. p. 161-164.
- REYES, R. 1995. Caracterización y evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de la concesión comunitaria de San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 170 p.
- RIGGS, J.L.; WEST, T.M. 1986. *Engineering Economics*. McGraw-Hill. New York. 879 p.
- STANLEY, S.A. 1996. Guía para la interpretación de los resultados de un inventario forestal para concesiones en la Reserva de la Biosfera Maya, Guatemala. Proyecto CATIE/CONAP. Turrialba, Costa Rica. 25 p.

Productos no maderables del bosque

“Efecto del aprovechamiento maderero sobre la población de bayal

Implicaciones para una silvicultura con fines de producción diversificada

Daniel Marmillod*, Juventino Gálvez**

Introducción

El departamento de Petén en Guatemala sustenta uno de los complejos forestales más extensos de Centroamérica (20 000 km² en la Reserva de la Biosfera Maya). Desde décadas, se extraen de estos bosques productos maderables y no maderables con fines de mercadeo: madera, principalmente de caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*); chicle, látex cocinado de chicozapote y materia prima para la goma de mascar (*Manilkara zapota*); “allspice” o jamaica, especia producto de la fruta de la pimienta gorda (*Pimenta dioica*); follaje de xate (*Chamaedorea elegans*) y jade (*Ch. oblongata*), y con tendencias crecientes, fibra de tallos de bayal (*Desmoncus* spp.). Para usos locales, es común además la cosecha de hojas de guano (*Sabal* sp.), escobo (*Cryosophylla argentea*) y otras especies de usos medicinal, alimenticio, en curtiembre, etc.

A pesar de esta tradición de uso diversificado del bosque, las prácticas de aprovechamiento son hoy todavía eminentemente extractivas, sin consideración efectiva por la sostenibilidad de la cosecha. A manera de ejemplo, Barrera (1994) opina que las cuotas de extracción del chicle -un recurso exportado desde hace más de cien años- han sido determinadas exclusivamente por la demanda del mercado, sin tomar en cuenta la condición ni la abundancia del recurso. Para decidir “sangrar” un individuo de chicozapote, el único criterio realmente aplicado por el cosechador es la capacidad del árbol de producir algo de látex (Barrera 1994); los ‘chicleros’, no obstante, han desarrollado conocimientos empíricos para no matar los árboles que cosechan (Balam y García 1997).

Esta problemática se torna más difícil de encarar en la medida que cada producto es aprovechado por un grupo humano distinto, que no muestra en su labor extractiva particular sensibilidad ecológica ni respeto por los demás productos de interés comercial. Así, los ‘xateros’, recolectores de hojas de xate, tienen pésima opinión del impacto de la extracción maderera sobre las poblaciones de *Chamaedorea* spp. y afirman comúnmente: “Los madereros matan al bosque”. Por su lado, los chicleros, unidos en un sindicato desde 1949, impulsan un proyecto de ley para, entre otros, impedir la tala del chicozapote con fines madereros (Reining y Heinzman 1992). Además de las razones de índole biológica, la situación conflictiva entre recolectores de productos no maderables y extractores de madera tiene profundas raíces sociales. La venta de hojas de xate constituyó, y sigue siendo, la alcancía tradicional de la gran mayoría de los campesinos residentes del norte de Petén (Reyes 1995); además, la producción de bloques de chicle generó toda una cultura del bosque en este departamento y más ingresos que cualquier otra actividad hasta 1970¹ (Reining y Heinzman 1992). La explotación maderera, sin embargo, ha sido el dominio reservado de la clase pudiente guatemalteca, sin impactos tangibles sobre la economía rural local.

La posibilidad de acceso legal a los recursos naturales del norte de Petén cambió con el establecimiento de la Reserva de la Biosfera Maya. En su ley de creación (1990), el Estado guatemalteco introdujo, entre otras alternativas de uso de la tierra, el otorgar concesiones comunitarias como herramienta para autorizar a las comunidades a manejar los recursos agrícola, ganadero y forestal dentro de la zona de uso múltiple de la Reserva. Esta circunstancia motivó el inicio de una colaboración para la consolda-

* Proyecto Conservación y Desarrollo Sostenible en Centroamérica (Otafo), CATIE, Turrialba, Costa Rica

** Ex-estudiante del Sistema de Estudios de Posgrado, CATIE

¹ De acuerdo con datos de Cuarentena Vegetal del Ministerio de Agricultura de Guatemala, para 1991 y 1992, el xate produjo anualmente alrededor de US\$ 400 000 en divisas (SEGEPLAN 1992). Para 1994, la exportación de chicle significó un poco más de US\$ 1 700 000 (Sandoval 1997).

ción de la Reserva entre el Consejo Nacional de Areas Protegidas (CONAP) de Guatemala y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), a través de sus proyectos Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo) y Producción en Bosques Naturales (PBN). Las acciones se orientaron a demostrar que para conservar los recursos naturales de la Reserva es esencial involucrar a las poblaciones allí asentadas: mediante modificaciones a su sistema de producción, las cuales incluyen mejoras a las técnicas productivas tradicionales y la adopción de nuevas prácticas de manejo del bosque, los agricultores generan mayores ingresos familiares y su interés por conservar el bosque aumenta (Detlefsen y Carre-ra 1997).

Para fines experimental y demostrativo, las dos instituciones decidieron en un inicio dar apoyo a la comunidad de San Miguel La Palotada, una pequeña aldea de 35 familias ubicada unos 35 km al norte de la ciudad de Flores, cuyos miembros estaban anuentes en su gran mayoría a manejar los recursos del bosque en forma comunal (unas 5500 ha) y los agrícolas a nivel familiar (unas 1500 ha).

La comunidad contaba con chicleros, xateros, pimenteros y artesanos de bayal, quienes tradicionalmente habían cosechado su producto en el bosque. La posibilidad de cosechar además madera de estas selvas constituía sin duda una esperanza económica para las familias de la aldea, pero planteaba el problema de la viabilidad de un uso diversificado y duradero del ecosistema. Dados los antagonismos seculares y recriminaciones mutuas entre grupos de cosechadores, ¿cómo planificar correctamente la utilización del bosque?, ¿se debía diferenciar en el espacio los rodales para la producción maderera de aquellos destinados a la producción de algún o algunos recursos vegetales no maderables, o más bien, fomentar la producción con-

junta en el tiempo y en el espacio de los recursos vegetales maderables y no maderables?

Responder a esta pregunta en su dimensión biológica exige conocer la compatibilidad de temperamento de las especies de interés, y el impacto del aprovechamiento -que constituye la intervención más severa en el campo- de cada especie sobre la población de las demás. El presente estudio trata de manera preliminar la posibilidad de manejar en conjunto especies madereras y bayal.

Antecedentes forestales

El bayal

Bayal es el nombre dado desde el sur de México hasta Honduras a varias especies de *Desmoncus*, un género taxonómicamente aún confuso de *Arecaceae*; 61 especies han sido descritas, pero probablemente se reducen a sólo siete (Henderson, citado por Listabarth 1994). Es el único género de palmas en América tropical que se caracteriza por ser trepador; su fibra se utiliza en artesanía. En el área de San Miguel La Palotada, la poca floración y la gran variabilidad morfológica observada dentro y entre individuos han impedido hasta la fecha diferenciar con seguridad varias especies, si es que las hay. En la región, Lundell (1937) mencionaba la presencia de tres.

El bayal pertenece a la flora nativa de los bosques peteneros. La planta conforma una macolla² no muy densa, cuyos tallos flexibles alcanzan las copas del estrato medio del bosque, apoyándose para ello en los árboles. Para agarrarse de los individuos sostenes, el bayal utiliza sus hojas, cuyo raquis termina en un apéndice semejante a un arpón: un largo látigo armado de cachos revertidos (garfios).

En el bosque, la base de las macollas no es muy

² Putz (1983) ha mostrado que *Desmoncus isthmus* es una palma con hábito de crecimiento clonal, mediante un sistema rizomático que se extiende sin límites. Por lo tanto, un conjunto de tallos de bayal que parecen pertenecer a una sola planta es, botánicamente hablando, un clon compuesto de varios individuos, aún si ellos estuviesen unidos por conexiones persistentes y funcionales. Para facilitar la comunicación, se usa indistintamente en el presente estudio los términos planta o macolla (formalmente: conjunto de vástagos nacidos de la base de un mismo pie -Font Quer 1985) para designar a un clon, cualquiera sea su estado de desarrollo morfológico (único individuo, clon en estado precoz, en estado tardío, ...), en apego al significado popular, más no a las definiciones botánicas.

grande, y su diámetro es por lo general inferior a 40 cm, aunque excepcionalmente puede alcanzar cerca de 1 m. El número de tallos por macolla raramente sobrepasa 8 (máximo 17). Los tallos, con un diámetro medio de 16 mm (rango 8-40 mm), presentan largos inferiores a 25 m, aunque se encontró uno de más de 45 m. Estas dimensiones muestran la variabilidad del bayal en los bosques de la zona de estudio; observaciones de campo indican de forma preliminar que los rangos suelen ser más estrechos según los tipos de bosque (Marmillod *et al.* 1995).

El tallo provee la materia prima utilizada por los artesanos. Ellos mismos van a los lugares de mayor abundancia del recurso para extraer los tallos que consideran utilizables; los cortan y bajan de los árboles en un proceso repetitivo de pelar (para eliminar las espinas) y jalar hasta que caigan al suelo. Eliminan luego la parte apical y juntan las varas cosechadas en pares de manojos, que cargan o arrastran hasta su taller. En este lugar, los artesanos preparan la fibra propiamente dicha, rajando las varas y removiendo la parte carnosa interior. La intensidad del rajado depende del artículo que será producido: para tejer un sillón, la vara se raja en cuatro partes (fibra gruesa), mientras que para producir una canasta, la vara será dividida de manera más fina (fibra delgada). Cualquiera sea el producto final, los artesanos no aprovechan tallos menores de 5 m de largo, que consideran inmaduros.

Para concebir el aprovechamiento sostenible del recurso es necesario tomar en cuenta básicamente las existencias cosechables y el crecimiento del producto. En el aprovechamiento de madera son bien conocidos los métodos y variables a medir para generar la información requerida; las especies no maderables, por su parte, están lejos de ser convenientemente estudiadas y constituyen, dasométricamente, un sin fin de casos particulares. Dado el marco de un manejo a largo plazo de las especies -y quién dice manejo dice viabilidad financiera de la operación-, la identificación de herramientas prácticas, rápidas de medir y estimar, constituye un paso previo esencial a cualquier diagnóstico o evaluación técnica productiva.

Para auscultar con fines productivos la estructura de la población silvestre de bayal -diferenciando por lo menos las subpoblaciones juvenil y productiva- Gálvez (1996), adaptando una recomendación original de Chinchilla (1994), propone una clasificación de los estados de desarrollo productivo de las especies peteneras basada en el tamaño del tallo mayor de cada macolla:

- *regeneración*: planta cuyo tallo más largo es inferior a 1 m (diferenciar entre regeneración de semilla y de rizoma)
- *juvenil*: planta cuyo tallo más largo es mayor a 1 m e inferior a 5 m
- *adulto en crecimiento*: planta cuyo tallo más largo es mayor o igual a 5 m y que cuenta al menos con un tallo de dimensiones inferiores
- *adulto en reposo*: planta compuesta solamente por tallos mayor o iguales a 5 m.

La diferenciación y denominación de los estados *adultos en crecimiento* y *en reposo* es aún tentativa, ya que ensayos de campo muestran que más del 50% de las plantas en reposo producen retoños en un lapso de hasta 7 meses después de la observación. El interés productivo de la diferenciación se sustenta en diferencias de dinámica de las plantas en respuesta a la cosecha: tentativamente, el crecimiento de las adultas en reposo se activa después del aprovechamiento de sus tallos, produciendo retoños que crecen más de 5 m en cuatro meses -aún si todos los tallos utilizables habían sido cosechados-; las adultas en crecimiento, en cambio, son afectadas por la cosecha.

Para estimar las existencias de producto cosechable en la población, Marmillod *et al.* (1995) observan que el diámetro del tallo no es un factor que considere el artesano para preparar la fibra; por otro lado, no es posible estimar objetivamente el largo de un tallo de bayal en el bosque. Por lo tanto, proponen calcular el largo utilizable de la caña de bayal por unidad de superficie, con base en un conteo del número de tallos aprovechables de cada individuo de la muestra. Para tal fin, determinaron que el largo promedio útil del tallo maduro aprovechable es de 9,77 m.

Los bosques de la comunidad de San Miguel La Palotada

Según el sistema de Holdridge, el área de San Miguel pertenece a la zona de vida bosque húmedo subtropical cálido, con temperatura media anual de 23°C, precipitación media anual de 1530 mm y una época seca con lluvias esporádicas de febrero a mayo (precipitaciones mensuales < 45 mm).

La región se ubica en la amplia "Plataforma sedimentaria terciaria de Yucatán", desarrollada sobre formaciones calcáreas de origen marino. La concesión de San Miguel se encuentra casi exclusivamente en el paisaje fisiográfico de colinas bajas, en donde alternan mesetas onduladas de predregosidad mediana con zonas colinarias de fuertes pendientes y más piedras. Los suelos, con pH entre 8,0 y 8,4, son bien drenados en las cimas y vertientes de las colinas (Rendzinas), pero con drenaje deficiente en los bajos de los valles (Pellic Vertisols) (Collinet 1997).

Los bosques de la comunidad son siempreverdes -una minoría de las especies pierde la totalidad de sus hojas durante la estación seca- y todos han sido aprovechados más de una vez en el pasado. El dosel superior cierra entre 15-25 m, aunque árboles emergentes superaran esta altura. El conjunto de árboles con dap ≥ 10 cm muestra en promedio una abundancia de 527 individuos por ha y una dominancia de 24,8 m²/ha (Pineda 1966). El número de especies del este conjunto es mayor a 120 y por lo menos unas 35 familias botánicas se encuentran representadas.

La distribución del número de individuos por clase diamétrica muestra la típica forma en J invertida de los bosques tropicales, pero con un número de árboles gruesos marcadamente pequeño -únicamente 6 individuos por ha alcanzan 60 cm dap o más-. Esta condición y la baja altura de la vegetación explican que el volumen maderero de los individuos con dap ≥ 25 cm solo sea de 39,1 m³/ha.

A pesar que más de cien especies arbóreas están presentes, los bosques son dominados por unas diez, que conforman el 50% de la masa fo-

restal (*Pouteria durlandii*, *Brosimum costaricanum*, *Dendropanax arboreus*, *Pseudolmedia spuria*, *Sebastiana longicusps*, *Spondias mombin*, *Manilkara zapota*, *Pouteria campechiana*, *Vitex gaumeri* y *Pouteria amygdalina* representan 48% de la abundancia y 55% de la dominancia). Esta situación de homogeneidad pudiera parecer sumamente favorable en términos silviculturales si todas estas especies tuvieran un valor comercial; sin embargo, no es el caso, excepto para chicozapote, gracias a su látex.

En un país como Guatemala donde abundan caoba y cedro, la demanda por otras especies sigue siendo muy baja. Tomando en cuenta las condiciones actuales de mercado, las especies arbóreas de San Miguel que pueden considerarse para una producción maderera son las siguientes:

- 1) *primarias maderables protegidas (PMP)* de uso en artesanía fina, extremadamente valiosas y demandadas, por lo que son protegidas por ley (*Dalbergia tucurensis*, *Platymiscium dimorphandrum*)
- 2) *primarias maderables (PM)* de uso en ebanistería, muy valiosas y cotizadas en el mercado nacional e internacional (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*)
- 3) *secundarias maderables (SM)* actualmente comerciales, pero con poca demanda y precios muy inferiores a las anteriores (*Pseudobombax ellipticum*, *Calophyllum brasiliense*, *Astronium graveolens*, *Aspidosperma stegomeres*, *Aspidosperma megalocarpon*, *Terminalia amazonia*, *Pithecellobium arboreum*, *Vatairea lundellii*, *Lonchocarpus castilloi*).

Entre las demás especies arbóreas se diferencian, a la vez, dos grupos:

- 4) *primarias no maderables protegidas (PnoM)* (*Manilkara zapote*, *Pimenta dioica*)
- 5) *terciarias (Ter)*, que comprenden todas las especies que hoy en día no tienen valor comercial alguno.

La subpoblación de las especies maderables comerciales (grupos 1, 2 y 3) no es muy importante: 27,3 individuos por ha, apenas un 5% del número total de árboles con dap ≥ 10 cm, con

un área basal de 2,3 m²/ha; el volumen (6,4 m³/ha para el conjunto de individuos con dap \geq 25 cm) es más significativo en comparación con el volumen total, pero solo hay 3,3 árboles individuos aprovechables por ha con un volumen de 3,4 m³/ha (Pineda 1966). Silviculturalmente, este cuadro indica una escasez de individuos de futura cosecha, aguda en el caso de la mayoría de las especies; esta situación exigirá necesariamente la ejecución de intervenciones silviculturales.

En estos bosques, el bayal está presente por todo lado -aunque con diferencias relacionadas con la profundidad y el drenaje del suelo-, con un número promedio de 214 plantas por ha: 68% de regeneración, 16% juveniles y solamente 15% adultas (en crecimiento y en reposo juntas). El largo promedio de tallos aprovechables es de 890 m/ha (Pineda 1996).

El aprovechamiento maderero experimental

En 1994, con la obtención de la Concesión Comunitaria (7 060 ha), miembros de la aldea e investigadores de Olafo-PBN seleccionaron dentro de la unidad de manejo forestal un cuartel piloto de 42,5 ha, rico en caoba, para dar inicio a un intenso proceso de capacitación dirigido a los campesinos y técnicos, sobre aprovechamiento mejorado del bosque y comercialización de sus productos. El plan de manejo de la unidad (CATIE 1994) establecía además que esta zona se convertiría en un área experimental de evaluación permanente que permitiera fortalecer y/o reorientar las decisiones que se fueran tomando conforme se intervinieran los bosques. Así, previo al aprovechamiento maderero se instalaron dentro del cuartel 21 parcelas permanentes de control de crecimiento e impactos silviculturales (PPC) de 0,25 ha cada una, elegidas de manera casual dentro de estratos espaciales y de intensidad planeada de la cosecha.

El aprovechamiento ejecutado en este primer cuartel, denominado Yarché-1, se planificó con la finalidad de causar el mínimo impacto al ecosistema. Las labores realizadas antes de aprove-

chamiento fueron: censo comercial en el que se consideraron diámetros mínimos de corta de 60 cm para el grupo de especies primarias maderables y 40 cm para el grupo secundarias maderables; identificación y marcación de árboles semilleros; levantamiento topográfico, para facilitar la construcción de las redes de caminos; eliminación de lianas en los individuos por tumbar y ubicación, medición y marcación de árboles de futura cosecha con el fin de reducir riesgos de daños al momento de la tala.

Los aspectos más relevantes durante la ejecución misma del aprovechamiento fueron: caída dirigida hacia posiciones adecuadas para el arrastre, habilitación y apertura de caminos y pistas de arrastre considerando facilidades topográficas y la ubicación de los individuos por cosechar. La red de caminos fue habilitada y construida con motosierra, al igual que los patios de acopio; la corta, el desrame y el troceo fueron realizados también con motosierra. El arrastre de la madera se hizo con bueyes hasta un diámetro máximo de 50 cm; para diámetros mayores se utilizó tractor agrícola.

El plan operacional establecía dejar en pie como semilleros uno de cada cinco árboles de caoba y cedro y tres de cada diez árboles de las especies secundarias, cifras que resultaron levemente modificadas por razones ligadas al estado de sanidad de los individuos marcados para cosechar. Finalmente se tumbaron 62 árboles, 26 PM (149 m³) y 36 SM (87,5 m³), lo cual equivale a 1,45 árboles/ha, 5,56 m³/ha y 0,43 m²/ha (1,6% del área basal inicial total y 12% del área basal de las especies comerciales con dap \geq 10 cm).

Elementos técnicos más detallados sobre la evolución del rodal desde finales de 1993 hasta mediados de 1995 (período que incluye la cosecha de madera realizada durante los primeros meses de 1974) se presentan en el Cuadro 1, basado exclusivamente en la información de las 21 PPC. Los individuos "envenenados" son árboles en proceso de eliminación, en el marco de un tratamiento de liberación mediante aplicación de arboricidas, realizado en la mitad del cuartel seis meses después del aprovechamiento. Sin embargo, ya que al momento de la evaluación

post-aprovechamiento, estos árboles apenas mostraban efectos muy leves como marchitamiento del follaje y su muerte "anunciada" aún no afectaba las condiciones ambientales del ro-

dal -en particular a la población de bayal-, no son tomados en consideración en el siguiente análisis de la posibilidad de manejo conjunto "especies madereras y bayal".

Cuadro 1. Existencias (abundancia y dominancia) pre-aprovechamiento, eliminado y post-aprovechamiento del conjunto de individuos con $dap \geq 10$ cm en el cuartel experimental de Yarché-1, con base en la información de las 21 PPC

Grupo de manejo	Existencias pre-aprovechamiento noviembre 1993	Eliminados					Reclutados	Existencias post-aprovechamiento julio 1995*
		Muerto natural	Matado por tala	Cosechado	Envenenado	Total		
Abundancia								
	(N/ha) (%)	(N/ha)				(% de PRE)	(N/ha)	(N/ha) (%)
PM	4,1 (0,7)	0,2	0,2	1,3		(-37)	1,1	2,6 (0,5)
SM	60,4 (10,7)	2,0	1,6	1,2	0,4	(-9)	0,5	56,3 (11,0)
PnoM	55,9 (9,9)	1,2	1,6		0,2	(-5)	6,9	53,4 (10,4)
Ter	444,8 (78,7)	17,1	10,9		22,5	(-11)		401,2 (78,1)
Total	565,2 (100,0)	20,3	14,3	2,5	23,1		8,5	513,5 (100,0)
(% de PRE)	(100,0)	(-3,6)	(-2,5)	(-0,4)	(-4,1)	(-10,7)	(+1,5)	(90,9)
Dominancia								
	(m ² /ha) (%)	(m ² /ha)				(% de PRE)	(m ² /ha)	(m ² /ha) (%)
PM	1,170 (4,4)	0,008	0,835			(-72)	0,340	0,340 (1,5)
SM	2,455 (9,3)	0,081	0,106	0,362	0,010	(-23)	0,008	1,997 (8,6)
PnoM	2,317 (8,7)	0,037	0,050		0,002	(-4)	0,003	2,293 (9,8)
Ter	20,600 (77,6)	0,793	0,350		1,620	(-13)	0,057	18,652 (80,1)
Total	26,542 (100,0)	0,911	0,509	1,197	1,632		0,068	23,282 (100,0)
(% de PRE)	(100,0)	(-3,4)	(-1,9)	(-4,5)	(-6,1)	(-16,0)	(+0,0)	(87,7)

*Incluye incremento en área basal

PM = Primarias Maderables

PnoM = Primarias no Maderables

SM = Secundarias Maderables

Ter = Terciarias

La superficie afectada por las distintas actividades ligadas al aprovechamiento maderero fue de 3,5 ha, equivalentes a un 8,2% del área del cuartel. El mayor efecto fue provocado por los claros de tumba, los cuales representan el 61,5% del área afectada; los 2874 m de pistas de arrastre y los 827 m de caminos principales constituyen juntos el 35% de esta misma área (Cuadro 2 y Fig. 1).

Impacto del aprovechamiento sobre el bayal

Dispositivo experimental

A pesar de la poca magnitud de la extracción maderera, su ejecución creó suficientes micrositios de perturbación para establecer un experi-

mento orientado a responder las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el impacto del aprovechamiento maderero sobre la abundancia y estructura de la población de bayal?
- ¿Cómo reacciona el bayal en las nuevas condiciones microambientales creadas por el aprovechamiento maderero?

Para tal propósito se instalaron dos dispositivos experimentales. El primero, para caracterizar la evolución de la población del bayal en el tiempo, coincide con las 21 PPC, subdivididas en 25 cuadrados de 100 m² cada uno. En cada cuadrado se diagnosticó el efecto de las labores de extracción maderera, se contaron las plantas de bayal por estado de desarrollo productivo y el número de tallos aprovechables por macolla, en dos momentos: pre-aprovechamiento (noviembre 1993), post-aprovechamiento (abril

1995). El segundo, para estudiar el crecimiento del bayal en sitios de perturbación provocados por el aprovechamiento, cuenta con 97 plantas ubicadas en diferentes condiciones relativas de iluminación³. Desde marzo hasta diciembre

1995 se hicieron observaciones mensuales de cada planta, para determinar el crecimiento de los tallos⁴ y la dinámica de desarrollo de las plantas.

Cuadro 2. Superficie afectada por las distintas actividades del aprovechamiento maderero*

Ambientes	(N)	área (m ²)	% del área del cuartel	% del área afectada
Claros de tumba	62	21325,5	5,02	61,5
Pistas de arrastre	27	9181,7	2,16	26,4
Caminos principales	2	2895,6	0,68	8,3
Pattos de acopio	4	1336,5	0,31	3,8
Total		34739,3	8,17	100,0

*cosecha de 5,6 m³/ha en un cuartel de 42,5 ha

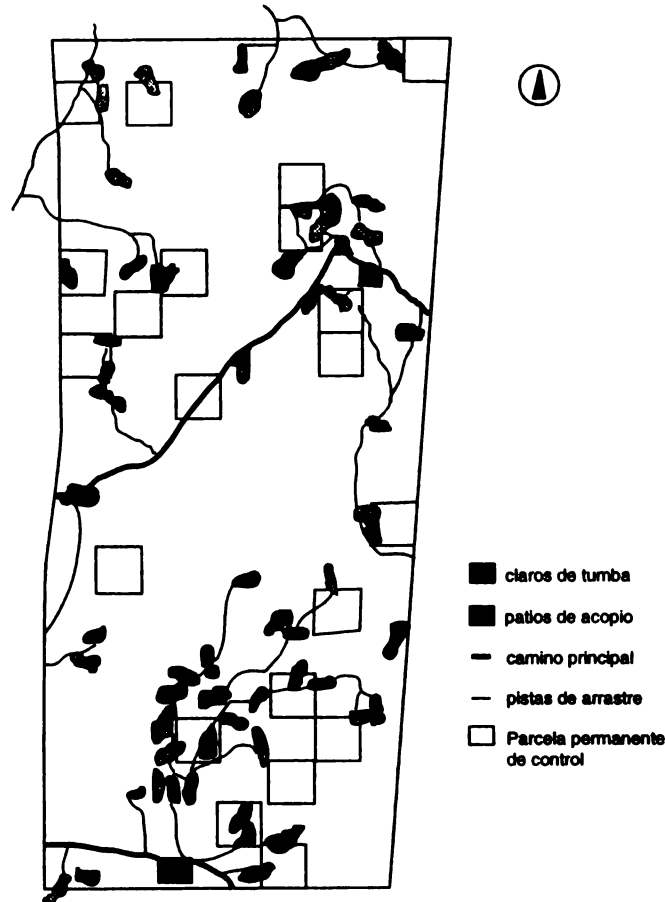


Fig. 1 Distribución espacial del impacto del aprovechamiento maderero en el cuartel experimental Yarché-1 (42,5 ha)

3 Utilizamos para estimar la condición de iluminación el índice propuesto por Clark y Clark (1987): 5 = copa completamente expuesta (sin copas vecinas dentro del cono invertido de 90° que incluye la copa del árbol); 4 = plena luz de arriba (se estima que 90% de la copa recibe luz vertical directa); 3 = alguna luz de arriba (se estima que 10-90% de la copa recibe luz vertical directa); 2.5 = luz lateral alta; 2.0 = luz lateral moderada; 1.5 = luz lateral baja; 1.0 = ninguna luz directa.

4 Durante los análisis comparativos, agrupamos los tallos en los siguientes tipos: retoño = tallo con largo ≤ 100 cm; tierno = tallo con largo > 100 cm e < 500 cm; maduro = tallo con largo ≥ 500 cm.

Impacto del aprovechamiento maderero sobre la abundancia y estructura de la población de bayal

Para controlar el efecto del aprovechamiento maderero, se hizo un análisis comparativo entre las poblaciones de dos conjuntos de cuadrículas de 100 m², diferenciados por la presencia de perturbación directa después del aprovechamiento: el primer grupo de 411 (4,11 ha) sin perturbación alguna y el segundo de 114 (1,14 ha) con perturbación directa provocada por la tala o construcción de pistas y patios de acopio.

En condiciones no influenciadas por los madereros y durante el periodo de observación, la población de bayal tendió a disminuir naturalmente (Cuadro 3). El corto tiempo entre las evaluaciones (menos de dos años) no permite saber si la merma es temporal y asociada a contingencias climáticas: durante los últimos meses de 1994 y primeros de 1995 se registró un período especialmente seco durante el cual se dio un decaimiento general y pérdida de vitalidad de los individuos del sotobosque- pero es evidente una disminución significativa de plantas de regeneración y adultas.

Cuadro 3. Evolución en el tiempo de la estructura por clases de desarrollo de la población de *Desmoncus* spp, en sitios no afectados por el aprovechamiento maderero en Yarché-1 (plantas/ha con base en una muestra de 4,11 ha)

Situación	Estados de desarrollo				Plantas establecidas
	regeneración con tallo mayor <0,5 m	regeneración establecida + juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
noviembre 1993	221,8	82,4	51,2	43,8	177,4
abril 1995	166,4**	85,3 ^{ns}	39,7*	30,4*	155,4*

Significancia (t): *95% **99%

Dos razones pueden conducir a la disminución observada: la mortalidad evidentemente, pero también un cambio de estado de desarrollo de los individuos junto con una disminución en la tasa de reclutamiento. Un número importante de individuos de regeneración no establecidos muere, mientras que otros crecen y se transforman en juveniles. Las plantas adultas en reposo desaparecen solo si mueren todos sus tallos, aunque existe la posibilidad de regeneración después de algún tiempo. Al contrario, si en las adultas en crecimiento desaparecen los tallos maduros pero sobreviven los jóvenes, solamente ocurre un cambio hacia un estado de desarrollo inferior. Frente a cualquier situación, la clase juvenil aumentaría o permanecería constante, como es el caso.

En los micrositos perturbados por el aprovechamiento maderero (Cuadro 4) abundaban los individuos jóvenes en comparación con la población de bayal en sitios no afectados. A pesar de

la intervención, estos sitios presentan cierta estabilidad en la abundancia a nivel general, por lo que se dan diferencias significativas solamente en el grupo de las plantas más viejas, con un 72% de reducción. Este resultado parece coincidir con la explicación anterior. Macollas completas o algunos de sus tallos fueron eliminados por las operaciones de aprovechamiento, pero los rizomas enterrados de estas plantas mantuvieron su capacidad de regeneración. Las mejores condiciones de iluminación en los sitios perturbados pudieron conducir a una rápida recuperación de la población a sus niveles originales, aunque con una proporción menor de plantas en reposo y un leve aumento de juveniles, la clase de futura cosecha.

En relación con el origen de las plantas jóvenes, 83% de la regeneración y 30% de las juveniles no emergen de una semilla, sino de una base rizomática de individuos alguna vez adultos. Tallos recién emergidos en condiciones de perturba-

ción -principalmente de alta iluminación- pueden crecer 25 cm por mes (2-3 veces más que bajo dosel), por lo que alcanzarán el estado juvenil en dos o tres meses.

Con base en el periodo de observación, no es posible detectar una diferencia significativa de comportamiento entre poblaciones de bayal en bosques sin y con aprovechamiento maderero.

Cuadro 4. Evolución en el tiempo de la estructura por clases de desarrollo de la población de *Desmancus* spp en sitios estrictamente perturbados por el aprovechamiento maderero en Yarché-1 (plantas/ha con base en una muestra de 1,14 ha)

Situación	Estados de desarrollo				Plantas establecidas
	regeneración con tallo mayor <0,5 m	regeneración establecida + juveniles	adultas en crecimiento	adultas en reposo	
preaprovechamiento	316,4	108,6	40,5	42,8	191,9
postaprovechamiento	190,0 ^{ns}	132,8 ^{ns}	39,0 ^{ns}	11,8 [*]	146,6 ^{ns}

Significancia (t): * 95% ns= no significativo

Crecimiento del bayal en diferentes condiciones de iluminación

La dinámica de cambio que experimentaron las 97 plantas en su estado de desarrollo se detalla en el Cuadro 5. Las plantas de regeneración y las adultas en reposo mostraron la mayor dinámica: solamente 43 y 33%, respectivamente se mantuvieron en su estado inicial. Las adultas en reposo resultaron ser las más inestables -aunque nuestra muestra era reducida (6 plantas)- hecho que muestra de manera preliminar la temporalidad de dicho estado. Al inverso, las adultas en crecimiento experimentaron el menor porcentaje de cambio.

Al relacionar los estados de desarrollo productivo finales de las plantas y su dinámica estructural (o sea los cambios ocurridos en la composición de tallos de cada planta durante 0,7 año) con los estados de desarrollo iniciales no se encontró dependencia alguna (Gálvez 1996). Esto indica que la rebrotación, cambio en los estados de desarrollo y muerte de tallos, no depende del estado inicial de la planta. Al contrario, se encontró una dependencia significativa (χ^2 al 95%) entre el estado de desarrollo productivo final y la condición de iluminación inicial de la planta (Cuadro 6). Además, existen dependencias significativas entre esta variable ambiental y

el número final de tallos de cada planta, la ocurrencia de rebrotación y el cambio de tamaño de tallos retoños hacia tiernos.

La dependencia encontrada entre la condición de iluminación y las variables analizadas coincide con las tendencias que se expresan en los coeficientes de correlación (Spearman con 95% de confianza) entre las mismas variables (Cuadro 7). En todos los casos, la variación explicada por este factor ambiental no supera el 50%. Las variables 'nuevos retoños' y 'cambio de retoños a tiernos' tienen los coeficientes más altos (0,38 y 0,49 respectivamente). Otros caracteres intrínsecos que se asocian significativamente con variables de crecimiento son el diámetro basal de la planta y el número inicial de tallos.

La importancia de la iluminación sobre el crecimiento y capacidad de rebrote del bayal se ve reforzada por las evaluaciones del crecimiento en longitud de tallos individuales pertenecientes a plantas en distintos estados de desarrollo (Cuadro 8). La tasa de crecimiento, variable dependiente, expresa el incremento medio mensual y abarca distintas etapas de crecimiento del tallo. En relación con el tamaño inicial del tallo, solo los retoños (≤ 1 m) mostraron un crecimiento significativamente menor (prueba de F al 95%) que los tiernos (1 - 5 m) y maduros (≥ 5 m). En cuanto a la iluminación, únicamente

las tasas de crecimiento de los individuos expuestos a iluminación lateral baja (2.0 de Clark y Clark) es significativamente menor. Una prueba de contrastes ortogonales entre la condición de iluminación (4) contra (3+2.5+2) y (4+3) contra (2+2.5) resultó en diferencias significativas entre las tasas de crecimiento mensual de los tallos. A más luz mejor crecimiento!

Cuadro 5. Dinámica de cambio en los estados de desarrollo de *Desmoncus* spp, durante un período de 0,7 años

	Estado inicial (n)	Matriz de cambio (% del estado inicial)				Estado final (n)
		regeneración	juvenil	adulta en crecimiento	adulta en reposo	
Regeneración	14	43	57			6
Juvenil	39		64	33	3	36
Adulta en crecimiento	38		8	84	8	49
Adulta en reposo	6			67	33	6

Cuadro 6. Relación entre variables descriptivas de la condición estructural de plantas de *Desmoncus* spp, y diferentes condiciones de iluminación

Condición de iluminación	Variables de referencia		Variables evaluadas						
	número de plantas (n)	tallos iniciales (n)	tallos finales	nuevos retoños	retoños muertos	cambio retoño-tierno	cambio tierno-maduro	tiernos muertos	maduros muertos
2	16	35	34	13		4	1	2	2
2.5	36	96	115	33		28	13		2
3	21	48	70	25		13	7	1	2
4	24	65	99	48	3	44	18		3
Total	97	244	318	119	3	89	39	3	7
Dependencia (χ^2 al 95%)			*	*	ns	*	ns	ns	ns

Cuadro 7. Relación entre variables estructurales de *Desmoncus* spp, e iluminación*

Variables independientes	Variables dependientes					
	nuevos retoños	cambio de retoños a tiernos	retoños muertos	cambio de tiernos a maduros	tiernos muertos	maduros muertos
condición de iluminación	0,38	0,48	ns	0,28	ns	ns
diámetro basal	0,26	0,42	ns	0,33	ns	ns
número de tallos iniciales	ns	0,32	0,24	ns	ns	ns

*Coeficientes de correlación Spearman significativos al 95% de confianza

Cuadro 8. Crecimiento longitudinal de los tallos de *Desmoncus* spp, en función del tamaño y la iluminación iniciales*

Tamaño inicial	(n)	crecimiento medio (cm/mes)	Duncan (95%)	Iluminación inicial	(n)	crecimiento medio (cm/mes)	Duncan (95%)
Tierno	79	21	a	4	32	25	a
Maduro	17	20	a	3	25	20	a
Retorno	33	12	b	2,5	54	18	a
				2	18	6	b

*Prueba de F para tasas de crecimiento bajo transformación angular ($y = \arcsin(x)$) y Duncan al 95% de confianza

El patrón de crecimiento de los tallos y la dinámica de desarrollo de las macollas que surgen de nuestros resultados inducen a pensar que el rizoma del bayal mantiene conexiones funcionales entre tallos, y aún si estos últimos son dañados por el aprovechamiento maderero, el clon es capaz de reaccionar y volver a desarrollar sus vástagos. La posibilidad de reacción se incrementa con mayor luz recibida.

Conclusiones

- Independientemente de las ideas preconcebidas, el presente estudio muestra que es

factible idear una producción conjunta "madereras y no maderables". Sin embargo, este concepto general tendrá que ser validado caso por caso -o mejor dicho pareja por pareja. Así, dependiendo del temperamento de cada una, se determinarán las afinidades y posibilidades de manejo conjunto.

- En este marco, el presente estudio subraya la imperiosa necesidad de contar con sólidos conocimientos ecológicos sobre las especies no maderables de interés. Hacerlas producir de manera duradera en el tiempo y desarrollar una silvicultura diversificada no es romanticismo.

Bibliografía

- BALAM, M.; GARCIA, B. 1997. El sindicato único de chicleros y laborantes de la madera en El Petén, Guatemala. In Villalobos, R. y Ocampo, R. Productos no maderables del bosque en Centroamérica y el Caribe. Actas de la consulta sobre la Situación de los productos forestales no madereros, 17-21 de julio de 1995. Turrialba, Costa Rica, CATIE. En prensa.
- BARRERA, A. 1994. La extracción de chicle y la conservación del chicozapote (*Manilkara zapota*) en las selvas de Quintana Roo. In Snook, L y Barrera, A. Contribuciones al manejo integral de las selvas de Quintana Roo. Memorias del taller Madera, chicle, caza y milpa, 9 de julio de 1992, Chetumal, México. Mérida, México, Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias Sureste. Pp. 47-64.
- CLARK, D.; CLARK, D. 1987. Análisis de la regeneración de árboles del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. In Clark, D.; Dirzo, R.; Fetcher, N. (eds). Ecología y ecofisiología de plantas en los bosques mesoamericanos. Revista de Biología Tropical (C.R.) 35(supl. 1):40-45.
- CATIE. 1994. Plan de manejo forestal para la Unidad de Manejo San Miguel, El Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p. (Documento de trabajo CATIE-Olafo 9).
- CHINCHILLA, M. 1994. Caracterización de las poblaciones de bayal (*Desmoncus* spp.), con fines de aprovechamiento artesanal, en la unidad de manejo forestal de San Miguel, San Andrés, Petén. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 134 p.

- COLLINET, J. 1997. Potencialidades y limitantes de algunos suelos en San Miguel La Palotada, Guatemala, Petén. Turrialba, Costa Rica, CATIE. En prensa.
- DETLEFSEN, G.; CARRERA, F. 1997. Manejo de bosques naturales latifoliados. In Cuarto Congreso Nacional Forestal de Guatemala: Memorias. Guatemala. Colegio de Ingenieros Agrónomos. En prensa.
- FONT QUER, P. 1985. Diccionario de botánica. Barcelona, España, Labor. 1244 p.
- GALVEZ, J. 1996. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado de bosques naturales tropicales en San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 163 p.
- LISTABARTH, C. 1994. Pollination and pollinator breeding in *Desmoncus*. Principes (EEUU.) 38(1):13-23.
- LUNDELL, C.L. 1937. The vegetation of Petén. Washington, USA, Carnegie Institution. 244 p.
- MARMILLOD, D.; OCAMPO, R.; ROBLES, G.; CHINCHILLA, M. 1995. La evaluación de recursos no maderables en el marco del manejo diversificado de bosques tropicales: las experiencias de CATIE-OLAFO en América Central. In Köhl, M.; Bachmann, P.; Brassel, P.; Preto, G. (eds). The Monte Verità Conference on Forest Survey Designs. "Simplicity versus Efficiency" and Assessment of Non-Timber Resources. Birmensdorf, Suiza, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research. Pp. 132-140.
- PINEDA, P. 1966. Diseño y aplicación de un inventario forestal diversificado (productos maderables y no maderables) en Petén. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 71 p. + anexos.
- PUTZ, F. 1983. Developmental morphology of *Desmoncus isthmilus*, a climbing colonial, cocosoid palm. Principes (EEUU.) 27(1):38-42.
- REINING, C.; HEINZMAN, R. 1992. Productos no maderables de la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Flores, Guatemala, Fundación Conservación Internacional / ProPetén. 163 p.
- REYES, R. 1995. Caracterización y evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción de la concesión comunitaria de San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 139 p. + anexos.
- SANDOVAL, C. 1997. Productos no maderables del bosque en Guatemala y organizaciones gubernamentales. In Villalobos, R. y Ocampo, R. Productos no maderables del bosque en Centroamérica y el Caribe. Actas de la consulta sobre la Situación de los productos forestales no madereros, 17-21 de julio de 1995. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. En prensa.
- SECRETARIA GENERAL DEL CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACION ECONOMICA. 1992. Plan de desarrollo Integrado de Petén: documento de actualización sobre estudios de xate. Santa Elena Petén, Guatemala, SE-GEPLAN. 137 p.

↙ Aprovechamiento de productos no maderables del bosque tropical

Tradición y perspectivas hacia una silvicultura con fines de producción diversificada

Rafael A. Ocampo*

Durante la década pasada y la presente, los productos no maderables del bosque (PNMB) se han convertido en un tema de reflexión en diferentes foros, tanto nacionales como internacionales (FAO 1995, ITTO 1990, CATIE-UICN 1995). De igual forma, se ha planteado una discusión sobre actividades históricas que los pobladores nativos y colonos han practicado en los bosques de América Latina. Esta reflexión se refiere al "extractivismo", actividad tradicional practicada desde la antigüedad por el ser humano en diferentes niveles (UICN 1993).

En 1988 el Gobierno Japonés, realizó tres seminarios cuyo objetivo era delinear un concepto sobre el manejo sustentable del bosque tropical, llegando a definir durante dichas reuniones, el tema referente a los productos no maderables y su potencial en el manejo de los bosques (ITTO 1990), dada la gran diversidad biológica que representan.

En 1995, CATIE-UICN promovieron una Consulta sobre la situación de los productos no maderables del bosque en Centroamérica y el Caribe, con el objetivo de definir acciones prioritarias a nivel político y de investigación en la región.

Posiblemente en relación con la actividad productiva de los PNMB, se ha enfatizado la importancia económica y biológica de las reservas extractivistas basadas únicamente en la recolección de la nuez de Brasil (*Bertholletia excelsa*), promovidas en la Amazonia brasileña (Viana *et al.* sf). Sin embargo, existen otros planteamientos conceptuales para el manejo de los productos no maderables en el ámbito internacional (Ruiz 1995); en esos se hace énfasis en la ausencia de los productos no maderables en los

planes de manejo de los bosques naturales, debido básicamente a las siguientes razones (Panayotou 1990):

- Ausencia de información adecuada, en especial económica y datos estadísticos.
- Falta de mercados en el mundo, excepto para pocos productos, e inadecuada promoción y ausencia de información de mercados potenciales.
- Suministro irregular de materia prima y ausencia de estándares de calidad.
- Sustitución por productos sintéticos y/o por plantaciones.
- Falta de procesos tecnológicos.
- Bajo retorno, debido al poco volumen de comercio de estos productos.

Es evidente que se ha dado mayor importancia a factores externos, como los mencionados, y en menor grado a la búsqueda de elementos técnicos para su manejo. CATIE, por medio del Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central (Olafo), ha dado los primeros pasos en esta dirección en la región centroamericana.

Paradójicamente, este enfoque de suma importancia en el manejo del bosque continúa siendo unidireccional: social o de mercado; además, la falta de interés por definir la problemática en relación con el manejo silvicultural no contribuye a que el manejo del bosque sea planificado de manera global. Posiblemente, la problemática se acrecienta, si no se dan cambios en las escuelas forestales para promover el desarrollo de herramientas técnicas para el manejo.

* Proyecto Conservación y Desarrollo Sostenible en Centroamérica (Olafo), CATIE, Turrialba, Costa Rica

Desde un punto de vista económico, la estrategia de contemplar los productos no maderables dentro del aprovechamiento diversificado del bosque se resume de la siguiente manera: *madera + productos no maderables = mayores ingresos*.

Parte de la problemática de los productos no maderables del bosque proviene de la amplia variedad de especies que se incluyen, y de la falta de elementos técnicos silviculturales que apoyen el aprovechamiento. Por otra parte, existe una tendencia a dar mayor importancia a otros servicios que presta el bosque, como calidad del agua, ecoturismo, dióxido de carbono, aunque en distintos foros internacionales se ha tratado de promover acciones que mejoren esta situación (FAO 1995).

Este trabajo busca ofrecer a los manejadores del bosque, elementos técnicos producto de la experiencia generada por Olafo y el Área de Manejo y Conservación de la Biodiversidad del CATIE.

Definición de productos no maderables

La Consulta Internacional de Expertos en Productos no Maderables, realizada en Indonesia en 1995 y auspiciada por FAO definió a los productos no maderables como: *"Todos los bienes de origen biológico, así como los servicios derivados del bosque y tierra bajo similar uso y excluye la madera en todas sus formas"*.

Sin embargo, no existe un acuerdo a nivel mundial en cuanto a esta definición; y si aún no hay un acuerdo en cuanto al concepto, menos lo hay en cuanto al nombre de este sector del bosque. Diferentes autores lo denominan productos secundarios, productos menores, productos especiales, productos forestales no maderables, productos no maderables del bosque, etc. (FAO 1995, Lamprecht 1990).

Para efectos nuestros, los productos no maderables del bosque son los bienes y servicios que este aporta; tales bienes se clasifican en dos categorías: flora cuyo producto sea diferente a la

madera y fauna. El CATIE, por medio del Proyecto Olafo, ha generado experiencia en la primera categoría: la de flora.

Situación histórica y actual

Posiblemente los primeros aprovechamientos del bosque realizados por el hombre primitivo fueron de productos no maderables: frutos o flores para alimento, hojas y exudados para uso medicinal. A partir de la conquista de América en el Siglo XV, el proceso de extracción de los recursos naturales del bosque se acelera. La economía extractiva fue característica del período colonial (1492-1810) hasta el inicio de la época republicana (siglo XIX) (Galvis 1994, Sáenz 1970).

A finales del siglo XVIII, los productos de extracción animales y vegetales jugaban un papel secundario en el aprovechamiento del bosque, en tanto que los minerales ocupaban el primer lugar y representaban más del 85% de las exportaciones, en el caso del Nuevo Reino de Granada, Colombia. (Dávila 1986, citado por Galvis 1994). En esa misma época, se realizó una búsqueda de nuevos productos, tanto vegetales como animales. Es así como Mutis encontró la quina (*Cinchona* sp) y la raicilla o ipecacuana (*Psychotria ipecacuanha*), entre otros recursos naturales que fueron explotados durante la colonia (Galvis 1994, Sáenz 1970).

Durante el presente siglo, en la década de los 40, se incrementa el extractivismo de plantas medicinales, al desarrollarse la industria farmacológica. Algunas de las plantas medicinales aún continúan siendo explotadas en ambientes naturales, mientras que otras se han incorporado a un proceso de domesticación como sucede en Honduras con la calaguala (*Polypodium* sp.).

UICN (1993) señala que en América Latina existen dos modelos básicos de extractivismo, con situaciones intermedias entre ambos: el modelo indígena y el modelo campesino. Ambos se distinguen por su actitud hacia el recurso, patrones de consumo y presión a recursos diferenciados. En principio, el modelo extractivista indígena se enfoca hacia el autoconsumo; sin embargo, los

indígenas han participado en actividades de extracción para el mercado, como ha sucedido en Costa Rica, Nicaragua y Panamá con especies como zarzaparrilla (*Smilax* sp.) y raicilla (*P. Ipecacuanha*). Bajo este modelo, el aprovechamiento es más diverso y el manejo tradicional más respetuoso del ambiente; detalles importantes para la conservación y desarrollo de los productos no maderables.

El extractivismo campesino presenta, en algunas regiones, un componente de comercialización más fuerte y de menor diversificación, en relación con los recursos aprovechados. Además, el manejo no es tan respetuoso del ambiente.

Es evidente que el factor económico es importante de ser tomado en consideración, dado que este determina la presión que se ejerce sobre una determinada especie. Esta problemática ha sido considerada por organismos internacionales como la Unión Mundial para la Naturaleza (UICN), a través de la Convención sobre Comercio de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), así como la identificación de recursos silvestres que son objeto de comercio (Jenkins y Oldfield 1992).

Extractivismo y diversidad genética

Con el propósito de alentar la investigación sobre el estado de la diversidad genética, es importante señalar que aún no es claro el efecto del extractivismo, el cual puede jerarquizarse en niveles:

Nivel 1: Practicado por grupos nativos con controles naturales, para su subsistencia, sea esta alimentaria, medicinal, mágico-religiosa, artesanal.

Nivel 2: Practicada por grupos nativos para su subsistencia, pero además vinculados con el mercado local regional. Es evidente en actividades artesanales.

Nivel 3: Comunidades campesinas vinculadas al bosque; aprovechan recursos para su subsistencia y para el mercado local.

Nivel 4: Comunidades de colonos poco vinculados al bosque; cosechan para el mercado nacional e internacional.

En la actualidad, los mecanismos de comunicación y el interés por el comercio de productos de origen natural acelera más la actividad extractivista, como está sucediendo con la uña de gato (*Uncaria tomentosa*), liana de gran tamaño que crece en el bosque, y que posee semejanza con otras especies pero de igual nombre popular en América Latina.

Otro ejemplo importante son las Reservas Extractivistas establecidas en Brasil, de donde se extrae la nuez de Brasil. Este tipo de extracción tiene menores posibilidades de poner en peligro a la especie (Viana *et al.* sf). Sin embargo, no sucede lo mismo con la raicilla, una hierba del sotobosque, de la cual se comercializa la raíz, lo que afecta directamente a la planta y disminuye su población natural, máxime cuando se considera, *a priori*, que es una especie esclófito.

Evidentemente el extractivismo pone en peligro la biodiversidad de los ecosistemas tropicales al no valorar la especie, sino únicamente el producto cosechado. Esa misma situación resta valor económico a la especie en el bosque, mientras que en plantaciones el valor más bien aumenta.

Categorías de uso de los PNMB

En el aprovechamiento maderero, el órgano que se utiliza es el tejido leñoso o fuste, que posee características morfológicas semejantes en casi todas las especies. Lo contrario sucede con las especies vegetales no maderables del bosque, para las que hay una amplia gama de categorías de uso, especies aprovechadas y productos obtenidos, y aún de segmentos del bosque donde se encuentran, ya que pueden crecer en el sotobosque o en diferentes estratos del bosque. Por ejemplo la familia Orchidaceae se distribuye desde el sustrato suelo, hasta llegar a las epífitas (debido a sus características biológicas), ocupando diversos niveles en el bosque.

Las diferentes categorías están formadas por una diversidad de especies (hierbas, arbustos,

árboles, epífitas, parásitas) y de órganos cosechados, lo que puede significar un problema para implementar medidas silviculturales para su manejo. Por esta razón es evidente la importan-

cia de definir el producto u órgano por cosechar, con el propósito de definir las variables que correspondan al producto de interés.

Categorías de productos no maderables del bosque:

Alimenticias	Organos como frutas, hojas, semillas, bebidas y carnes u otros subproductos de origen animal
Medicinales	Los órganos varían entre corteza, raíz, hojas, flores, frutos, semillas y madera en menor grado
Fibras	Se clasifican en fibras duras y suaves de acuerdo con el órgano cosechado; es común el empleo de hojas jóvenes y maduras, cortezas, raíz epigea (familias Araceae y Cyclanthaceae) y tallos, caso de palmas como el bayal (<i>Desmoncus</i> sp.)
Espicias	Organos aprovechados principalmente, fruto y hojas; caso de la jamaica (<i>Pimenta dioica</i>), por su fruto.
Materiales de construcción	Principalmente la familia Arecaceae, su órgano son hojas y en menor grado, tallos
Colorantes	Los órganos varían desde hojas, tubérculos, semillas y flores
Biocidas naturales	Se obtienen de hojas, semillas, frutos, rizomas, raíces.
Ornamentales	Diversos órganos se obtienen como semilla, hijuelos, hojas
Exudados	Comprenden gomas, resina, látex, laca y taninos; el órgano de mayor aprovechamiento es la corteza
Aceltes esenciales	Organos importantes son hojas y flores
Forrajes	El órgano principal es la hoja

¿Qué debemos considerar para la investigación silvicultural?

Posiblemente la información etnobotánica y etnofarmacológica existente sobre los productos no maderables del bosque, en relación con su uso en los trópicos, sobrepase las expectativas (Duke y Vázquez 1995, Germosen-Robineau 1995, García 1975, Pittier 1978). De igual forma, son conocidas las metodologías de la etnobotánica, etnofarmacología y etnobiología para determinar el uso de estos recursos naturales (Given y Harris 1994, Martín 1995, Hernández 1985, FAO 1995, Orstom 1990).

La selección de especies sean estas de uso actual o potencial debe basarse en criterios biológicos y tecnológicos acordes con el producto

que se cosecha, a fin de contar con información en variables prácticas que faciliten el manejo de poblaciones de las especie(s) seleccionada(s). Para ello debemos tener claro cuál es el producto que se va a cosechar.

La mayoría de las veces, este producto corresponde a un órgano determinado: las hojas en el caso de xate (*Chamaedorea* spp), la raíz en derriis (*Lonchocarpus* sp.), el fruto en la nuez de Brasil, la inflorescencia masculina en la palma pacaya (*Chamaedorea* spp), la corteza o ramillas en hombre grande (*Quassia amara*).

Parte importante del proceso es la determinación de los hábitos de crecimiento de las especies en relación con el tipo de planta: hierba, arbusto, liana terrestre o epífita. El Cuadro 1 hace referencia a productos no maderables del bosque provenientes de diferentes tipos de plantas.

Cuadro 1. Ejemplos de productos no maderables del bosque por tipo de planta

Familia	Nombre científico	Nombre común	Tipo	Producto
Arecaceae	<i>Chamaedorea elegans</i>	xate	palma pequeña	hoja
Arecaceae	<i>Chamaedorea exhortiza</i>	pacaya	palma mediana	inflorescencia
Arecaceae	<i>Euterpe edulis</i>	palmito	palma mediana	tallo
Araceae	<i>Monstera sp.</i>	mimbre	liana hemiepipfita	raíz epígea
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea chica</i>	kamak	liana	hojas
Sapotaceae	<i>Manilkara zapota</i>	chicle	árbol	exudado
Simaroubaceae	<i>Simarouba amara</i>	aceltuno	árbol	corteza
Simaroubaceae	<i>Quassia amara</i>	hombre grande	arbusto	corteza, madera
Smilacaceae	<i>Smilax chiriquensis</i>	zarzaparrilla	liana	raíz
Moraceae	<i>Dorstenia contrayerba</i>	contrayerba	hierba	raíz

¿Cómo integrar los productos no maderables al manejo del bosque?

Es evidente que aún no existen todas las herramientas técnicas que posibiliten la inclusión de los productos no maderables en el aprovechamiento forestal, orientado hacia el manejo diversificado de los bosques. Por ejemplo, para determinar las pautas silviculturales que permitan incluir una especie en un sistema de producción es necesario estudiar los aspectos biológicos y ecológicos que influyen en su productividad.

Como parte de la metodología para la incorporación de los productos no maderables en sistemas de aprovechamiento diversificado de los bosques, el proyecto Olafo ha desarrollado el siguiente sistema (Ling *et al.* 1996):

- Acercamiento inicial a la especie, desde la búsqueda de información bibliográfica básica hasta las observaciones iniciales de campo tendientes a ganar conocimientos sobre los individuos.
- Desarrollo de las herramientas suficientes para caracterizar la estructura poblacional de la especie en cuanto a estados de desarrollo y capacidad de producción de los individuos.
- Desarrollo de las herramientas suficientes para estimar el producto cosechable en una población, determinando la relación

entre variables de medición práctica en la subpoblación productiva y la cantidad de producto cosechable.

- Desarrollo de una propuesta de sistema silvicultural, basada en conocimientos ecológicos de la especie, que considere su comportamiento ante diferentes prácticas de manejo forestal diversificado.
- Diseño de un plan de aprovechamiento sostenible de la especie dentro de una unidad de manejo con base en el sistema silvicultural propuesto, el crecimiento de la especie y las existencias del recurso en la unidad de manejo.

Estrategias de manejo de PNMB

El Proyecto Olafo ha empleado dos estrategias de manejo de los PNMB:

- El manejo de un solo recurso: por ejemplo, la investigación realizada sobre *Quassia amara* arbusto con propiedad biocida natural en un bosque tropical de la Reserva de la Biosfera La Amistad, Costa Rica, en beneficio de una comunidad indígena (Marmillod *et al.* 1995).
- El manejo de uno o más recursos no maderables en un sistema donde también se aprovecha la madera (Gálvez 1996). En esta estrategia debe considerarse el efecto de la corta de la madera en el ambiente del bosque, y la respuesta de la especie no

maderable a ese disturbio. Esta respuesta no puede considerarse, *a priori*, ni positiva ni adversa al estado de los productos no maderables del bosque, sino que depende de

la categoría taxonómica de la especie en estudio. Esta estrategia es lo que consideramos como manejo diversificado, múltiple e integral del bosque.

Bibliografía

- DUKE, A.; VÁSQUEZ, R. 1995. Amazonian Ethnobotanical dictionary. CRC Press, Boca Ratón. 215 p.
- FAO. 1995. Report of the International Expert Consultation on Non-Wood Forest Products. Non Wood Forest Products 3. FAO. 465 p.
- GALVEZ, J. 1996. Elementos técnicos para el manejo forestal diversificado de bosques naturales tropicales en San Miguel, Petén, Guatemala. Tesis M. Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 163 p.
- GALVIS, G. 1994. Economía extractiva y desarrollo sostenible. Rev. Acad. Cienc. 19(73):229-304.
- GARCÍA, H. 1975. Flora medicinal de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional, Bogotá, Colombia. Tomo 2. 538 p.
- GERMOSEN-ROBIENAU, L. 1995. Hacia una farmacopea caribeña. Investigación científica y uso popular de plantas medicinales en el Caribe. TRAMIL, Santo Domingo. 696 p.
- GIVEN, D.; HARRIS, W. 1994. Techniques and methods of ethnobotany. Commonwealth Secretariat, London. 148 p.
- HERNÁNDEZ, E. 1985. Obras de Efraim Hernández Xolocotzi. Revista de Geografía Agrícola, Universidad Autónoma de Chapinigo. Tomo 1, 428 p.
- ITTO. Status and potential of non timber products in the sustainable development of tropical forests. Proceedings of the International Seminar, Kamakura, Japan, 17 november 1990. Technical series No. 11. 83 p.
- JENKINS, M.; OLDFIELD, S. 1992. Wild plants in trade. TRAFFIC International, WWF. 36 p.
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos: los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas; posibilidades y métodos para un aprovechamiento sostenido. Alemania, GTZ 335 p.
- LING, F.; VILLALOBOS, R.; MARMILLOD, D.; ROBLES, G. 1996. Aprovechamiento de productos no maderables del bosque en el área demostrativa de Talamanca. In Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales Tropicales, Curso Intensivo Internacional, Vol 2: Estudios de caso.s. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Manual Educativo No. 34. 73 p.
- MARMILLOD, D.; CHANG, Y.; BEDOYA, R. 1995. Plan de aprovechamiento sostenible de *Quassia amara* en la reserva indígena de Kékoldi. In Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Ocampo R., Editor. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie técnica, Informe técnico No. 267. ???p.
- MARTIN, G. 1995. Ethnobotany, a methods manual. Chapman & Hall, London. 268 p.
- OCAMPO, R.; RODRÍGUEZ, J.; SALAS, A, Eds. 1995. El papel de los productos no maderables en el manejo diversificado del bosque. Consulta para Centroamérica y el Caribe, 17 al 21 de julio de 1995, CATIE, Turrialba, Costa Rica. CCAB-APUICN. 30 p.
- OCAMPO, R. 1995. Etnobotánica y etnofarmacología: disciplinas de valor en la domesticación de plantas. In Memoria de la Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y El Caribe, Santiago de Chile, 4 al 8 de julio de 1994. FAO. Serie Forestal No. 1. pp. 118-124.
- ORSTOM. 1990. Ethnopharmacology, sources, methods, objectives. Premier colloque européen d'ethnopharmacologie, Metz, 23-25 mars 1990.
- PANAYOTOU, I. 1991. Introduction: multiproduct forest management a key to sustainability. In Status and potential of non timber products in the sustainable development of tropical forests. Proceedings of the International Seminar, Kamakura, Japan, 17 november 1990. Technical series No. 11. p.3-8.
- PITTIER, H. 1978. Plantas usuales de Costa Rica. Editorial Costa Rica, San José. 329 p.
- RUIZ, M. 1995. A conceptual framework for CIFOR's research on non wood forest products. CIFOR, Working paper No. 6. 18 p.
- SÁENZ, A. 1970. Historia agrícola de Costa Rica. Serie Agronomía No. 12. Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 1087 p.
- RUIZ, M.; SAYER, J.; COHEN, S., Eds. 1993. El extractivismo en América Latina. UICN-CEE, Amayacu, Colombia. 99 p.
- VIANA, V.; MELLO, R.; MORAIS, L.; MENDES, N. sf. Ecology and management of Brazil nut populations in extractive reserves in Xapuri, Acre. Mimeografiado.

Anexos

Lista de participantes

BOLIVIA

Freddy Contreras

Proyecto BOLFOR
Prol. Beni 149, Santa Cruz
Tel: 591-3 364 704
Fax: 591-3 364 319
Email: bolfor@ugrm.bo

Pedro Saravia

Proyecto BOLFOR
Prol. Beni 149, Santa Cruz
Tel: 591-3 364 696
Fax: 591-3 364 319
Email: bolfor@ugrm.bo

BRASIL

Joao Olegário Pereira de Carvalho

EMBRAPA/CPATU
Caixa Postal 48, 66095-100 Belém, PA
Tel: 55-91 246 5268
Fax: 55-91 226 9845

Marcus Vinício Néves d'Oliveira

EMBRAPA/CPAF-AC
C. Postal 392, BR 364-Km 14, 69900 Rio
Branco, AC
Tel/Fax: 55-68 224 4035
Email: marcusacre@ax.ape.org.br

Maria do Socorro Gonçalves Ferrelra

EMBRAPA/CPATU
Caixa Postal 48, 66095-100 Belém, PA
Tel: 55-91 226 6622; 55-91 246 6333
Email: concli@secom.ufpa.br

Luiz Marcelo Brum Rossi

EMBRAPA/CPAF-RO
Cx. Postal 406, BR 264-Km 5.5, 78900-000 Porto
Velho-RO
Tel: 55-69 222 3080
Fax: 55-69 222 3070; 55-69 222 3857
Email: mrossi@ronet.com.br

José Natalino Macedo Silva

EMBRAPA/CPATU
Caixa Postal 48, 66095-100 Belém, Pará
Tel: 55-91 226 6622
Fax: 55-91 226 9845
Email: natalino@marajo.secom.ufpa.br

Gil Vieira

INPA
Coordenadôria de Pesquisa em Silvicultura
Tropical
PO. Box 478, 69.083-000 Manaus, AM
Tel/fax: 55-92 642 3430
Email: gap@cr-am.inp.br

COLOMBIA

Jorge Ignacio del Valle

Universidad Nacional de Colombia - Sede
Medellín
Apdo. Aéreo 1779, Medellín
Tel: 57-4 230 4578
Fax: 57-4 230 0420
Email: jidvalle@perseus.umcelmed.edce.co

Gonzalo de las Salas

Universidad Francisco José de Caldas
Apdo. Aéreo 12803, Bogotá
Tel: 57-1 342 4706
Fax: 57-1 284 1658; 57-1 245 1118
Email: amartine@fenix.udistrital.edu.co

COSTA RICA

Robin aus der Beek

CATIE 7170, Turrialba
Tel: 506 556 0401
Fax: 506 556 0401; 556 1533
Email: rbeeck@catie.ac.cr

Ana Marlen Camacho

CATIE 7170, Turrialba
Tel/fax: 506 556 0401; 556 1533
Email: mcamacho@catie.ac.cr

Luis Diego Delgado

CATIE 7170, Turrialba
Tel: 506 556 0401
Fax: 506 556 0401; 556 1533
Email: ddelgado@catie.ac.cr

Manuel Guariguata

CATIE 7170, Turrialba
Tel: 506 556 0401
Fax: 506 556 0401; 556 1533
Email: mguarigu@catie.ac.cr

Justine Kent

CATIE 7170, Turrialba
Tel: 506 556 6882
Fax: 506 556 1533
Email: jkent@catie.ac.cr

Daniel Marmillod

CATIE 7170, Turrialba
Tel: 506 556 6882
Fax: 506 556 1533
Email: dmarmillod@catie.ac.cr

Elizabeth Mora

CATIE 7170, Turrialba
Tel: 506 556 0765
Fax: 506 556 0401

David Quirós

CATIE 7170, Turrialba
Tel/fax: 506 556 0401
Email: dquiros@catie.ac.cr

Xinia Robles

CATIE 7170, Turrialba
Tel: 506 556 6431
Fax: 506 556 1533
Email: xrobles@catie.ac.cr

Scott Alexander Stanley

CATIE 7170, Turrialba
Tel/Fax: 506 556 7730
Email: sstanley@catie.ac.cr

Juvenal Valerio

ITCR, Apdo. 159-7050, Cartago
Tel: 506 552 5333
Fax: 506 591 4182
Email: jvalerio@clc.itcr.ac.cr

ESTADOS UNIDOS

Carl Mize

Iowa State University
23 Bessey Hall
Ames IA 50011
Tel: 1-515 294 1456
Fax: 1 515 294 2995
Email: cwmize@iastate.edu

Patricia Negreros-Castillo

Iowa State University
Forestry Dept., Bessey 253-C
Ames IA 50011
Tel: 1-515 294 5708
Fax: 1 515 2942995
Email: pnc@iastate.edu

Jack Putz

University of Florida, Dept. of Botany
Gainesville FL 32611 - P.O. Box 118526
Tel: 1-352 392 1486
Fax: 1-352 392 3993
Email: fep@botany.ufl.edu

Laura Snook

Duke University, School of the Environment
P.O. Box 90328
Durham, NC 27708
Tel: 1-919 613 8108
Fax: 1-919 684 8741
Email: lsnook@env.duke.edu

GUATEMALA

Gustavo Israel Pinelo

CATIE-CONAP
Frente Hotel Sabana, Ciudad Flores, Petén
Tel/fax: 502-9 500 623
Email: g.pinelo%pcattie@mayafor.org.gt

INDONESIA

Wii de Jong

CIFOR
Jl. Gunung Batu 5, Bogor 16001
Tel: 62-251 343652
Fax: 62-251 326433
Email: w.de-jong@cgnet.com

Shigeo Kobayashi

CIFOR
Jl. Gunung Batu 5, Bogor 16001
Tel: 62-251 343652
Fax: 62-251 326433
Email: s.kobayashi@cgnet.com

César Sabogal

CIFOR
Jl. Gunung Batu 5, Bogor 16001
Tel: 62-251 343652
Fax: 62-251 326433
Email: c.sabogal@cgnet.com

INGLATERRA

John Palmer

Tropical Forestry Services
3 Beechcroft Rd., Summertown, Oxford OX2
7AY
Tel: 44-1865 54 004
Fax: 44-1865 311 505
Email: tropical.forestry@rmpic.co.uk

MEXICO

Xavier García Cuevas
INIFAP
Apdo Postal 182, Chetumal, Quintana Roo,
CP 77000
Tel/fax: 52 91 983 20167

NICARAGUA

Alejandro César Mejía
Universidad Centroamericana (UCA)
Facultad de Ciencias Agropecuarias
Apdo. 69, Managua
Tel: 505-2 780 404
Fax: 505-2 673 638
Email: acmc@ns.uca.rain.ni

PERU

Walter Angulo Ruiz
INIA
Av. Centenario Km 4.200, Pucallpa
Tel/fax: 51-64 571 831

Javier Arce Baca
Pro Naturaleza/WWF
Gral. Federico Recavarren 446, Lima 18
Tel: 51-1 446 3801
Fax: 51-1 446 9178
Email: postmaster@fpcn.org.pe

Elsa Sara Arias Ninán
DRA- Madre de Dios
Av. 28 de Julio 482, Puerto Maldonado
Tel/Fax: 51-84 571 023

Juan Baluarte
IIAP
Av. Abelardo Quiñonez Km. 2.5 - Apdo 784,
Iquitos
Tel: 51-94 265 515; 51-94 265 516
Fax: 51-94 265 527, 51-94 265 522

Andrés Castillo Quiliano
Proyecto INRENA/ITTO
Av. Centenario Km 4.200, Pucallpa
Tel/Fax: 51-64 574 410

Violeta Colán Colán
Proyecto INRENA/ITTO
Av. Centenario Km 4.200, Pucallpa
Fax: 51-64 577 207
Tel/Fax: 51-64 574 410

Nilo Córdova Guerra
Proyecto INRENA/ITTO
Av. Centenario Km 4.200, Pucallpa
Tel/Fax: 51-64 574 410

Martín Cuadrado Hidalgo
UNU, Facultad de Ciencias Forestales
Jr. Inmaculada 102, Pucallpa
Tel: 51-64 574 804

José Escobar
UNAP, Facultad de Ingeniería Forestal
Pevas 584, Apdo. 120, Iquitos
Tel: 51-94 239 141
Fax: 51-94 234 141

Ymber Flores Bendezú
INIA
Av. Centenario Km 4.8, Pucallpa
Tel/fax: 51-64 571 831

Luis Freltas Alvarado
IIAP
Av. Abelardo Quiñonez Km. 2.5 Apdo 784,
Iquitos
Tel: 51-94 265 515; 51-94 265 516
Fax: 51-94 265 527, 51-94 265 522

Yolanda Guzmán
Presidente del IIAP
Av. Abelardo Quiñonez Km. 2.5 - Apdo 784,
Iquitos
Tel: 51-94 265 521
Fax: 51-94 265 527

Ignacio Lombardi
UNALM, Facultad de Ciencias forestales
Apdo. 456 La Molina, Lima 100
Tel: 51-1 433 1130
Fax: 51-1 437 7912

William Pariona Arias
PEPP
Correo Central San Ramón, Chanchamayo
Tel: 51-14 331 336
Fax: 51-14 531 235

Max Pinedo
IIAP
Av. Abelardo Quiñonez Km. 2.5 - Apdo 784,
Iquitos
Tel: 51-94 265 515; 51-94 265 516
Fax: 51-94 265 527, 51-94 265 522

Américo Quevedo Guevara
IIAP
Lima 836, Pucallpa
Tel/Fax: 51-64 573 950

Armando Quispe Santos
INRENA
Psje. San Juan No. 845 Zona "A", San Juan
de Miraflores, Lima 29
Tel: 51-1 450 3165
Fax: 51-1 330 5839

Pedro Reyes Inca
INIA
Av. Centenario Km 4.8, Pucallpa
Tel/fax: 51-64 571 831

Auberto Ricse Tembladera
INIA
Av. Centenario Km 4.8, Pucallpa
Tel/fax: 51-64 571 831

Mauro Ríos
PROBOSQUE
Guillermo Lumbreras 192 - Yarinacochas,
Pucallpa
Tel/Fax: 51-64 572 496

Manuel Soudré Zambrano
INIA
Av. Centenario Km 4.8, Pucallpa
Tel/fax: 51-64 571 831

Rodil Tello Espinoza
UNAP, Facultad de Ingeniería Forestal
Pevas 584, Apartado 120, Iquitos
Tel/Fax: 51-94 234 141

Héctor Vidaurre Arévalo
IIAP
Av. Abelardo Quiñonez Km. 2.5 - Apdo 784,
Iquitos
Tel: 51-94 265 517
Fax: 51-94 265 527

PUERTO RICO

Frank H. Wadsworth
IITF
P.O. Box 25000, Rio Piedras, PR 00928
Tel: 1-787 766 5335
Fax: 1-787 766 6302

VENEZUELA

Oscar Noguera L
ULA, Facultad de Ciencias Forestales
Calle 2 No. 29, Qta. La Carmelita Urb. La
Candelaria - Zumba, Mérida
Tel: 58-74 711 978
Fax: 58-71 401 519
Email: Vincent@faces.ula.ve

Luis E. Rodríguez Poveda
ULA, Facultad de Ciencias Forestales
Urbanización La Mata, Av. Principal con
Calle 12, No. 355 A, Mérida
Tel: 58-74 742 645
Email: javier@bolivar.fnmrd.gov.ve

Lawrence W. Vincent
ULA, Facultad de Ciencias Forestales
Via los Chorros de Milla, Mérida 5101
Tel: 58-74 401 517; 58-74 742 645
Fax: 58-71 401 519
Email: Vincent@faces.ula.ve

Programa del Taller

Sa. 15 + Do. 16

Llegada de participantes a Pucallpa. Traslado al *Hotel-Club Divina Montaña*

Lunes 17

08:00 - 08:30 Registro
08:30- 09:30 Inauguración. Presentación de participantes. Introducción sobre la reunión. Revisión del programa
09:30 - 10:00 Café
10:00 - 12:30 TEMA 1 - Presentación de Conferencia magistral (L.W.Vincent)
Intervención de panelistas. Discusión en plenario
12:30 - 14:00 Almuerzo
14:00 - 15:30 Primer bloque de presentaciones cortas
15:30 - 16:00 Café
16:00 - 17:30 Segundo bloque de presentaciones cortas
17:30 - 18:00 Explicación sobre las sesiones de trabajo en grupo.
Formación de grupos
19:00 - Recepción de bienvenida

Martes 18

08:00 - 10:00 Avances y discusión sobre la monografía
Normas para la preparación de contribuciones
10:00 - 10:30 Café
10:30 - 12:30 TEMA 2 - Presentación de Conferencia magistral (F.Wadsworth)
Intervención de panelistas. Discusión en plenario
12:30 - 14:00 Almuerzo
14:00 - 17:00 Tema 3 - Presentación de conferencia magistral (J.R.Palmer)
Intervención de panelistas. Discusión de plenario.
17:00 - 18:00 Tercer bloque de presentaciones cortas
20:00 - 21:30 Cuarto bloque de presentaciones cortas

Miércoles 19

06:30 - Salida de gira
08:00 - 09:00 Llegada al poblado A. Von Humboldt. Desayuno
09:00 - 10:00 Viaje al Bosque Nacional Alexander von Humboldt
10:00 - 12:30 Llegada al campamento del Proyecto INRENA/IITO
Manejo Sostenible del Bosque Nacional Alexander von Humboldt. Presentación y recorrido por el bosque
12:30 - 14:00 Salida al cruce Von Humboldt. Almuerzo
14:00 - 14:30 Viaje al Area Piloto del INIA
14:30 - 17:00 Recorrido por ensayos silviculturales en el Area Piloto

... Programa / Miércoles 19

17:00 - 18:00 Regreso a la Estación Experimental A. von Humboldt del
INIA. Instalación en la EEAVH. Tiempo libre
18:00 - 19:30 Cena
19:30 - 21:30 Presentación de trabajos del INIA. Discusión sobre las visitas

Jueves 20

06:30 - 08:00 Desayuno
08:00 - 10:30 TEMA 3 - Introducción y presentaciones de actividades en von Humboldt
11:00 - 13:00 Salida de regreso de la gira
13:00 - 14:30 Almuerzo en Pucallpa. Instalación en el Hotel Divina Montaña
15:00 - 18:00 Trabajo en grupos
18:00 - 19:30 Cena
19:30 - 21:30 Presentación de estudios de caso e iniciativas de proyectos

Viernes 21

08:00 - 12:30 Informes del trabajo en grupos
12:30 - 14:00 Almuerzo
14:00 - 17:30 Plenario de discusión de los resultados por grupo.
Seguimiento al taller. Clausura de la reunión
18:00 - Salida del Hotel para participantes que parten en el vuelo de
la noche hacia Lima

Gira de campo

Los días 19 y 20 de junio se organizó una gira al campo para conocer algunas experiencias de investigación silvicultural en el Campo Experimental Alexander von Humboldt, al oeste de la ciudad de Pucallpa. A continuación se detallan brevemente las dos visitas de campo que se tuvieron durante la gira.

Proyecto Manejo Forestal del Bosque Nacional Alexander von Humboldt

(Presentaciones: Ingenieros Nilo Córdova y Andrés Castillo Quilliano)

El área de operaciones de este proyecto, ejecutado por el INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales) y la ITTO (Organización Internacional de Maderas Tropicales), se localiza a unos 100 km de Pucallpa (siguiendo la Carretera Federico Basadre hasta el km 86 y luego por la Carretera Marginal hasta el km 13).

Según consta en la Síntesis del Plan de Manejo del Proyecto (documento INR-38-DGF, Lima-Perú, 1996):

"El Plan de Manejo para este bosque propiedad del Estado establece pautas para la producción de maderas con fines industriales aplicando prácticas de manejo forestal sustentable, gerencia y administración técnica del bosque sobre una superficie de 138 800 ha, divididas en unidades de gestión anual (UGA) de 3 500 ha cada una. El modelo contempla un trabajo compartido entre el organismo ejecutor, que planifica e implementa la infraestructura básica, y el sector privado, que, a través de subastas públicas anuales accede a parcelas de corta de 200-400 ha y aprovecha la madera con fines comerciales. El Plan contempla ciclos de corta de 30 años y turnos de 60 años, a través del manejo de la regeneración natural con intervenciones de aclareo para eliminar árboles indeseables y el establecimiento de plantaciones de enriqueci-

miento con especies de alto valor comercial en las áreas libres generadas por el aprovechamiento. El Plan incluye un monitoreo permanente sobre parcelas de crecimiento, para estimar los cambios de la masa boscosa en los siguientes ciclos de corta, apoyado por un programa de investigación aplicada. Dentro de esta concepción, se estima que el proyecto debe contribuir a mejorar la producción y productividad del sector forestal peruano, elevar el nivel socioeconómico de las comunidades rurales dentro de su radio de influencia y propiciar la difusión de los beneficios técnicos y económicos del manejo forestal sustentable."

La visita se inició en las instalaciones del campamento forestal del Proyecto, donde se ofreció una explicación sobre las actividades del Proyecto, las experiencias desde su inicio en 1994 y el tipo de problemas o limitantes a la fecha. Posteriormente, el grupo fue dirigido a una sección del área aprovechada en 1995 (UGA-01), donde se habían efectuado plantaciones de enriquecimiento en viales de arrastre y claros ocasionados por la extracción. Se utilizaron dos especies valiosas para las industrias de aserrío y laminado: *Swietenia macrophylla* y *Amburana cearensis*, y una especie de uso común para la fabricación de madera terciada ("plywood"): *Ceiba pentandra*.

Por razón de mal tiempo (lluvias antes de la visita), se tuvo que suspender el recorrido en las parcelas de muestreo permanente, donde a nivel experimental se han ejecutado algunas intervenciones silviculturales para fomentar el crecimiento de la regeneración natural comercial preexistente.

Estación Experimental Pucallpa, Anexo Alexander von Humboldt

(Presentaciones: Ingenieros Walter Angulo, Ymber Flores y Manuel Soudré)

La Estación se localiza en el km 86 de la Carretera Federico Basadre; su administración corresponde al Programa Nacional de Investigación en Agroforestería y Cultivos Tropicales del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agraria).

La visita se concentró en el Area Experimental de 1500 ha. Luego de una explicación del mapa con la ubicación de los ensayos silviculturales bajo diferentes sistemas de plantación, el recorrido incluyó las siguientes parcelas:

Plantación en fajas de enriquecimiento de 10 m de ancho, establecida en 1984 sobre 22 ha en suelo Gleysol, utilizando las siguientes especies: *Cedrela odorata*, *Guazuma crinita*, *Guazuma ulmifolia* y *Parkia oppositifolia*.

Plantación en fajas de enriquecimiento de 5 m de ancho, establecida en 1982 sobre 52 ha en suelos Gleysol y Acrisol, utilizando las siguientes especies: *Swietenia macrophylla*, *Cedrelinga catenaeformis* y *Cedrela odorata*.

Rodal semillero "0", establecido en 1986 con las siguientes especies: *Cedrelinga catenaeformis*, *Amburana cearensis*, *Copaifera reticulata*, *Callcophyllum spruceanum* y *Clarisia racemosa*.

Parcela de manejo de regeneración natural de *Cedrelinga catenaeformis* (tornillo), establecida en 1982 sobre 2,1 ha en suelo Acrisol.

Plantación a campo abierto de *Cedrelinga catenaeformis*, establecida en 1987 sobre 1 ha en suelos Gleysol y Acrisol a un distanciamiento de 3x3 m.

En una sesión nocturna, el grupo recibió una presentación de las diferentes actividades de la Estación Experimental, que abarcan estudios dendrológicos, labores de recolección y procesamiento de semillas, producción de plantas para abastecer parte de las necesidades del Comité de Reforestación de Ucayali, y el seguimiento a las mediciones de las parcelas de plantación y manejo de la regeneración natural.

Comentario final

La discusión al final de las visitas de campo y la presentación del INIA se enfocó más hacia lo observado en el Proyecto ITTO/INRENA. Se cuestionó la insistencia en plantar dentro del bosque (sobre todo con especies como caoba que, como la Estación del INIA lo ha demostrado desde hace varios años, no funcionan en este tipo de plantaciones. Una mejor opción podría haber sido trabajar con la regeneración natural del conjunto de especies listadas en el Plan de Manejo. Según los técnicos del Proyecto, se recurrió a las plantaciones de enriquecimiento solamente para complementar la regeneración del bosque con las especies valiosas cuya regeneración era inexistente o muy escasa. Ellos remarcaron la preferencia hacia el manejo de la regeneración natural, con base en el conjunto de especies de mediano y bajo valor comercial. Sin embargo, un factor limitante para no haber priorizado esta opción en el programa silvicultural del Proyecto es la falta de personal capaz de reconocer la regeneración de estas especies. Este es sin duda un factor que a veces no se toma en cuenta en los planes para manejar la regeneración natural.

Impreso en la Unidad de Producción de Medios del CATIE
en setiembre 1997.

Edición de 500 ejemplares.

Edición

Elizabeth Mora

Diagramación

Silvia Francis S.