

SUBLINEA 4.2:
Conservación de biodiversidad en bosques manejados

LINEA 4:
Desarrollo de Tecnologías para el Manejo Sostenible de Bosques y su Biodiversidad

Responsable:
Bryan Finegan

INTRODUCCIÓN

Es ampliamente aceptado que el futuro de una proporción significativa de la biodiversidad de los bosques del planeta depende de la manera en que se manejan los bosques de producción. En el neotrópico, quizás no más del 10% de la extensión total de bosques naturales podrá llegar a ser conservado en áreas de protección estricta, de manera que es lógico y necesario plantear que se contemplen objetivos adicionales explícitos de conservación de la biodiversidad en bosques naturales manejados para fines de producción. Este enfoque de conservar produciendo es parte integral del concepto moderno de manejo forestal sostenible (MFS), concepto compartido por ONGs conservacionistas como el WWF y en cuya divulgación y aceptación en la región el CATIE ha jugado un papel clave. El enfoque se debe aplicar no solo a los bosques primarios manejados, sino también a los bosques secundarios que se desarrollan en sitios donde el bosque original ha sido reemplazado por sistemas agrícolas o ganaderos, pero que luego son abandonados. La importancia de los bosques secundarios se debe a que en muchas zonas extensivamente deforestadas, ellos representan una de las opciones principales para la recuperación al menos parcial de los servicios que ofrecían los bosques originales. El objetivo general de esta Sublínea es *contribuir a la conservación científicamente bien fundamentada de la biodiversidad en bosques húmedos neotropicales manejados para fines de producción*. El objetivo general tiene dos componentes, 1), la determinación de los efectos en la biodiversidad de bosques primarios y secundarios de las operaciones de manejo para producción, de la fragmentación, y de las interacciones entre estas fuerzas de cambio, y 2), el desarrollo de tecnologías a) de manejo que fomentan la conservación de la biodiversidad en bosques de producción, y b) de evaluación de la efectividad y sostenibilidad del manejo de la biodiversidad a través de Criterios e Indicadores.

Los cuatro proyectos de esta sublínea son:

1. ***Influencia del manejo forestal en la conservación de la biodiversidad*** (B. Finegan). Existe una necesidad urgente de probar hipótesis sobre la conservación de la biodiversidad a nivel de especies dentro de comunidades en bosques perturbados por las operaciones de manejo, sobretodo en el caso de la biodiversidad de plantas, la cual ha sido relativamente poco estudiada. La investigación en este campo proveerá bases científicas mucho más sólidas que ayudarán a la conservación en bosques de producción. La investigación puede no sólo llevar a una conservación más efectiva en bosques manejados, sino también a un manejo más atractivo económicamente, ya que es posible que sus resultados permitan una intervención mayor del bosque que la

posible bajo el enfoque precautorio impuesto por los conceptos de sostenibilidad actuales. Además, precisa desarrollar, para el contexto del manejo forestal, conceptos y metodologías para la evaluación y la acción a nivel de la biodiversidad de comunidades dentro de paisajes y regiones.

2. ***Criterios e Indicadores de Sostenibilidad Ecológica del Manejo de Bosques Naturales*** (B. Finegan). Los estándares - juegos de Principios, Criterios e Indicadores (C e I) - han llegado a tener un papel central en la definición del concepto de sostenibilidad para el manejo forestal en la región, además de que establecen los elementos para la evaluación del manejo por diferentes grupos de interesados. Las instituciones de investigación como CATIE pueden fortalecer el desarrollo y la implementación de dichos estándares. Por ejemplo, los estándares actuales no ponen mucho énfasis en el manejo adaptativo, mientras que el manejo no puede ser sostenible si no es adaptativo. Los estándares actuales no han sido sometidos a procesos de prueba y validación y la evaluación adecuada de la conservación de la biodiversidad en bosques manejados es uno de los mayores desafíos en su desarrollo. Dentro del marco de la problemática anterior, este proyecto pretende apoyar el desarrollo de estándares operacionales para el manejo forestal sostenible en la región. Sus objetivos específicos principales son 1), desarrollar estándares integrados para la evaluación adaptativa de la sostenibilidad ecológica del manejo forestal en bosques húmedos tropicales de la vertiente Atlántica de Nicaragua y Costa Rica y 2), desarrollar protocolos que explican y justifican el contenido de los estándares seleccionados y proveen metodologías para su aplicación. Con relación al primer objetivo, el proyecto está probando y validando los C e I para sostenibilidad ecológica, con énfasis en la conservación de biodiversidad, de los estándares nacionales de Costa Rica y Nicaragua, más los genéricos desarrollados por el Centro para la Investigación Forestal Internacional (CIFOR). Además, el proyecto está proponiendo la incorporación a los estándares nacionales de dichos países de un énfasis mayor en el manejo adaptativo y en el monitoreo de los impactos del manejo en el bosque. Para el segundo objetivo, se están desarrollando propuestas metodológicas que incluyen una para la aplicación del Estándar Nacional para el Manejo Forestal Sostenible de Costa Rica, en coordinación de la Comisión Nacional de Certificación Forestal (CNCF) de ese país. El proceso de desarrollo de propuestas metodológicas es apoyado por el trabajo del proyecto 1.
3. ***Efectos de la fragmentación en la sostenibilidad biológica de bosques manejados para la producción de madera*** (M. Guariguata). El grado de fragmentación del recurso forestal de la región disponible para fines de manejo para producción es alto y sigue creciendo. Este proceso de modificación del bosque natural es de importancia ecológica fundamental. Algunas consecuencias de la fragmentación para las comunidades de flora y fauna de los bosques neotropicales son bien entendidas y marcadas, otras se mantienen como hipótesis que deben de ser probadas en ecoregiones y tipos de bosque contrastantes, y otras inesperadas se vendrán demostrando conforme se acumulen más resultados de investigación. Adicionalmente, es de importancia primordial determinar como interactúan la fragmentación y las operaciones de manejo forestal en la determinación de los cambios en los bosques. Además de la necesidad clara de investigación ecológica aplicada sobre este tema, es notorio el hecho que el

manejo de bosques para fines de producción se está llevando a cabo en un recurso forestal cada vez más fragmentado lo cual no se reconoce en ninguna ley forestal nacional o propuesta de C e I en la región. Es prioritario, entonces, generar recomendaciones para el manejo de bosques fragmentados y para la evaluación de la sostenibilidad de dicho manejo a través de C e I.

4. ***Desarrollo del manejo sostenible de Smilax spp. en ecosistemas naturales y sistemas agroforestales en América Central*** (R. Villalobos). El uso sostenible de productos no maderables de los bosques de la región contribuirá a la conservación de su biodiversidad. *Smilax* es un producto no maderable del bosque de América Tropical; se trata de un género que agrupa varias plantas medicinales nativas. El proyecto se inició en junio del 2000 con el apoyo financiero del Banco Interamericano de Desarrollo a través de FONTAGRO, su objetivo es promover el aprovechamiento sostenible y comercialización de un recurso medicinal nativo del trópico americano con amplio uso tradicional por parte de las comunidades y por la industria fitofarmacéutica mundial. El enfoque de trabajo seguido debe servir como modelo para la promoción de otras plantas medicinales tropicales. Este recurso es representativo del valor del bosque neotropical como sistema productivo, ha sido utilizado desde tiempos previos a la colonia (siendo uno de los primeros productos exportados a Europa), y se mantiene hasta ahora en el comercio local e internacional para la industria farmacéutica y alimentaria, siempre aprovechado a partir de sus poblaciones silvestres. La pérdida de los bosques tropicales y la falta de conocimientos sobre alternativas para su manejo sostenible coloca a este recurso en peligro. Hay gran confusión en cuanto a la identidad de las especies aprovechadas y las claves taxonómicas disponibles hasta el momento no permiten una identificación confiable de los materiales en el campo, con el consecuente riesgo para la salud de los consumidores.

ESTRATEGIAS, RESULTADOS, PRODUCTOS E IMPACTOS

Proyecto 1: Influencia del manejo forestal en la conservación de la biodiversidad

¿Cómo se hizo y con quienes?

El énfasis principal del trabajo es en la biodiversidad vegetal, y se viene realizando en la Red de Sitios de Investigación a Largo Plazo descrito en el informe de la Línea 4, Sublínea 1, Proyecto 2, del presente documento. Dentro de este contexto, entonces, es investigación que se desarrolla en cuatro países en colaboración con 10 instituciones o empresas nacionales, con alto potencial a corto plazo para incorporar a otro país, Guatemala, y las instituciones correspondientes. La metodología básica utilizada es la de parcelas permanentes de muestreo (PPM), adaptada para el estudio de la biodiversidad del rodal ≥ 10 cm dap, tanto como la del sotobosque (individuos ≥ 2.5 cm y ≤ 9.9 cm dap). Se enfatiza la integración en los mismos sitios de los estudios de crecimiento y rendimiento del bosque (Línea 4, Sublínea 1, Proyecto 2) y los del impacto del manejo en la biodiversidad vegetal, dentro del marco del enfoque ecoregional. Se han realizado dos estudios de caso de comunidades de invertebrados (mariposas y escarabajos estiércoleros) en bosques manejados, en el Petén, Guatemala y en

Sarapiquí, Costa Rica, este último en estrecha colaboración con la Fundación de Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR) La conceptualización para la caracterización y la evaluación de la biodiversidad de bosques manejados a nivel de la variedad de comunidades naturales dentro de paisajes se llevó a cabo a través de una revisión y síntesis de literatura, ejecutada y publicada dentro del marco del *Task Force* sobre Manejo Forestal Sostenible de la Unión Internacional de Instituciones de Investigación Forestal (IUFRO). Dentro del contexto de este último tema, investigaciones con el objetivo de delimitar y describir comunidades boscosas distintas dentro de paisajes se han llevado a cabo en sitios de la Red en Costa Rica y Nicaragua.

Resultados principales:

Investigaciones sobre el impacto del manejo forestal en la riqueza de especies vegetales han sido llevadas a cabo en bosques dominados por *Pentaclethra macroleoba* (dos sitios) y un bosque situado a elevaciones intermedias en la Cordillera de Nombre de Dios, costa norte de Honduras, y caracterizado por *Vochysia cf. jefensis* y *Euterpe precatoria* (todos los sitios en la Ecoregión del Bosque Húmedo del Atlántico de Centroamérica). Estas investigaciones abarcan regímenes de intervención caracterizados por intensidades bajas o intermedias de aprovechamiento de madera, pero tratamientos silviculturales intensivos (en los sitios costarricenses solamente), con periodos de estudio que superan los diez años en Costa Rica. En cada uno de los tres sitios, se mostró que la riqueza y diversidad de especies de planta en las parcelas intervenidas no difieren de las de bosques sin intervención, a pesar de que la estructura del bosque y las tasas de crecimiento de los árboles comerciales típicamente muestran diferencias estadísticamente significativas entre regímenes de intervención. La biodiversidad es definida no solo por cuantas especies se encuentran, sino también, cuales especies son – o sea, la composición del bosque. Ciertas características de la estructura de las comunidades de los bosques tropicales hacen que la identificación de cambios en la composición sean más difíciles, en estudios en PPM, que la de cambios de riqueza y diversidad. Se están implementando estudios que llenarán esta necesidad de información adicional, aunque si es claro que los cambios en los bosques estudiados serán sutiles. Mientras tanto, se cuentan con los resultados de simulaciones para bosques manejados de *Pentaclethra* realizadas con el modelo Gavilán (Línea 4, Sublínea 1, Proyecto 2), que indican que la riqueza y diversidad del bosque se mantienen a largo plazo, y que las especies más importantes del bosque original mantienen esa importancia. La composición del bosque simulado cambia solamente con el ingreso de algunas especies heliófitas a la lista de especies más importantes ecológicamente. A nivel de la biodiversidad de comunidades dentro de paisajes, se ha determinado y se está promoviendo que el manejo forestal debe basarse en un entendimiento de las diferencias ecológicas entre tipos de bosque dentro de unidades de manejo forestal (umf), y que las áreas de conservación dentro de las UMF deben abarcar muestras representativas de cada tipo de bosque.

Productos:

1. A partir de 1996, 4 publicaciones en revistas y libros internacionales con revisión independiente, y 13 en medios regionales o nacionales con revisión independiente.
2. Graduados de la Escuela de Postgrado de CATIE a partir de 1996: 9 del Programa de

Maestría. 3. Un curso intensivo sobre técnicas de investigación en parcelas permanentes de muestreo, 20 participantes (compartido con Sublínea 4.1, Proyecto 2).

Impactos directos:

Los impactos directos de este proyecto se pueden medir en términos del personal formado directamente y de los lectores de las publicaciones.

Impactos indirectos:

FUNDECOR está implementando un monitoreo en sus bosques de producción con técnicas derivadas de las investigaciones sobre biodiversidad de invertebrados.

Proyecto 2: Criterios e Indicadores de Biodiversidad en Bosques Manejados

¿Cómo se hizo y con quienes?

La metodología para la prueba y validación de los C e I ecológicos iniciales, y la incorporación de un mayor énfasis en el manejo adaptativo y el monitoreo a las propuestas nacionales (objetivo específico 1), se adaptó de la establecida por el CIFOR. Esta metodología involucró el trabajo de grupos de expertos, en gabinete, en el campo y en talleres. Para Costa Rica, los C e I ecológicos iniciales se tomaron del estándar de la CNCF, y para Nicaragua, del estándar propuesto por el INAFOR y de las Normas Técnicas y Disposiciones Administrativas para el Manejo Forestal del Bosque Tropical Latifoliado, también de INAFOR. Para ambos países, el conjunto inicial de C e I también incluyó los elementos genéricos para la evaluación adaptativa del impacto del manejo en la biodiversidad del bosque propuestos por el CIFOR. Los miembros de los grupos de expertos que participaron en este proyecto representaron, para Costa Rica, el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC), FUNDECOR, el Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio), el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), la Universidad Nacional Autónoma (UNA), el Colegio de Agrónomos y los regentes forestales independientes. Para Nicaragua, los expertos representaron al Instituto Nacional Forestal (INAFOR), el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA), la Universidad Centroamericana (UCA), la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en León (UNAN), la ONG Nicambiental, encargado del desarrollo de un estándar nacional para la certificación forestal voluntaria, y el equipo nacional del proyecto CATIE-TRANSFORMA. Para el objetivo específico 2, se colaboró con FUNDECOR y la CNCF.

Resultados principales:

En lo que respecta al objetivo específico 1), las fortalezas y las debilidades de las propuestas originales fueron reveladas y un alto grado de modificación y rechazo de los elementos originales por los grupos de expertos en ambos países mostró la importancia de la prueba y validación de los estándares. En ambos países también se enfatizó la necesidad de contar con documentación adicional para convertir los estándares en herramientas operacionales, entre

otros, un Código de Prácticas. Se llegó a definir estándares adaptativos para la evaluación de la sostenibilidad ecológica del manejo de bosques húmedos de la vertiente atlántica para cada país, y hubo apertura alentadora al manejo adaptativo y el monitoreo que requiere. El juego genérico del CIFOR resultó ser una fuente útil de indicadores de sostenibilidad ecológica, aunque el protocolo suministrado por el CATIE (objetivo específico 2) constituyó un apoyo decisivo para la evaluación de los elementos del CIFOR. No obstante, sobre todo en el caso de Nicaragua, se reconoció que las condiciones para que se implemente el monitoreo en unidades de manejo forestal no existen actualmente. Para el objetivo específico 2), se desarrolló una propuesta metodológica para la aplicación del estándar nacional costarricense. Esta propuesta recibió una prueba operacional por miembros del SINAC, de ONGs de manejo forestal, y representantes de los regentes forestales. La retroalimentación de estas personas después de las pruebas operacionales se utilizó para preparar una metodología definitiva.

Productos:

1. A partir de 1996, 2 publicaciones en revistas y libros internacionales con revisión independiente, y 2 en medios regionales o nacionales con revisión independiente. Varias publicaciones, incluyendo un *Policy Brief*, las dos propuestas de estándar adaptativo para la evaluación de la sostenibilidad ecológica, y la metodología para la aplicación del estándar nacional costarricense, se están terminando. 2. Graduados de la Escuela de Postgrado de CATIE a partir de 1996: 1 del Programa de Maestría.

Impactos directos:

Los impactos directos de este proyecto se pueden medir en términos del personal formado directamente y de los lectores de las publicaciones.

Impactos indirectos:

Se dará con la adopción por el Estado costarricense, probablemente durante el 2002, de la metodología para la aplicación del estándar nacional.

Proyecto 3: Efectos de la fragmentación en la sostenibilidad biológica de bosques manejados para la producción de madera

¿Cómo se hizo y con quienes?

Este proyecto ha sido una iniciativa del Proyecto de Silvicultura de Bosques Naturales (CATIE/COSUDE) y se ha ejecutado en la zona de Sarapiquí, Costa Rica, en estrecha colaboración con FUNDECOR, socio clave de CATIE en todo lo referente a la sostenibilidad ecológica del manejo de bosques naturales. Hasta la fecha, el proyecto ha enfocado los posibles efectos de la fragmentación y el manejo forestal en el tema clave de la ecología reproductiva de especies arbóreas maderables de la zona. La fragmentación y el aprovechamiento forestal reducen la abundancia de árboles reproductivamente maduros. Además, la modificación del hábitat que provocan ambas fuerzas de cambio (incluyendo su

facilidad de acceso a los cazadores) pueden reducir las poblaciones de agentes de polinización tanto como de diseminación, cuyas interacciones con las especies arbóreas de los bosques tropicales son de importancia primordial. En conjunto, estos factores pueden conllevar una reducción del éxito de la regeneración de las especies arbóreas, perjudicando la viabilidad de sus poblaciones en el largo plazo. Se seleccionaron especies arbóreas consideradas especialmente susceptibles a la decadencia poblacional en bosques fragmentados manejados, con base en las características de su biología reproductiva y su tipo de interacción con la fauna dispersora. Para estas especies se han estudiado la producción, la viabilidad, la remoción, la dispersión y la germinación de semillas, y el establecimiento, el crecimiento y el grado de herbivoría en plántulas. Los sitios de estudio fueron tres bosques fragmentados bajo manejo (el rango de tamaños de fragmento fue de 117-344 ha), y se utilizó el bosque protegido de la Estación Biológica La Selva como sitio testigo.

Resultados:

Ni la distancia entre árboles machos y hembras en dos especies comerciales dioicas, ni el tipo de hábitat (fragmento o bosque testigo) influyeron en la producción y la viabilidad de semillas. Este resultado sugiere que la modificación del hábitat no ha influido en el flujo de polen entre individuos de estas especies de exocruza obligatoria. Los fragmentos parecen mantener comunidades de algunas especies de mamíferos no-voladores de tamaño pequeño y mediano, que influyen en la remoción y la depredación de semillas tanto como en la herbivoría de plántulas. La depredación de semillas de *Dipteryx panamensis* fue mayor en los fragmentos que en el bosque testigo, y la dispersión efectiva de semillas mayor en el bosque testigo, aunque es posible que el agente más importante de dispersión de esta especie sea un murciélago. Por otra parte, el crecimiento, la supervivencia y la abundancia de plántulas de esta especie heliófita fueron mayores en los fragmentos. Es claro que la germinación de semillas de *Carapa guianensis*, pero no las de *Dipteryx*, es mayor después del entierro por guatusas (*Dasyprocta punctata*), animales escasos en los fragmentos; sin embargo, se detectó dispersión efectiva de semillas de *Carapa* solamente en dos de los fragmentos. Los resultados y conclusiones de este proyecto son aplicables al contexto de tamaño de fragmento y de las características del paisaje circundante en la zona de estudio. En términos generales, los resultados son complejos y, aunque se detectan algunas evidencias claras de efectos del manejo y la fragmentación en la ecología reproductiva de las especies arbóreas estudiadas, dichas evidencias no corresponden con escenarios simplistas de decadencia de procesos ecológicos en bosques fragmentados manejados. En muchos casos, cada especie muestra un comportamiento individualista. En términos generales, la influencia clara de las interacciones planta-animal en los procesos de regeneración de especies arbóreas en los bosques fragmentados manejados, obliga a la consideración del manejo de la fauna en los planes de manejo. Por otra parte, sería conveniente mantener un monitoreo de la producción y la viabilidad de semillas de especies arbóreas comerciales en estos bosques, para detectar, y responder, a cualquier disminución.

Productos:

1. A partir de 1996, 2 publicaciones en revistas y libros internacionales con revisión independiente, y 4 en medios regionales o nacionales con revisión independiente.

2. Graduados de la Escuela de Postgrado de CATIE a partir de 1996: 4 del Programa de Maestría.

Impactos directos:

Los impactos directos de este proyecto se pueden medir en términos del personal formado directamente y de los lectores de las publicaciones.

Proyecto 4: Desarrollo del manejo sostenible de *Smilax* spp. en ecosistemas naturales y sistemas agroforestales en América Central

¿Cómo se hizo y con quienes?

La Investigación se realiza en Costa Rica y en la vertiente Pacífica de Guatemala y de Nicaragua, con la ayuda de las contrapartes: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua en León (UNAN), que coordina los trabajos en ese país y la investigación taxonómica; la Escuela de Agronomía del Instituto Tecnológico de Costa Rica Sede Regional Santa Clara de San Carlos (ITCR), que apoya la investigación sobre propagación y rescate de materiales promisorios. La Universidad de Costa Rica (UCR), a través de su Laboratorio de Ensayos Biológicos (LEBI) se encarga de los análisis de actividad biológica y potencial farmacéutico, y por medio del Centro de Investigaciones en Productos Naturales (CIPRONA), del análisis químico de los extractos. Se contempla además la contratación de consultores en temas específicos. En Guatemala se han contratado los servicios del herbario de la Universidad del Valle para la colecta e identificación preliminar de muestras botánicas y de la empresa Farmaya, que realiza los análisis de actividad antimicrobiana.

Resultados:

Se desarrolla una estrategia para crear una clave práctica de campo que permita al menos identificar taxonómicamente los grupos de especies incluidos dentro de las denominaciones populares. Se están colectando muestras botánicas con flores de ambos sexos además de órganos subterráneos de las principales variedades con mercado medicinal en la región. Ya se hizo el primer análisis taxonómico de los materiales existentes en los herbarios nacionales de Costa Rica, determinando las principales contradicciones y posibles confusiones. La identificación adecuada de especies, que se coordina con la UNAN, acompañada de los análisis químicos y de actividad biológica realizados en conjunto con la UCR, permitirá definir aquellas especies más seguras e interesantes para su uso, conservación y promoción en sistemas productivos rurales. Se tienen identificadas varias poblaciones de materiales comerciales a las cuales se les da seguimiento fenológico periódico, como parte de su caracterización biológica, estas poblaciones pueden servir como fuente de materia prima una vez determinados los materiales más prometedores para la industria farmacéutica. Se investigan diversas formas de propagación: sexual, vegetativa en el campo, *in vitro*, con el apoyo del laboratorio de semillas forestales de CATIE y de los Laboratorios de Biotecnología de CATIE y del ITCR, que permitan promover la producción de especies promisorias. Para el establecimiento de ensayos en plantaciones forestales el ITCR realiza la reproducción masiva de zarzaparrilla. Se han

establecido dos investigaciones sobre la multiplicación de cuculmecha con trozos de rizoma en colaboración con el jardín Agroecológico de Plantas medicinales de la organización TRAMIL-ENDA CARIBE, en el Atlántico de Costa Rica y con una empresa privada, en el norte del país. Para los principales materiales comerciales de la región se realizan ensayos de toxicidad subcrónica y actividad diurética en el LEBI, se ha iniciado el análisis químico para la cuantificación de antocianinas y sapogeninas en los extractos en el CIPRONA, mientras el departamento de Farmacología de la Universidad de Granada, España, apoya gratuitamente con la determinación de la actividad antioxidante de estos materiales.

Productos:

1. Primer análisis de la situación taxonómica de los materiales comercializados en Costa Rica.
2. Muestras botánicas completas recolectadas en Guatemala, Nicaragua y Costa Rica.
3. Parcelas experimentales establecidas y monitoreadas en plantaciones forestales y agroforestales en Costa Rica y Guatemala.
4. Principales materiales comerciales caracterizados en cuanto a toxicidad subcrónica.
5. Actualización de métodos de propagación *in vitro* para zarzaparrilla.
6. Poblaciones naturales de materiales comerciales identificadas en la región, algunas en proceso de seguimiento fenológico.
7. Inclusión de las experiencias del proyecto en la temática sobre productos no maderables del bosque impartida en los cursos de postgrado del CATIE.
8. Capacitación de estudiantes de la UNAN involucrados en Nicaragua.
9. Difusión a los visitantes de la parcela experimental en el Jardín Agroecológico de Plantas Medicinales del proyecto TRAMIL, en el Atlántico de Costa Rica.

PERSPECTIVAS

Proyecto 1: Influencia del manejo forestal en la conservación de la biodiversidad

Inevitablemente, es prioritario asegurar el seguimiento a largo plazo de investigaciones de este tipo (ver Perspectivas, Sublínea 4.1, Proyecto 2). Además, existen oportunidades importantes para apoyar y fortalecer el desarrollo del manejo forestal sostenible en la región con base en este proyecto: a), mejorar la capacidad de modelar los cambios de biodiversidad vegetal en bosques manejados (el modelo *Gavilán* - Sublínea 4.1, Proyecto 2 – representa un esfuerzo pionero en este sentido), b), realizar análisis interdisciplinarios que comparan diferentes intensidades de intervención del bosque desde los puntos de vista financieros y ecológicos (*tradeoffs*), c), desarrollar, probar y validar técnicas de monitoreo de grupos prioritarios de organismos, y d) divulgar documentos tipo *policy brief* y otros sobre el tema, contribuyendo así a contrarrestar las tendencias alarmistas en el debate público sobre el efecto del manejo forestal en la biodiversidad. Finalmente, se ha acumulado una gran cantidad de información apta para su publicación en revistas internacionales.

Proyecto 2: Criterios e Indicadores de Biodiversidad en Bosques Manejados

Este proyecto ha generado fortalezas en CATIE y sus socios en tres rubros claves – el proceso de prueba y validación de propuestas de estándares, los protocolos para la aplicación de los estándares, y la conceptualización y aplicación de la evaluación de la biodiversidad dentro del contexto de la sostenibilidad ecológica. Se debe asegurar, a corto plazo, la publicación y divulgación, en diferentes medios, de la experiencia hasta la fecha. Además, se debe mantener y ampliar las relaciones institucionales establecidos durante la ejecución de este proyecto y buscar financiamiento adicional, para poder construir sobre las fortalezas establecidas y seguir brindando apoyo, ojalá decisivo, al desarrollo y la implementación de los estándares de la región.

Proyecto 3: Efectos de la fragmentación en la sostenibilidad biológica de bosques manejados para la producción de madera

Este proyecto es pionero, importante y ofrece mucho potencial para su ampliación a mediano plazo. Se puede aumentar el alcance de la investigación en rubros como la interacción del manejo y la fragmentación en la determinación de la productividad y la biodiversidad a nivel de la comunidad entera. Además, es prioritaria la integración de los análisis a nivel de comunidad y de sitio con investigaciones de la estructura y composición de paisajes hechos con base en sensores remotos y SIG, para avanzar hacia propuestas de manejo de bosques a nivel de paisaje.

Proyecto 4: Desarrollo del manejo sostenible de *Smilax* spp. en ecosistemas naturales y sistemas agroforestales en América Central.

CATIE debe procurar mantener investigaciones en un grupo de productos no maderables del bosque tropical representativos de diferentes hábitos de crecimiento, nichos ecológicos y demandas de mercado. El trabajo con *Smilax*, lo mismo que la investigación sobre *Quassia amara*, nos permite mantenernos vigentes en el tema de plantas medicinales del bosque tropical.