

# Editorial

## *El manejo integrado de cuencas hidrográficas como enfoque para la gestión de los recursos naturales y el ambiente*

La elevada tasa de crecimiento poblacional, la inseguridad alimentaria, el alto riesgo a los desastres naturales y el aumento de la pobreza en las zonas rurales están entre los problemas más importantes que enfrentan la mayoría de los países en desarrollo. En América Tropical, esta problemática se relaciona estrechamente con la degradación de los recursos naturales y su interacción con la elevada vulnerabilidad socioambiental y biofísica en las cuencas hidrográficas.

En todos los ámbitos geográficos, el tema de cuencas hidrográficas y el uso de este espacio territorial como unidad básica de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales y del ambiente adquiere cada día mayor importancia por el interés y preocupación de no solo los actores directos (comunidades, organizaciones locales, municipalidades, instituciones nacionales, sector privado, sector público y población civil), sino también de los organismos donantes y cooperantes.

Después de la Cumbre de la Tierra (1992), se ha venido incrementando la inversión de los organismos de desarrollo y donantes para el financiamiento e implementación de proyectos de desarrollo y manejo participativo de cuencas hidrográficas. Paralelamente, los actores locales van tomando cada vez mayor conciencia de la necesidad e importancia de manejar racionalmente los recursos naturales y de revertir, o al menos detener, los acelerados procesos de degradación ambiental. La meta es buscar un equilibrio entre producción y conservación, de manera que se pueda *'producir conservando y conservar produciendo'*, en diferentes escalas y con horizontes de planificación a corto, mediano y largo plazo. La visión de largo plazo es la gestión integral de los recursos naturales y del ambiente, como base para el crecimiento económico con equidad, el desarrollo integral y el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

El enfoque de manejo de cuencas considera a esta unidad hidrológica como el escenario biofísico y socioeconómico natural y lógico para la caracterización, diagnóstico, planificación, implementación, ejecución, seguimiento y evaluación del uso de los recursos naturales, así como para el análisis ambiental. Bajo este enfoque, las unidades de producción (por ejemplo, la finca) son el ámbito adecuado para implementar el manejo de los recursos según la vocación de la cuenca, su capacidad de carga y la dinámica de su entorno ecológico y socioeconómico. La conjunción de todas las unidades bien manejadas permite lograr el manejo integral de la cuenca.

La planificación, el manejo y la gestión de cuencas se basan en los enfoques sistémico y socioambiental para desarrollar procesos de largo plazo en busca de la sostenibilidad y sustentabilidad de los recursos naturales. En estos enfoques, el agua es el recurso estratégico e integrador del manejo de cuencas.

En enfoque sistémico significa que la cuenca es un todo funcionalmente indivisible e interdependiente, en el que interactúan en el tiempo y en el espacio los subsistemas social, cultural, económico, político, legal, institucional, tecnológico, productivo, biológico y físico. Este enfoque también considera la interacción e interconexión entre las partes alta, media y baja de la cuenca, la propuesta de opciones de manejo y gestión basada en el análisis participativo de los problemas, sus causas y consecuencias y el aprovechamiento racional de sus potencialidades.

El enfoque socioambiental implica que el ser humano, la familia, la comunidad y sus organizaciones constituyen el objetivo central del manejo de cuencas, porque de sus decisiones y gestiones dependen el uso, manejo, conservación y protección de los recursos naturales y del ambiente. Este enfoque busca el cambio de actitudes y el fortalecimiento de las capacidades para el empoderamiento social, manteniendo una articulación adecuada entre los gobiernos locales, las instituciones nacionales y otras organizaciones de base responsables del manejo de cuencas.

El enfoque de manejo de cuencas también se articula con el ordenamiento territorial como un mecanismo para viabilizar la aplicación de políticas y acciones requeridas para la planificación de los recursos naturales, con base en la capacidad de uso de las tierras y las necesidades presentes y futuras de las poblaciones.

En cuencas de montaña, el enfoque del manejo y gestión de cuencas hidrográficas se relaciona estrechamente con la reducción de la vulnerabilidad y riesgo a desastres naturales. Por ejemplo, América Central, por sus características geográficas, geológicas, geomorfológicas, climáticas y socioeconómicas es una zona altamente vulnerable y propensa a amenazas naturales como huracanes, inundaciones, deslizamientos, avalanchas, sequías, sismos y erupciones volcánicas. El manejo de cuencas tiene aquí, como fin primordial, la reducción de la vulnerabilidad, principalmente la asociada con fenómenos hidroclimáticos.

CATIE ha acumulado una amplia experiencia en el manejo integrado de cuencas hidrográficas en América Tropical, a lo largo de más de 40 años de labor en capacitación, enseñanza a nivel de maestría, cooperación técnica, investigación e implementación de proyectos y programas. Los aprendizajes obtenidos le han permitido proponer y aplicar un conjunto de estrategias y mecanismos que constituyen la base para liderar y facilitar el desarrollo de la Escuela Centroamericana de Pensamiento en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Estas estrategias y mecanismos son: intervención por microcuencas, participación concertada, acción-investigación participativa, co-manejo adaptativo, ordenamiento territorial, fortalecimiento de la capacidad local y municipal, coordinación interinstitucional y local, incorporación de tecnologías limpias, creación de capacidad de gestión, capacitación y educación, aprovechamiento de las experiencias aprendidas, desarrollo de mecanismos de sostenibilidad social y económica del manejo de cuencas, sistematización y comunicación de las experiencias obtenidas.

Finalmente, es importante destacar que el gran reto para el manejo integrado de cuencas lo constituye la integración de diferentes ejes, entre los que destacan la gestión integrada del agua, el enfoque de medios de vida, el mercadeo y las cadenas productivas, la organización empresarial, la participación y empoderamiento local, el reconocimiento y pago de los servicios ambientales que brindan las cuencas y una nueva institucionalidad basada en los comités de cuencas.

Francisco Jiménez  
Coordinador del Grupo Manejo Integrado de  
Cuencas Hidrográficas, CATIE

# Organismos de cuencas en Centroamérica

**Jorge Faustino**

*Experto en Manejo de Cuencas y  
Ordenamiento Territorial  
Grupo Temático de Manejo Integrado de  
Cuencas Hidrográficas, DRNA, CATIE  
jfaustino@cablecolor.hn  
faustino@catie.ac.cr*

Los impactos sociales, económicos y ambientales que se producen por la falta de un manejo adecuado de las cuencas hidrográficas cada día son más significativos; no obstante, ni las instancias gubernamentales, ni los propios actores involucrados les prestan mucha atención.

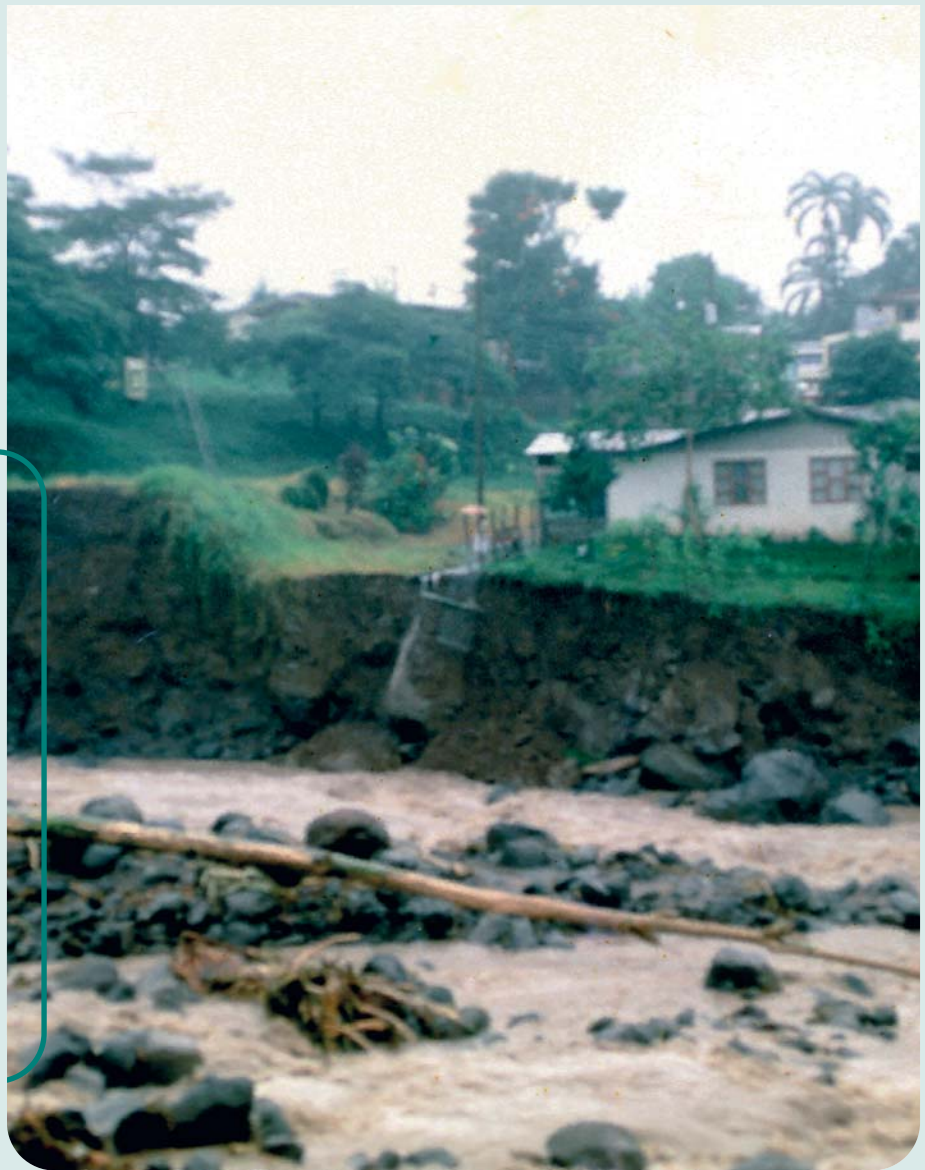


Foto: Proyecto Madeleña, CATIE

**D**urante los últimos años, el manejo de cuencas ha venido evolucionando en la región centroamericana. En ello, ha sido determinante la participación de actores clave, con intereses o motivaciones para asumir responsabilidades e impulsar procesos que permitan superar los graves problemas generados por la falta de un adecuado manejo de las cuencas hidrográficas. Pero, ¿qué tan importante es un organismo de cuencas?, ¿cuál debe ser su rol en la gestión de cuencas en Centroamérica?

### El problema

Los impactos sociales, económicos y ambientales que se producen por la falta de un manejo adecuado de las cuencas hidrográficas cada día son más significativos; no obstante, ni las instancias gubernamentales, ni los propios actores involucrados les prestan mucha atención. Sólo cuando ocurren inundaciones, o falta el agua para las poblaciones, para los cultivos, para la hidroelectricidad, o se incrementan los efectos de la sedimentación y la contaminación, u ocurren deslizamientos masivos de tierras, sólo entonces las autoridades y la población en general manifiestan su preocupación y se toman ciertas medidas de mitigación. Así mismo el nivel de inversiones de la cooperación internacional y el financiamiento que gestionan los gobiernos no bastan para atender la problemática, y posiblemente nunca serán suficientes. Entonces, ¿qué estrategia se debe seguir para hacer realidad el manejo de cuencas a gran escala?

En general, la prevención, el ordenamiento y la organización son aspectos muy débiles en la gestión de los recursos naturales, el desarrollo local y la seguridad ambiental. El problema central de la gestión de cuencas es que “no existe una competencia definida sobre el manejo de cuencas”. La interrogante es ¿a quién le corresponde el manejo de cuencas? ¿Al Ministerio de Recur-

sos Naturales?, ¿a la municipalidad?, ¿a una ONG? No existe un marco legal ni un mandato que determine de quién es la responsabilidad. Lemas como “El manejo de cuencas es responsabilidad de todos” o “Manejo de cuencas, esfuerzo de todos” quedan en propuestas y buenas intenciones, pero no construyen procesos ni consolidan la visión de largo plazo que se requiere para que el manejo de cuencas se institucionalice.

Los especialistas en gestión del desarrollo y diferentes profesionales no siempre están de acuerdo en cuanto a la necesidad de establecer la competencia sobre el manejo de cuencas. Se argumenta que no es necesaria una organización adicional, que se tienen suficientes organizaciones y leyes, que esta no es la solución. Probablemente estas posiciones se justifican. Una organización no se impone, y menos se construye, porque lo dice una ley o porque un proyecto la constituyó en pocos días. La práctica nos ha demostrado que este proceder es equivocado y no trae resultados positivos.

En otros campos, las normas y regulaciones permiten que la toma de decisiones y acciones se desarrolle bajo un ordenamiento institucionalizado. Por ejemplo, el manejo forestal o de áreas protegidas tiene el respaldo de leyes concretas, con instituciones u organizaciones responsables de su administración y dirección. En manejo de cuencas no existe una institución responsable; es más, no hay una ley o normativa única. Por lo general, en los países centroamericanos se tienen varias instituciones o varias leyes correlaciona-

das que tienen alguna responsabilidad sectorial sobre el manejo de cuencas. Ante un conflicto por el uso del agua, o cuando los usuarios aguas abajo se ven perjudicados porque aguas arriba alguien contamina, ¿quién resuelve el conflicto? No hay una autoridad de aguas o una instancia a nivel de cuenca.

### Avances y logros

Indudablemente, en el mundo hay experiencias valiosas que demuestran la importancia de los organismos de cuencas. Países como Francia, España, Italia, Alemania, Estados Unidos tienen un cúmulo de conocimientos y experiencias sobre las ventajas y beneficios de diferentes modalidades de organismos responsables del manejo de cuencas. En Latinoamérica, México, Brasil, Argentina, Colombia y Perú también han desarrollado experiencias para consolidar la administración de cuencas a través de diferentes modalidades de organización. La Oficina Internacional del Agua difunde periódicamente las nuevas experiencias de los organismos de cuencas en el mundo.

En general, las modalidades de organización son propias de cada país. En algunos, hay entes autónomos; en otros, las organizaciones trabajan en forma coordinada. En algunas partes, las oficinas encargadas de los recursos agua, suelo y bosques conforman una unidad; en otros casos, todos los recursos de las cuencas hidrográficas se manejan de manera integral. Esto ha dado origen a las siguientes modalidades de organismos de cuencas:

Escala de cuencas	Organismo de cuencas	Institucionalidad
Microcuenca	Comité de cuencas, comités de aguas, junta de agua	Gobierno local, decretos gubernamentales, leyes nacionales
Subcuenca, cuenca pequeña	Comité de cuencas, consejo regional de la subcuenca	Gobierno departamental o provincial, decretos leyes
Cuenca grande	Consejo de cuencas, autoridad de agua, consejo de agua	Leyes nacionales y decretos leyes
Cuenca muy grande	Autoridad de cuencas, corporación de cuencas	Leyes nacionales y decretos leyes



La experiencia centroamericana en manejo de cuencas está en proceso. Gracias a los esfuerzos participativos de los actores locales han surgido comités gestores de cuencas, comités de cuencas, consejos regionales de cuencas y autoridades de cuencas. El marco regulatorio es muy limitado, ya que sólo Panamá dispone de una ley de cuencas; sin embargo, existen iniciativas para institucionalizar los organismos de cuencas en los otros países. En El Salvador, por ejemplo, se han venido dando procesos participativos de abajo hacia arriba que han permitido crear capacidades y buscar alternativas para la institucionalidad. Los gobiernos locales muestran cada vez más interés en la gestión de cuencas y, especialmente, en el aspecto organizacional. Tal es el caso de la Mancomunidad de Municipios de Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo, en Honduras; dichos municipios se han integrado para el manejo de la subcuenca del río Copán (MANCORSARIC). Otro esfuerzo importante de comunicación y coordinación nacional de organismos de cuencas es la Red Nacional de Organismos de Cuencas de Nicaragua, esfuerzo sin precedentes en la región y que está dejando experiencias valiosas.

Como se ve, en la región centroamericana ya hay iniciativas y experiencias para impulsar los procesos de gestión de cuencas. En parte, se han seguido los modelos de países europeos, aunque también se han adaptado modelos latinoamericanos. Las experiencias que mejores resultados han dado son las juntas de agua, comités de agua, o comités de cuencas; todos en ámbitos pequeños donde la complejidad social y económica es básicamente local. Entonces, como lo mencionara el Dr. José Joaquín Campos, Director del Departamento de Recursos Naturales y Ambiente del CATIE, todo parece indicar que la mejor opción es desarrollar un pensamiento propio para la región basado en nuestra realidad so-

cial, económica y ambiental típica-tropical: la Escuela Centroamericana de Pensamiento en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas.

### ¿Por qué un organismo de cuencas?

En el manejo de cuencas se requiere de una entidad que dirija los diferentes procesos, desde la planificación y ejecución, hasta el seguimiento y evaluación de las actividades. Se requieren normas, regulaciones y autoridad para coordinar o resolver conflictos. Hoy por hoy no existen normativas para la planificación, no se certifica el buen manejo de cuencas, no hay instancias ni regulaciones para la resolución de conflictos y demandas y, mucho menos, para aprovechar y potenciar las oportunidades.

No obstante, no basta con tener una ley o una normativa; se requiere de un organismo de cuencas en el que participen los propios actores, que reconozca y potencie los beneficios que una instancia de esta naturaleza puede aportar. No necesariamente habrá que crear nuevos organismos; quizás el proceso permita fortalecer o adaptar las oportunidades presentes en cada cuenca o microcuenca. Se trata, entonces, de un organismo de cuencas basado en una competencia definida, acorde a las necesidades de los actores locales, con roles y responsabilidades concretas para dirigir los procesos y con la visión compartida que permita alcanzar los beneficios y ventajas de realizar el manejo de cuencas a corto, mediano y largo plazo. Se persigue una gestión articulada entre los actores locales y las autoridades nacionales vinculadas con los sectores clave del manejo de cuencas.

Para comenzar, será necesario valorar las alternativas que tienen mayor viabilidad, los organismos de cuencas que se vinculan al manejo del agua, de los recursos naturales o de manera integral, y cómo se ajustan a los niveles de escalas espaciales, características y complejidades de las cuen-



Ilustración: Rocío Jiménez

Es necesario definir cómo se logrará la sostenibilidad del organismo de cuencas para operar y responder a las demandas de los actores locales de las cuencas

cas. El Dr. Axel Dourojeanni, recomienda como estrategia iniciar la discusión con la pregunta: ¿Qué modalidad o diseño de organismo de cuencas necesitamos para Centroamérica?

### ¿Se necesita una estrategia?

Estamos de acuerdo en la importancia y necesidad de tener organismos de cuencas. Casi todos los casos de creación y funcionamiento de organismos de cuencas en Latinoamérica han generado lecciones valiosas, tanto de éxitos como de fracasos. En países como Brasil y México, se ha impulsado la creación de un marco legal que obligue y ampare la creación de estos organismos. En general, este marco legal es variado, ya que la gestión de cuencas está de alguna manera mencionada en leyes de descentralización, leyes ambientales, de recursos naturales o solo forestales, o de asuntos específicos de la seguridad ambiental.

En otros países se ha impulsado por la vía de la demanda; así, se han desarrollado proyectos y acciones de concientización sobre la necesidad de contar con organismos de cuencas que coordinen la gestión del agua y/o el desarrollo integral de la cuenca. Al



respecto, se destaca el liderazgo de los municipios, como en procesos que se realizan en El Salvador, con la experiencia del Proyecto CARE/AGUA.

Un primer desafío ha sido operar un organismo sobre el territorio de la cuenca hidrográfica, delimitado por la naturaleza, frente a la operación gubernamental convencional de límites político administrativos (provincias, municipios u otras). Afortunadamente, mediante una visión y estrategia de desarrollo, ambos enfoques territoriales han encontrado la forma de integrarse, ya que no son excluyentes sino complementarios.

Otro desafío es la definición del objetivo, propósitos, roles, funciones y responsabilidades. ¿Cuál es la competencia del organismo de cuencas? Esta competencia debe articularse con los diferentes sectores institucionales de la cuenca, con el fin de definir una jerarquía y el grado de autonomía en el marco de la gobernabilidad para construir el proceso de institucionalización del manejo de cuencas.

La sostenibilidad del organismo de cuencas no deja de tener su importancia. Es necesario, entonces, definir cómo se logrará el financiamiento para operar y responder a las demandas de los actores locales de las cuencas. Los mecanismos de formación de capital para invertir en la protección de la cuenca, como el pago de servicios ambientales, compensación ambiental, tasas ambientales y el valor de otras externalidades, son de vital importancia para que los organismos de cuencas tengan autonomía financiera y puedan ejecutar sus planes y proyectos.

Con base en los planteamientos anteriores, se debe buscar respuestas a las siguientes interrogantes: ¿Es necesario ordenar, planificar, gestionar, co-gestionar, implementar, o simplemente, normar las actividades en la cuenca por medio de un organismo específico? ¿Por qué y para qué? ¿Cuáles son los beneficios esperados y los costos? ¿Cómo y quién paga este costo?

Puesto que se impulsa un proceso participativo, nada debe ser impuesto. Hay que demostrar que la inversión de tiempo, esfuerzo y recursos vale la pena. Debe garantizarse la sostenibilidad con base en la valoración de las externalidades de la cuenca y de mecanismos concretos para que se internalicen con equidad y justicia. De las múltiples actividades que se realizan en una cuenca, ¿cuáles deben y pueden ser coordinadas, dirigidas o administradas por un organismo de cuencas? Hay que concertar, pero fundamentalmente, hay que esclarecer el enfoque y objetivo del manejo de cuencas.

¿Qué pensarán los actores locales sobre la competencia de un organismo de cuencas que regule, controle y norme las intervenciones? ¿Cómo hacer para que se internalice el proceso? Hay que crear conciencia, comunicar, compartir y explicar todos los alcances.

La principal estrategia para lograr una labor eficiente de los organismos de cuencas es que esta resulte de un proceso participativo; que haya convencimiento de su necesidad, tanto entre los actores locales, como entre las instituciones nacionales. Un instrumento muy utilizado para estos fines es “la mesa de concertación”. El proceso puede iniciarse sin marco legal; la experiencia en El Salvador, basada en “Comités Gestores” dedicados a gestionar la formación y legalización de su Comité de Cuencas así lo demuestra. Sus resultados son promisorios e impulsan la necesidad de tener un marco legal apropiado.


La estrategia para impulsar nuevos procesos y sustentar la importancia de un organismo de cuencas es demostrar su eficiencia. Para ello, se debe dar un seguimiento y evaluación continuos de los ahorros y beneficios que genera el organismo de cuencas: solución de conflictos por el uso del agua, prevención de inundaciones, concertación de acciones, reducción de la contaminación del agua, aire o suelo, pero fundamental-

mente, la coordinación, complementariedad y cooperación.

La estrategia de difusión es importante. Se deben realizar campañas masivas de difusión sobre las ventajas y desventajas de tener organismos de cuencas, sus roles, funciones, formas de participación y financiamiento, compromisos de los actores locales. Hay que explicar lo que pasaría si no se tiene la organización. La experiencia demuestra que hay cambios importantes en la percepción de la importancia de los organismos de cuencas y en la cogestión de cuencas. Al respecto, el Ing. Mauricio Arias, Alcalde del municipio de Copán Ruinas y Presidente de la Mancomunidad de Municipios de Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo, Honduras, afirma:

*Los integrantes de nuestra Mancomunidad de Municipios tenemos una visión moderna de la gestión de cuencas, la cual es compartida por todos los actores de la subcuenca. Lo más importante para nosotros es que estamos realizando procesos ordenados y planificados, y que el organismo de cuencas lo vamos a establecer con base en nuestra Mancomunidad, fortaleciéndola con otros actores clave.*

*Consideramos importante los recursos económicos para resolver nuestros problemas, pero valoramos mucho la organización que tenemos, la capacidad de gestión que hemos logrado, no vemos muchos resultados físicos, pero notamos un gran cambio de actitudes y lo más importante es que coordinamos para que todos los sectores actúen ordenadamente en nuestra subcuenca y territorios municipales, y continuamos gestionando nuestras propias soluciones.*

Por su amplitud y complejidad, el tema de organismos de cuencas en Centroamérica todavía deberá ser larga y profundamente discutido. El debate es permanente; muchos están de acuerdo y trabajan, otros solo están convencidos, pero aún quedan muchos por convencer. 

# Las políticas forestales y el dueño de bosques en Centroamérica

**Kari Juhani Leppänen**  
*Helsinki Consulting Group Oy Ltd./*  
*Universidad de Helsinki*  
*kari.leppanen@hcg.helsinki.fi/*

En la región centroamericana se ha generado bastante experiencia en el desarrollo de políticas forestales. Es necesario, eso sí, fortalecer el intercambio de experiencias positivas entre los países.



Foto: Kari Leppänen



## Resumen

En Centroamérica, el propietario privado es el principal actor en la producción forestal. A excepción de Honduras y Panamá, en los demás países la existencia de bosques nacionales es muy limitada. La deforestación anual en la región se estima en unas 400.000 ha, mientras que el área total de plantaciones establecidas hasta hoy es apenas suficiente para compensar la deforestación de un solo año. Esta comparación indica que las políticas para controlar el uso de recursos forestales privados y las medidas para fomentar la reforestación no han sido muy eficientes.

La metodología usada para este estudio fue una sistematización retrospectiva. Se revisaron las políticas escritas, los planes nacionales, las leyes y sus reglamentos y los principales programas de desarrollo. En algunos países centroamericanos no existen políticas formalmente aprobadas y, en otros casos, la política escrita no refleja necesariamente la realidad. Por ello, se consultó con los principales actores acerca de la implementación de políticas forestales, con el fin de investigar el desarrollo real de tales políticas y conocer los puntos de vista de los distintos actores. La consulta se realizó por medio de una entrevista semi-estructurada a 58 personas entre funcionarios de gobierno, profesionales independientes y propietarios forestales.

El problema principal para el dueño de bosques es la inseguridad de poder cosechar. Los propietarios desconfían de la continuidad de las políticas y leyes forestales y de los servicios forestales; también tienen problemas para comercializar sus productos. Por su parte, los funcionarios del gobierno echan la culpa a la tenencia de la tierra y al establecimiento de áreas protegidas. Recientemente se han establecido y/o fortalecido organizaciones de propietarios, aunque a veces en forma polarizada. En los últimos procesos de política forestal se ha tenido un alto nivel de participación por parte de los propietarios. Esta participación es de suma importancia para mejorar la calidad de políticas futuras.

Entre los gobiernos, se da una tendencia a liberalizar el cultivo de árboles en plantaciones forestales y buscar, mediante planes de manejo, que el manejo de los bosques naturales sea sostenible. Los propietarios reconocen el esfuerzo, pero consideran que los trámites son poco ágiles. La privatización de controles pudiera resultar positiva desde de punto de vista del propietario forestal, ya que según los resultados de este estudio los profesionales independientes son más sensibles a la problemática del propietario que los funcionarios estatales.

En cuanto a los incentivos directos, las opiniones están divididas. Sobre los programas de costos compartidos (donaciones por el gobierno), las opiniones son positivas mientras que sobre los incentivos fiscales son negativas. Sobre los créditos, la opinión unánime es que, aunque sean blandos, las condiciones son tan desfavorables que por ello no hay demanda. En cuanto a formación, capacitación, extensión, información e investigación, la situación es bastante similar en todos los países: hay acciones aisladas pero con poca planificación y coordinación por entes estatales.

**Palabras claves:** Política forestal; producción forestal; plantaciones forestales; propiedad privada; incentivos forestales; América Central.

## Summary

**The forest policies and the owner of forests in Central America.** The private forest owner is the principal actor in forest production in Central America. In Honduras and Panama exist national forests, but in the other countries practically all productive forests belong to private owners. The annual deforestation rate in the region is about 400.000 ha, whereas the total area of forest plantations established until present is hardly enough to compensate the deforestation of one single year. This indicates clearly that the policies to control the use of forest resources and, on the other hand, the measures taken to boost reforestation have not been efficient.

The methodology applied in this research is retrospective systematization. The forest policies, national plans, laws and degrees and the principal development programmes were revised. As in all the countries there is no formal policy documents and in some other cases the documents are not necessarily reflected in the reality, interviews of the principal actors in the implementation of forest policies were carried out. The research applied semi structured interviews directed to 58 government officers, independent forestry professionals and representants of forest owners.

The principal problem of a private forest owner is insecurity related to harvesting forest products. However, there is big difference in the definition of the causes of such insecurity between the different groups interviewed; the forest owners themselves emphasize the lack of confidence in forest policy, law and forest service as well as problems in marketing of forest products. Government officers emphasize the insecurity caused by lack of official land titles and by expansion of protected areas. In the past years there have been notable achievements in establishing and strengthening of forest owners associations. There has been a strong participation of forest owners and peasants in the latest forest policy processes, which is of utmost importance to improve future policies.

In the mechanisms of control the governments seek to establish strict controls on harvesting native forest and to relax the control in case of forest plantations. The forest owners acknowledge the effort, but at the same time express their dissatisfaction on the slowness of the process. Privatization of the controls may result positive as, according to the results of the study, the independent forestry professionals seem to be more sensitive to the problems of forest owners than government officers.

As far as the incentives are concerned, the results of the study are quite black and white; the opinions on the fiscal incentives are quite negative whereas the opinions on cost sharing (donations) are positive. The unanimous opinion on the credit as an incentive is that even in case of soft credits, there is not much demand. Concerning the indirect incentives (e.g. education, training, extension, information and research) the situation is equal in all the countries; some services are provided, but there is no holistic programme planned and coordinated by the government.

**Keywords:** Forest policy; forest production; forest plantations; private ownership; forest incentives; Central America

**A**l conjunto de medidas tomadas por el sector público para dirigir el sector forestal se le conoce como política forestal. Tradicionalmente, la preocupación principal en la formulación de políticas forestales ha sido el suministro de madera para el futuro y las oportunidades de empleo que el bosque ofrece. Sin embargo, en las últimas décadas se presta más atención a los productos y servicios no maderables del bosque, incluyendo agua y aire, así como la calidad del ambiente y la biodiversidad.

La oportunidad del sector público de participar en el ámbito forestal se da, básicamente, a través de dos opciones: la administración de bosques nacionales y el control ejercido sobre el manejo de bosques privados. Los propietarios privados son los principales actores del sector forestal de Centroamérica, ya que solo en Honduras y Panamá hay bosques nacionales; en los otros países, aparte de las áreas protegidas y de conservación, casi no hay bosques nacionales.

Este estudio forma parte del programa de investigación sobre el proceso de toma de decisiones de los dueños de bosques para participar en la producción forestal. Dicho programa es ejecutado entre la Universidad de Helsinki y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) con financiamiento de la Academia de Finlandia. La investigación se completará en el 2006, pero las tesis de Korhonen (2000), Piotto (2001), Porcar i Castell (2002), Könönen (2003) y Suazo (2003) ya revelan algunos resultados.

El objetivo del programa es realizar un diagnóstico de las políticas forestales en Centroamérica y su impacto en el manejo de bosques naturales productivos y plantaciones forestales en manos del sector privado.



Foto: Kari Leppänen

En Centroamérica se da la tendencia de liberar la cosecha de plantaciones forestales y controlar el aprovechamiento de los bosques naturales mediante planes de manejo

### Antecedentes

El proceso de toma de decisión es complejo, ya que se ve afectado por muchos factores internos y externos al propietario mismo. Por definición, la política forestal ejercida por el sector público, aunque quizás no tan eficiente como se esperaría, pretende generar un impacto en este proceso. Según la teoría de Ajzen y Fishbein (1980) sobre la toma de decisiones razonadas, la intención de un individuo al actuar depende de dos factores: la evaluación de resultados de una acción y la norma subjetiva; es decir, la apreciación de las normas comunes dentro de la sociedad y la motivación personal para cumplir con estas normas. La política forestal puede tener un impacto a través de: los incentivos, que mejoran el resultado económico de la actividad forestal; las leyes, reglamentos y resoluciones forestales, que forman parte de la normatividad de la sociedad; la capacitación y exten-

sión forestal y los mecanismos de control ejercidos por el servicio forestal, que pueden convencer al propietario de cumplir con las normas. Este estudio se enfoca, principalmente, en los incentivos, normas y mecanismos de control.

La metodología que hemos empleado es una sistematización retrospectiva; es decir, el rescate y reconstrucción de una experiencia pasada. Así, se revisó el desarrollo histórico de las políticas relacionadas con el propietario de bosque hasta el año 1990 y se elaboró una descripción detallada de los documentos de política más recientes, como los planes y políticas, las leyes y sus reglamentos y los principales programas de desarrollo. En algunos países centroamericanos no existen políticas formalmente aprobadas y, en otros casos, la política escrita no refleja necesariamente la realidad. Por ello, se consultó con los principales actores acerca de la implementación



de políticas forestales, con el fin de investigar el desarrollo real de tales políticas y conocer los puntos de vista de los distintos actores. La consulta se realizó por medio de una entrevista semi-estructurada a 58 oficiales de gobierno, profesionales independientes y propietarios forestales. Todas las entrevistas fueron grabadas y tardaban entre 15 minutos y hora y media. Entre noviembre 2000 y mayo 2001 se aplicaron las entrevistas, las cuales fueron transcritas para obtener un total de 17370 líneas escritas.

Por tratarse de una investigación cualitativa, cada opinión tiene su propio valor ya que representa una verdad particular indiscutible.

### Problemas del propietario forestal centroamericano

Es evidente que la inseguridad es el problema principal que los propietarios de bosque enfrentan al decidir si participan o no en actividades productivas forestales. La causa de esa inseguridad, sin embargo, no es evidente, de acuerdo con las opiniones emitidas por los grupos entrevistados (propietarios, profesionales independientes y oficiales del gobierno).

Por tratarse de aspectos cualitativos principalmente, no se hizo un análisis estadístico de la información

obtenida. Sin embargo, en el Cuadro 1 se presenta el resumen de los resultados del estudio en cuanto a los problemas mencionados por los propietarios forestales en sus actividades productivas. Debido a que el número de entrevistados por categoría es diferente, vale la pena poner más atención a la distribución porcentual de los problemas.

Es interesante ver que la percepción sobre la problemática que enfrentan los propietarios de bosques es muy cercana entre profesionales independientes y los propietarios mismos, y no tanto con la de los oficiales del gobierno. Los profesionales independientes son más sensibles a la problemática de los dueños de bosques que los oficiales del gobierno. En promedio, los propietarios mencionaron 1,7 problemas por entrevista, 1,5 problemas los profesionales independientes y 1,0 problema los oficiales del gobierno.

El resultado más relevante es que, aparentemente, la importancia de la tenencia de tierra es sobrevalorada por los profesionales forestales. Para los propietarios, la seguridad de la propiedad es una variable importante, pero quizás no tanto si se garantiza el aprovechamiento del bosque en otras formas. Por ejemplo, de los 621 propietarios entrevistados durante la segunda fase del progra-

ma Universidad de Helsinki/CATIE, ninguno mencionó los problemas relacionados con la tenencia de la tierra como un obstáculo para el establecimiento de plantaciones forestales (Könönen 2003).

### Desarrollo de mecanismos de control

En cuanto a la atención que los servicios forestales ofrecen a los propietarios privados, hay toda una mezcla de situaciones entre los países. En Costa Rica y Panamá se menciona una disminución en la atención al sector forestal productivo debido al énfasis actual en la protección ambiental. En Nicaragua, la corriente es contraria, el Servicio Forestal se convirtió en un ente autónomo, después de depender del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales; con ello se espera mejorar la atención. En Honduras se reclama que no se presta atención a los dueños de bosques, sino solamente a grupos organizados e industrias forestales. En El Salvador, los oficiales del gobierno sienten que la atención ha mejorado pero sus clientes no comparten esta percepción, aunque reconocen avances en la aprobación de planes de manejo. En Guatemala, todas las partes entrevistadas están de acuerdo en que la atención ha mejorado.

**Cuadro 1.**

Problemas que enfrentan los dueños de bosques para participar en actividades productivas forestales, según percepciones de oficiales del gobierno, profesionales independientes y propietarios

	Oficiales del gobierno		Profesionales independientes		Propietarios de bosque		Total	
	n	%	n	%	n	%	N	%
Desconfianza a políticas y leyes	4	15	6	35	8	53	18	31
Desconfianza al Servicio Forestal	3	12	6	35	4	27	13	22
Falta de titulación de la tierra	7	27	4	24	2	13	13	22
Falta de cultura forestal	2	8	5	29	3	20	10	17
Mercados de productos forestales	2	8	1	6	5	33	8	14
Expansión de áreas protegidas	4	15	2	12	1	7	7	12
Incendios, plagas y enfermedades	3	12	1	6	1	7	5	9
Larga duración de la inversión	1	4	1	6	2	13	4	7

El desarrollo de mecanismos de control muestra dos corrientes, lo cual resume muy bien uno de los entrevistados:

*Hay una tendencia... en todos los gobiernos, a ponerse más riguroso en cuanto al manejo del bosque y menos riguroso y menos regulador en la libre cosecha de las plantaciones, lo cual, en principio, es una tendencia sana.*

Según la visión presentada en la Estrategia Forestal Centroamericana (CCAD 2002), mediante el Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas se busca mantener la cobertura de bosques. Con dicho sistema, se cubriría 25 – 30% del territorio regional: 10 - 15% del territorio se dedicaría al manejo forestal sostenible y otro 10 – 15% al establecimiento de plantaciones o bosques secundarios.

Todos los países controlan el aprovechamiento de sus bosques naturales mediante planes de manejo. Para ello se han desarrollado normas que permitan desarrollar planes estandarizados que garanticen el manejo sustentable. En 1997, se inició el proceso centroamericano de criterios e indicadores de ordenación forestal sostenible: el Proceso de Lepaterique (CCAD 1997). A nivel interno, en varios países también se ha avanzado en la búsqueda de sostenibilidad del manejo forestal y en procesos de certificación forestal. Es evidente que la calidad de los planes ha mejorado, pero aún no todos los sistemas vigentes facilitan un control real y, por ende, no se puede verificar si se da o no el manejo sostenible.

Las dudas sobre la sostenibilidad del manejo de bosques tienen implicaciones serias. Esa ha sido la razón por la que, prácticamente, no se ha podido implementar el pago por servicios ambientales en Costa Rica para el manejo de bosques naturales, aunque la Ley Forestal contemple tales pagos.

El aprovechamiento de plantaciones también ha evolucionado para dar más libertad; aunque esa li-

bertad, a veces, es sólo aparente. Por ejemplo, en Costa Rica hay libertad de cosecha de las plantaciones, pero si fueron establecidas con incentivos, ya no tienen tal libertad. De hecho, casi 90% de las plantaciones forestales en Costa Rica se han establecido con algún tipo de incentivo (Araya *et al.* 2003).

tante lo que no se dice. Es sorprendente que ninguno de los 58 entrevistados hizo referencia a la madera ilegal en el mercado centroamericano. El silencio en cuanto a la tala y comercio ilegal es evidente también en los documentos de política. La reciente Estrategia Forestal Centroamericana incluye dos referencias al



Foto: Heisinki Consulting Group Ltd.

En varios países centroamericanos se da una polarización de propietarios forestales en los grupos: empresarios y campesinos. Se recomienda entonces hablar simplemente de productores forestales

Una de las tendencias más claras de los últimos años es la privatización de servicios forestales, incluyendo algunos aspectos del control. Según los resultados de este estudio, la privatización de servicios forestales pudiera ser positiva desde el punto de vista del propietario forestal, ya que los profesionales privados son más sensibles a la problemática de los propietarios que los funcionarios de gobierno.

Para este estudio es importante lo que se dice en las entrevistas y como se dice; pero también es impor-

comercio ilegal, pero en relación con la comercialización de especies de fauna y flora forestal en peligro de extinción, y no como un problema real de la economía nacional (CCAD 2002).

Sin embargo, un estudio de CATIE (Campos *et al.* 2001) estima que la proporción de madera que proviene de la tala ilegal en Costa Rica es aproximadamente 35% del volumen total aprovechado en el país. En Honduras se estima que entre 75 y 85% de las maderas latifoliadas y entre 30 y 50% de la made-



ra de coníferas es producida sin autorización del estado (Del Gatto 2003). Si bien no pretendemos especular al respecto, sí surgen algunas interrogantes: ¿Cuál es la proporción de madera ilegal en los otros países? ¿Por qué no se menciona este problema en las entrevistas?

El respeto a las leyes forestales en Centroamérica no es del todo satisfactorio. En parte, esto se debe a que las leyes forestales ponen demasiadas restricciones al manejo forestal, lo cual no motiva a los propietarios a cumplir. Sin embargo, algunos opinan que el problema no siempre es la ley, sino la interpretación selectiva de la misma y su aplicación por parte del servicio forestal. Además, según opiniones expresadas por los dueños de bosques, tampoco se da seguimiento ni hay controles para cumplir con la ley.

Los servicios forestales cuentan con recursos muy limitados para ejercer control; sin embargo, para fortalecer la creación de una norma subjetiva -o sea, el deseo personal del propietario- que busque el cumplimiento de la legislación, tendría que haber una probabilidad real (aunque sea pequeña) de que el propietario sea, efectivamente, controlado y que deba responder ante el servicio forestal sobre el manejo de sus bosques.

### Incentivos directos

Entre los entrevistados se dieron opiniones divididas en cuanto a los incentivos directos. Sobre los programas de costos compartidos (donaciones por el gobierno), las opiniones son positivas mientras que sobre los incentivos fiscales son negativas. En todos los países existe la posibilidad de acceder a un crédito, pero siempre de tipo hipotecario. La tierra forestal no se valora muy bien, pero se acepta el vuelo forestal como garantía prendaria. Sin embargo, según los entrevistados hasta ahora no hay evidencia de que los bancos, en realidad, lo acepten. En Costa Ri-

ca, El Salvador y Panamá se otorgan créditos blandos, pero la opinión casi unánime sobre los créditos es que, aunque sean blandos, las condiciones son tan desfavorables que no hay demanda, y mucho menos si se trata de préstamos con tasas normales de interés.

Los incentivos fiscales aplicados en Costa Rica, Guatemala y Panamá han sido demasiado generosos, por lo que han resultado de dos a tres veces más caros para el Estado. Por la misma razón, se han tenido efectos secundarios indeseables, como los beneficiarios que han establecido plantaciones sin un interés real en los beneficios futuros de la inversión, sino solo para evitar el tener que pagar impuestos. En algunos casos, el incentivo ha sido tan generoso que ha justificado la compra de tierra para establecer la plantación, lo cual ha acelerado el traspaso de tierras de campesinos a empresas. Por otra parte, el incentivo no ha beneficiado a los pequeños ni medianos propietarios, ya que estos casi no pagan impuestos.

Según varios estudios, sería problemático depender solamente de un tipo de incentivo. La aplicación de varios incentivos pequeños que tengan el mismo impacto que un incentivo grande sería una alternativa más segura. Steiguer y Royer (1986) se refieren a varias investigaciones que identifican los diferentes roles de los costos compartidos e impuestos como incentivos. Según Brooks (1986), *“Una óptima intervención del mercado requiere de una combinación de intervenciones que ofrezcan un nivel adecuado de impacto y una distribución satisfactoria de ganancias y pérdidas”*. Romm *et al.* (1987) dice que *“La diversificación de políticas aumenta su acceso social, mientras que las políticas complementarias aumentan el impacto social”*.

Sin embargo, la aplicación simultánea de varios incentivos puede crear una jungla de incentivos que

podrían salirse del control de los propietarios y quizás, de los profesionales forestales. Los más afectados serían los pequeños propietarios, porque no tienen la capacidad ni la motivación para familiarizarse con los incentivos y sus sistemas de aplicación.

La necesidad de mantener diferentes tipos de incentivos fue ampliamente discutida en un Panel Centroamericano sobre Incentivos Forestales, en el que participaron los gerentes de los servicios forestales y el personal vinculado con el tema. El Panel concluyó en que un incentivo es algo que cada cliente define; algo que parece un incentivo para un propietario forestal puede que no lo sea para otro. Por lo anterior, es necesario mantener la disponibilidad de diferentes opciones de incentivos, tanto directos como indirectos. Cada tipo de incentivo tiene ventajas que deben potenciarse, y desventajas que deben minimizarse (Pereira 2003).

Cuando se planifican futuros incentivos, el criterio más importante es que sean realistas. A veces, el gobierno simplemente no está en condición económica de invertir en el desarrollo forestal, como parece ser el caso de Honduras y Nicaragua. En tales casos, es mucho mejor no hacer promesas vacías con la emisión de leyes o reglamentos de incentivos. Por ahora, en Centroamérica hay dos leyes de incentivos que no se aplican: la Ley de Fomento a la Forestación, Reforestación y Protección del Bosque de Honduras y la Ley 58 de 1999 de Panamá, la cual crea el Certificado de Incentivo Forestal para Pequeños Productores Agropecuarios. Ambas leyes despertaron grandes expectativas y mucha frustración porque no se han implementado.

En general, es mucho más común el cumplimiento parcial de los compromisos establecidos en las leyes forestales, con lo cual no se logra el respeto de los propietarios hacia

las leyes. Por ejemplo, en casi todas las leyes forestales promulgadas desde los años 70 se habla de fondos de desarrollo forestal; sin embargo, sólo una pequeña parte están operativos. Este tipo de frustración de los propietarios se puede sentir en las entrevistas.

*“En nuestro país el principal incumplidor de la Ley, los delincuentes de la Ley son las instituciones gubernamentales. Son los primeros en violentar la Ley”.*

### Incentivos indirectos

En cuanto a los incentivos indirectos (formación, capacitación, extensión, información e investigación), la situación es bastante similar en todos los países: hay algunas acciones aisladas pero no existe un programa holístico planificado y dirigido por el gobierno. Una buena parte de estos servicios son prestados por proyectos y ONG.

Varias investigaciones concuerdan en la importancia del papel de los extensionistas en la toma de decisiones sobre el aprovechamiento o inversión forestal (Cubbage y Hodges 1986, Järveläinen 1986, Greene y Blatner 1986, Lönnstedt 1997). Según Boyd (1984), el propietario forestal privado responde mejor a la asistencia técnica que a la donación en forma de costos compartidos.

Los servicios de información están abiertos a todos los propietarios de bosques, incluyendo las empresas, ya sea en forma gratuita o con precios nominales. Este tipo de incentivos favorece más a los propietarios grandes e industriales porque ellos tienen mejores posibilidades de acceso, como lo demuestra Järveläinen (1986). Según el autor, los grandes propietarios usan más los servicios de los extensionistas, asisten más frecuentemente a las reuniones de extensión, leen regularmente revistas profesionales y han recibido más capacitación forestal que los pequeños propietarios. Sin embargo,

este no siempre es el caso: un ejemplo de adopción de variedades modernas de arroz (un resultado de investigación) en Asia muestra que los pequeños productores adoptaron más rápidamente las variedades modernas que los grandes (Hayami 1981).

cionados por los propietarios: el desconocimiento de los mercados. Este tema podría ser un campo potencial para la cooperación a nivel centroamericano.

Los gobiernos podrían apoyar la comercialización de productos forestales también de manera indirecta,



Foto: Helsinki Consulting Group Ltd.

La Estrategia Forestal Centroamericana busca, mediante el Sistema Centroamericano de Áreas Protegidas, mantener la cobertura de bosques entre 25-30% del territorio total

Los incentivos indirectos son las formas más seguras de intervenir, ya que tienen pocos impactos negativos y la única preocupación es su eficiencia. Estos servicios, tradicionalmente, se han considerado como ineficientes, pero esta percepción está mejorando. Además, son beneficios para los propietarios activos y no necesariamente para los propietarios grandes.

Por otro lado, estos servicios son inversiones a largo plazo y, en la situación económica prevaleciente en Centroamérica, es difícil justificar este tipo de inversiones. Uno de los incentivos indirectos de más corto plazo es la información sobre los mercados. Más importante aún, este responde directamente a uno de los principales problemas men-

ta, mediante el apoyo a las organizaciones de propietarios forestales. En las entrevistas, se menciona que tal apoyo se dio en Costa Rica y Panamá a principios de los años 90 y posteriormente en El Salvador.

El problema de los pequeños propietarios no parece, de ninguna manera, resuelto en Centroamérica. En realidad varios entrevistados en Costa Rica mencionaron que la situación del pequeño propietario ha empeorado después de entrar en vigencia la Ley Forestal en 1996. Dicha ley no sólo exige títulos de propiedad para poder aprovechar los pagos por servicios ambientales, sino que también ha puesto énfasis en la conservación del bosque natural, inexistente en las fincas de los pequeños propietarios.

En Guatemala, donde ha habido grandes avances en el sector forestal en la última década, la Ley Forestal de 1996 establece que el programa de incentivos debe asignar una cuota dada para pequeños propietarios. Sin embargo, un profesional independiente afirma que el cambio positivo en el sector ha beneficiado a los grandes propietarios privados, pero no tanto a los pequeños.

*“Para el propietario que tiene una finca grande definitivamente ha sido un cambio positivo. Pero las personas que tienen áreas pequeñas no han sentido mayores cambios, pues para realizar un proceso de manejo tienen que seguir todo un proceso de contratar a un técnico, de hacer el plan, y con áreas pequeñas esto no es rentable”.*

La forma sostenible de facilitar las actividades productivas forestales entre los pequeños propietarios es promover la cooperación. Sin embargo, mientras tal proceso no se dé, es necesario tener un cuidado especial para que los pequeños propietarios no sean completamente excluidos de las actividades forestales.

### **Recomendaciones**

La seguridad sobre la tenencia de la tierra casi ha sido la respuesta estándar que se da cuando se habla del factor dominante en la formación de relaciones entre el propietario y su tierra. Y tal respuesta es cierta cuando se evalúan los impactos negativos de la inseguridad de tenencia de la tierra sobre las inversiones y cultivos a largo plazo. Por otro lado, Jaramillo y Kelly (1999) reconocen que aunque existe inseguridad sobre la tenencia de la tierra en todas partes de América Latina, hay muy pocas investigaciones empíricas sobre el impacto real del aumento de la seguridad.

Por ello, se recomienda que mientras no haya estudios que determinen el impacto de la tenencia de la tierra en la toma de decisiones

sobre el uso de la misma, los profesionales forestales deben seguir en la búsqueda de otras soluciones que permitan mejorar la seguridad de cosecha de los propietarios forestales. De cualquier forma, el proceso de titulación de tierras en América Latina es tan complicado, que es poco probable que se pueda resolver rápidamente y definitivamente.

En varios países hay graves riesgos de polarización, y por ende de fragmentación, del poder de los dueños de bosques: los grandes propietarios son representados y defendidos por los gremios industriales, mientras que los pequeños y medianos quedan sin apoyo de los grandes. Este riesgo existe en toda la región, pero parece más evidente en Costa Rica y Guatemala.

En general, la polarización de los propietarios forestales en dos grupos: empresarios y campesinos, hace daño al grupo de propietarios en su totalidad. Cabe aclarar que en Centroamérica, por empresario forestal no se entiende necesariamente el dueño de una entidad jurídica dedicada a la actividad forestal, sino una persona natural que participa en distintas fases de la producción forestal.

La polarización mencionada deja por fuera a una buena parte de propietarios forestales que, aunque tengan sus títulos de propiedad en regla, son demasiado pequeños como para ser empresarios, pero demasiado grandes para ser campesinos. Un propietario puede tener intereses comunes con los industriales, pero a lo mejor puede tener más en común con otros propietarios, independientemente de qué tan grande sea su finca, o de cuán claro esté el título de su tierra. Aunque existan propietarios grandes, hay muy pocos que son lo suficientemente fuertes como para entrar en el negocio del procesamiento de productos forestales en forma competitiva; por ello, se vuelve necesario que los propietarios busquen la cooperación entre ellos.

Se recomienda, entonces, no usar tanto las palabras “campesino” y “empresario”, sino más bien hablar simplemente de productores forestales.

En todos los últimos procesos de política forestal (p.ej., formulación de las nuevas políticas y/o leyes en Costa Rica, El Salvador, Nicaragua y Honduras) se ha dado un alto nivel de participación. Los procesos de Costa Rica y Honduras se consideran hasta ejemplares (CCAD 2002). En este momento, funcionarios y propietarios que participan en la formulación de políticas forestales están de luna de miel. No obstante, hay que tener mucho cuidado de que el proceso no acabe en divorcio, especialmente en lo que respecta a los largos procesos de aprobación de nuevas leyes forestales en El Salvador, Honduras y Nicaragua.

En El Salvador, el proceso de formulación de la Ley Forestal tardó casi diez años y unas 30 versiones de anteproyecto, hasta que la Ley fue finalmente aprobada en el 2002. El proceso ocasionó cierto cansancio entre los oficiales del gobierno y representantes del sector privado. Sin embargo, la aprobación política de la Ley se logró sin mayores cambios de contenido, así que finalmente los que participaron en el proceso quedaron más o menos satisfechos. En Nicaragua, la necesidad de una nueva ley forestal fue reconocida ya en 1993, cuando se emitió el Reglamento Forestal. La Ley de Conservación, Fomento y Desarrollo Sostenible del Sector Forestal fue aprobada en el 2003, después de múltiples cambios en el proceso de aprobación política.

En Honduras, el proceso está en camino, pero si la aprobación de la ley tarda mucho, o si cambia mucho el contenido de la propuesta consensuada, habría desmotivación y descontento entre quienes participaron en la formulación de la ley. Si la Ley fuera aprobada, Honduras tendría una oportunidad histórica única en Centroamérica en el establecimiento de un proceso completo de políti-




ca forestal, pues primero se definió la política forestal del estado, y después una ley forestal con otros instrumentos legales, instituciones correspondientes, planes estratégicos y programas de desarrollo.

En el caso de Nicaragua, el proceso quizás no sería tan completo ya que recientemente se reestructuraron las instituciones del sector en el país, incluyendo un nuevo Instituto Nacional Forestal. Un resultado claro de las entrevistas es que, para conservar la confianza de los propietarios, es primordial que haya continuidad en las políticas; por eso, no es conveniente hacer cambios frecuentes en la legislación e institucionalidad del sector. Sin embargo, el desarrollo de políticas forestales se debe ver como

un proceso cíclico de retroalimentación y adecuación de las políticas. La principal recomendación para las nuevas políticas –según los entrevistados– es tomar en cuenta el sector agropecuario y el medio ambiente.

En la región se ha generado bastante experiencia en este campo; es necesario, eso sí, fortalecer el intercambio de experiencias positivas entre los países. Aún países que no se consideran muy fuertes en lo forestal, como El Salvador y Panamá, han acumulado muchas experiencias que pueden servir a sus vecinos. Primero, se han estrechado las relaciones del sector forestal con el poder económico en sus países, incluyendo entidades bancarias y aseguradoras. También, ya desde hace mucho tiempo, se

ha sentido la necesidad de tomar en cuenta a otros sectores en la planificación forestal. Además, las estrategias actuales en cuanto a los incentivos indirectos son más realistas.

Los procesos recientes de política forestal han demostrado que Costa Rica, Guatemala, Honduras y Nicaragua poseen organismos con poder de convocatoria, incluso fuera del sector forestal, capaces de dirigir procesos políticos participativos. Sin embargo, los resultados de las entrevistas revelan que los contactos con otros sectores aún son bastante esporádicos. En realidad, los entrevistados hicieron muy pocas referencias a otros sectores; por ello se requiere un esfuerzo especial para mantener esta discusión intersectorial. 

## Literatura citada

- Ajzen, I; Fishbein, M. 1980. Understanding attitudes and predicting social behavior. Englewood Cliffs. New Jersey, EU, Prentice-Hall Inc. 278 p.
- Araya, MV; Canet, G.; Sevilla, L. 2003. Los incentivos forestales en Costa Rica. In Pereira, L. (Ed.). Incentivos forestales en Centroamérica. Memoria del Panel Centroamericano sobre Incentivos Forestales. Guatemala, Escuela Nacional de Ciencias Forestales / Programa Regional Forestal de Centroamérica. pp. 41–57.
- Boyd, R. 1984. Government support of nonindustrial production: The case of private forests. *Southern Journal of Economics* 51:89 - 107
- Brooks, D. 1986. Evaluating the regional and distributional impacts on forestry cost-share payments. In Tikkanen, I. (Ed.) 1986. Analysis and evaluation of public forest policies. *Silva Fennica* 20(4): 319 - 330.
- Campos, J; Camacho, M; Villalobos, R; Rodríguez, C; Gómez, M. 2001. La tala ilegal en Costa Rica. Un análisis para la discusión. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). (<http://www.catie.ac.cr/news/notas/nota21.htm>)
- CCAD. 1997. Informe de la reunión de expertos sobre criterios e indicadores de ordenación forestal sostenible en Centroamérica, Tegucigalpa, Honduras 20 – 24 de enero 1997. Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. 33 p.
- CCAD. 2002. Estrategia Forestal Centroamericana (EFCA). Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo. Centroamérica. 68 p.
- Cubbage, F; Hodges, D. 1986. Public and private technical assistance programs to nonindustrial private forests in Southern United States. In Tikkanen, I. (Ed.) 1986. Analysis and evaluation of public forest policies. *Silva Fennica* 20(4): 376 - 384.
- Del Gatto, F. 2003. Barreras a la legalidad en el sector forestal de Honduras. REMBLAH-COSPE. (<http://www.odi.org.uk/talailegal>)
- Greene JL; Blatner KA. 1986. Identifying woodland owner characteristics associated with timber management. *Forest Science* 32(1): 135 - 146.
- Hayami, Y. 1981. Assessment of green revolution. *Economic Development and Cultural Change* 30(1): 169 – 176.
- Jaramillo, C; Kelly T. 1999. Deforestation and property rights. In Keipi K. (Ed.) 1999. Forest resource policy in Latin America. Inter-American Development Bank. Washington DC., EU. p. 111 – 134.
- Järveläinen, V-P. 1986. Hakkuumahdollisuuksien käyttöön vaikuttavat tilakohtaiset tekijät maan länsi- ja itäosissa. Summary: Factors affecting the use of allowable cut in western and eastern part of Finland. *Folia Forestalia* 707. 64 p.
- Könönen, A. 2003. An investigation on the motives and obstacles to private on-farm tree planting comparing literature on the developing world to the findings of an empirical study in Central America. Mag. Sc. Thesis. University of Helsinki, Helsinki, Finland, 95 p. + Anexos.
- Korhonen, K. 2000. The silvicultural state of planted forests in Southern Costa Rica as affected by farmers' motivation for reforestation: Evaluation of forest incentive programs. Thesis submitted for an Mag. Sc. Degree in Silviculture. University of Helsinki, Helsinki, Finland, p. 71 p. + Anexos.
- Lönnstedt, L. 1997. Non-industrial private forest owners' decision process: A qualitative study about goals, time perspective, opportunities and alternatives. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12: 302 - 310.
- Pereira, L. (Ed.) 2003. Incentivos forestales en Centroamérica. Memoria del panel centroamericano sobre incentivos forestales. Guatemala, Escuela Nacional de Ciencias Forestales / Programa Regional Forestal de Centroamérica. 61 p.
- Piotto, D. 2001. Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua: comportamiento de las especies y preferencias de los productores. Thesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 129 p. + Anexos.
- Porcar i Castell, JA. 2002. El desarrollo de plantaciones forestales en El Salvador, desde un punto de vista silvícola y socioeconómico. Tesis de Maestría. Universidad de Helsinki, Helsinki, Finlandia, 79 p. + Anexos.
- Romm, J; Washburn, C; Tuazon, R; Bendix J. 1987. Public subsidy and private forestry investment: Analyzing the selectivity and leverage of a common policy form. *Land Economics* 63(2): 153 - 167.
- Steiguer, J, de; Royer, J. 1986. Increasing forestry investments by means of public policy programs. In Tikkanen, I. (Ed.) 1986. Analysis and evaluation of public forest policies. *Silva Fennica* 20(4): 354 - 357.
- Suazo, DA. 2003. Evaluación socioeconómica de plantaciones forestales en cuatro departamentos de Honduras. Tesis de Ingeniería en Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 72 p.

# Los propietarios de tierra y la reforestación privada en América Central

## Factores que limitan y promueven el cultivo de árboles

**A. M. Könönen**

**K. J. Leppänen**

*Economía Ambiental;  
Universidad de Helsinki, Finlandia  
anni.kononen@helsinki.fi  
kari.leppanen@hcg.helsinki.fi*

Los propietarios están interesados en ingresos, beneficios ecológicos y en aumentar la productividad de su finca. Que no puedan siempre actuar según esta conciencia y sembrar árboles no es porque no quieren, sino por la combinación de factores limitantes que se los impide.

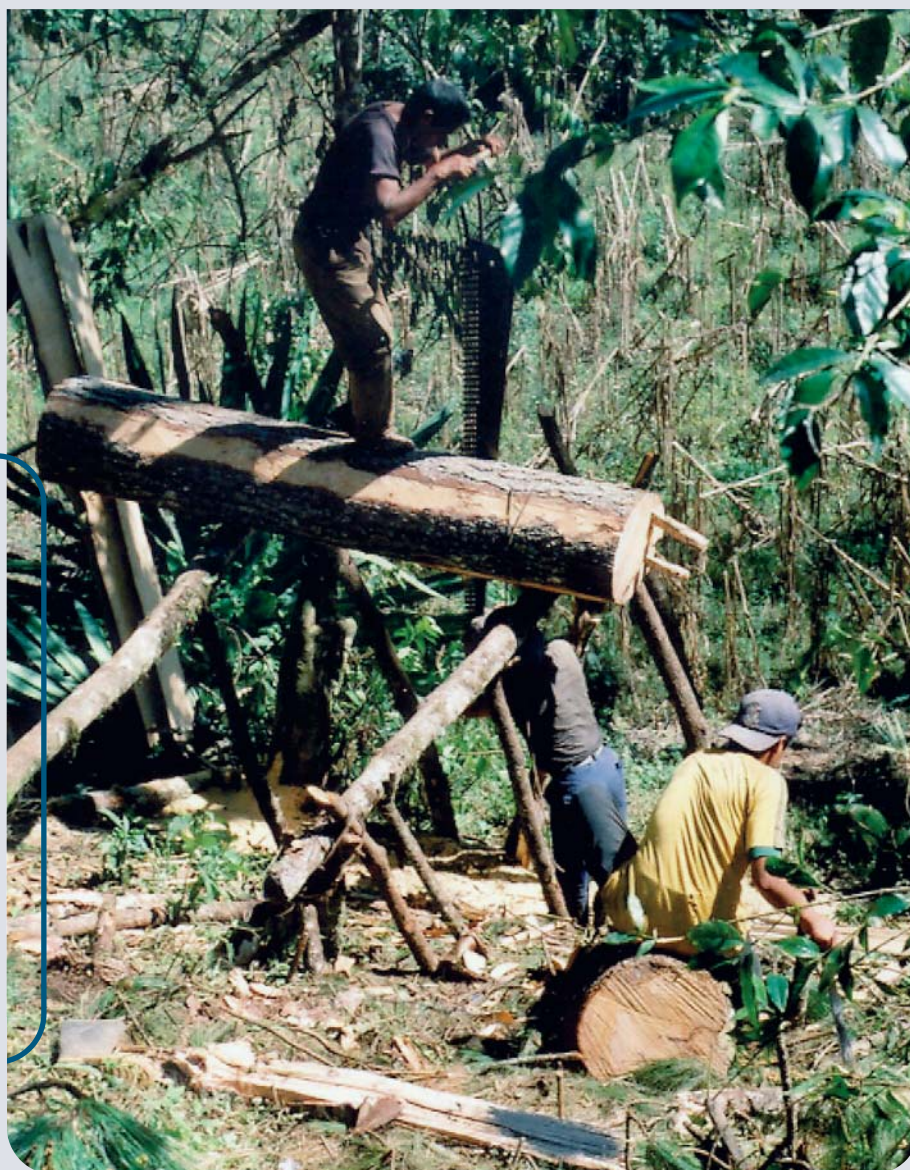


Foto: Anni Könönen

## Resumen

Las razones de la falta de participación de parte de la población local en las iniciativas de reforestación son desconocidas mundialmente. Para explorar la realidad centroamericana, se entrevistó en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá a un total de 621 propietarios de tierra, de los cuales 324 habían sembrado árboles y 297 no lo habían hecho. El análisis revela que en cuanto a sus características personales, los no reforestadores son iguales a los reforestadores: el sexo, la edad, la cantidad de hijos y el nivel de educación formal no explican estadísticamente las diferencias en su decisión de reforestar. El nivel de conocimiento y actitud hacia las plantaciones forestales tampoco la explican; reforestadores y no reforestadores están igual de concientes de los beneficios de los árboles y tienen una actitud igual de positiva hacia las plantaciones forestales. Si dependiera solamente de actitud e interés, la gran mayoría de propietarios de tierra en Centroamérica sembraría árboles. Las mayores limitaciones a la reforestación mencionadas por los entrevistados son: escasez de terreno disponible, incompatibilidad de árboles con otros usos, largo tiempo de rotación y escasez de recursos financieros para la inversión inicial. Las mayores diferencias entre los dos grupos se dan en relación con los terrenos: los reforestadores tienen, en promedio, fincas más grandes, más productivas y más cercanas a los centros poblados.

Los resultados de estas entrevistas contradicen varias concepciones comunes sobre los obstáculos para la reforestación. La tenencia de la tierra no es tan importante como se creía, y los reforestadores tampoco resultaron excepcionalmente "innovadores". La literatura afirma que a los campesinos centroamericanos les falta conciencia ambiental; sin embargo, se encontró que la población tiene un alto nivel de conocimiento sobre la importancia de los árboles, tanto local como globalmente, y que la resistencia hacia los árboles es mínima. Las implicaciones prácticas de estos resultados son importantes. La educación pública por sí sola no puede aumentar la reforestación, sino se necesitará integrar los árboles a cada tamaño y tipo de finca y aumentar el atractivo económico de los árboles, en relación con otros cultivos. Los árboles son bienvenidos en las fincas privadas de Centroamérica, siempre y cuando contribuyan a la producción y a la seguridad económica de la familia.

**Palabras claves:** Reforestación; propiedad de la tierra; propiedad privada; plantaciones forestales; América Central.

## Summary

**Central American Landholders and Private Reforestation. Factors Working For and Against On-Farm Tree Planting.** The reasons for the lack of public participation in tree planting initiatives in the developing countries have been widely unknown. To explore the reality in Central America, personal interviews were made in the region to 621 landholders, of which 324 had planted trees on their lands and 297 had not. The results indicate that in respect to their personal characteristics both groups of farmers were very similar. Tree farmers do not differ in gender, age, education or family size from the non-tree farmers, nor do they have significantly different attitudes or knowledge. If it were to depend purely on willingness, the vast majority of the Central American landholders would plant trees. The main obstacles mentioned in the interviews were: lack of available land, incompatibility with other land uses, long payback period and difficulties in financing the initial investment. The main differences between the groups indeed lie in their landholdings. The tree farmers possess considerably larger and better producing farms on better land, located closer to centres than the non-tree farmers.

These findings challenge many common views. Tenure of land did not rise as a determining factor and the tree farmers did not come out as particular "innovators". It is evident that a claimed lack of knowledge, or ignorance, is not a sound explanation to tree planting inertia. On the contrary the Central American landholders proved to be very conscious of the importance of trees both locally and globally, and there is virtually no resistance or negative attitudes. The economic factors were, however, found relevant; land and capital are scarce. The inertia to on-farm tree planting is not caused by landholders not knowing why they should plant trees, but instead of lacking the resources to act according to this insight. The practical implications of these findings are important. Public education alone cannot increase tree planting, instead the integration of trees to all sizes and types of farms is necessary. It is also important to seek ways to increase the economic profitability of trees, relative to other crops. Trees are welcomed on private farms in Central America, only if they contribute to the production and economic security of the farmer household.

**Keywords:** Reforestation; land ownership; private ownership; forest plantations; Central America.



La reforestación se ha tratado en el pasado como un problema técnico y económico, aunque evidentemente el factor decisivo es la participación de la población local. Se ha intentado transferir prácticas desde afuera para imitar el desarrollo forestal en otros países, pero no se ha tenido éxito. Lo forestal se ha desarrollado de manera aislada de los otros usos de la tierra y de otros cultivos potenciales. Pero, ¿dónde habría que sembrar árboles si el terreno ya está en uso? ¿Cómo justificar el árbol como cultivo en vez de otros cultivos más productivos y con turnos de rotación más cortos?

Desde hace algunas décadas, en la región centroamericana se tiene conciencia sobre los efectos negativos de la deforestación. Tanto los científicos, como los gobiernos, organizaciones y público en general coinciden en que la tasa de deforestación es excesivamente alta. En todos los países centroamericanos, han surgido proyectos de reforestación con los objetivos de combatir la pérdida de bosques y la erosión, abastecer de leña a las poblaciones rurales, o generar ingresos adicionales para los campesinos. Además, se ofrecieron incentivos, se ejecutaron campañas de educación pública y se trató de diseminar buenas tecnologías. Los resultados de estos esfuerzos, sin embargo, han sido escasos. La tasa de reforestación sigue muy baja, sin que nadie parezca saber las razones. ¿Por qué los propietarios de tierra no participan en la plantación de árboles?

El propósito de este trabajo es investigar los factores que podrían explicar por qué en Centroamérica algunos propietarios de tierra plantan árboles mientras otros no lo hacen. ¿Hay diferencias intrínsecas entre reforestadores y no reforestadores en cuanto a características personales, terrenos, formas de pensar, conocimientos o actitudes? ¿Cuáles factores limitan y promueven la re-

forestación? La idea es dilucidar estas interrogantes, de manera que se pueda formular recomendaciones para que las futuras políticas forestales se basen en la comprensión sólida de la situación actual en el campo. Solamente si se conocen los obstáculos y potenciales para la reforestación, se podrán dirigir de manera eficaz los esfuerzos para aumentar la plantación de árboles.

La tenencia de la tierra no probó ser un factor decisivo para la reforestación en Centroamérica; no hubo ni un solo entrevistado que la mencionara como una preocupación.

#### Antecedentes

En la literatura técnica, económica y biológica sobre reforestación en Centroamérica, el factor humano ha recibido menos atención de la que merece. Hay pocas investigaciones sobre la decisión del propietario para establecer, o no, plantaciones forestales. Por eso, en este estudio se incluyen también fuentes especulativas y teóricas.

#### Características personales del propietario de tierra

La literatura consultada propone que el sexo del propietario de la tierra podría explicar el hecho de plantar árboles, aunque hay divergencias en cuanto a la dirección del efecto. En cuanto a la edad del propietario, Thacher *et al.* (1997) afirman que la gente mayor se interesa más por la reforestación, aunque para Jickling y White (1995) la edad no influye en la decisión de reforestar. En general, la educación se ve como un factor clave para la reforestación y el manejo sostenible de los bosques (Gue-

vara 1999). Estudios empíricos también muestran una relación positiva entre la educación y la reforestación (Jickling y White 1995, Thacher *et al.* 1997).

#### Características de la finca

Los reforestadores tienen más tierra y son generalmente más ricos que los no reforestadores (Current 1995, Jickling y White 1995, Reiche 1995, Thacher *et al.* 1997). La seguridad sobre la tenencia de la tierra se ve como una condición necesaria para la reforestación; las tierras que no sirven para agricultura pero que son accesibles con transporte son ideales para la reforestación (Alberti 1996, Reiche 1995, Nygren 1993). La disponibilidad de la mano de obra es un factor importante para la siembra de árboles; la escasez de leña ya no se percibe como un factor determinante en la decisión de establecer plantaciones forestales (FAO 1992, Laarman y Sedjo 1992). La literatura también sugiere que los proyectos de reforestación favorecen y prefieren a los propietarios de tierra ya poderosos y ricos (Blair y Olpadwala 1988, Guggenheim y Spears 1991, Jickling y White 1995, Nygren 1993).

#### Actitudes, expectativas y conocimientos sobre reforestación

El ambiente rural es resistente a los cambios; por ello, en la literatura se percibe a los reforestadores como personas innovadoras, valientes y activas en las organizaciones de su comunidad. Sus decisiones sobre el uso de la tierra son tomadas en familia y hasta piden la opinión de sus vecinos, pero sienten menos la necesidad de aprobación de otra gente (Laarman y Sedjo 1992, Rodríguez 1995, Thacher *et al.* 1997, van Dam y Hettema 1988). En cuanto al nivel de conocimiento de los centroamericanos involucrados en reforestación, no hay acuerdo entre las fuentes. Algunos declaran que la ignorancia de los campesinos limita la participa-

ción en reforestación, mientras que otros sostienen que los campesinos conocen bien la importancia de los árboles pero no actúan en concordancia por otras razones. Los investigadores tampoco concuerdan en cuanto a la importancia de la extensión y la educación pública; sin embargo, todos están de acuerdo en cuanto a la importancia de la presencia permanente de técnicos forestales en el campo, y demuestran que por el momento hay una grave deficiencia de personal forestal en Centroamérica (Alberti 1996, Current 1995, Guevara 1999, Reiche 1995, Thacher *et al.* 1997, Turtiainen y Barahona 1999).

#### Factores generales que promueven y limitan la reforestación privada

Según la literatura, los factores económicos son de suma importancia para la reforestación. La inversión inicial es cara, los préstamos son difíciles de conseguir y la larga espera para cosechar y obtener ingresos son factores que limitan el entusiasmo por sembrar árboles. El interés en los ingresos motiva la reforestación, pero en realidad la rentabilidad no está asegurada porque los precios de la madera varían mucho (Current 1995, Laarman y Sedjo 1992, Scherr 1995, Vieto 1995). Los mayores riesgos, según la literatura, son las plagas y los incendios forestales (Edelman 1995, Evans 1999). El derecho a cortar los árboles se percibe como un factor muy decisivo para la siembra de árboles (Kaimowitz 1996, Nygren 1995). La inseguridad de poder cosechar, la desconfianza en las autoridades, la burocracia y otras deficiencias institucionales son obstáculos para la reforestación (de Montalbert y Schmidhüsen 1994). No hay acuerdo sobre la existencia de una cultura forestal en Centroamérica; los extensionistas perciben a los campesinos como enemigos del bosque y, por otra parte, los compradores de madera engañan a los produc-

tores, lo cual limita su participación en reforestación (FAO 1992, Nygren 1993, Nygren 1995). La motivación ambiental es fuerte entre quienes deciden plantar árboles; pero, por otro lado, hay una percepción negativa hacia las plantaciones forestales porque empeoran las condiciones locales de suelo, reducen la biodiversidad y aceleran la deforestación (Alberti 1996, Carrere 1999, Samayoa 1995, Thacher *et al.* 1997, Vieto 1995).

#### Metodología

Para explorar las diferencias entre reforestadores y no reforestadores en Centroamérica, se entrevistó personalmente a un total de 621 propietarios de tierra entre enero 2001 y agosto 2002 en Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. De los entrevista-

dos, 324 habían sembrado árboles (reforestadores) y 297 no habían sembrado árboles (no reforestadores). El requisito para todos los entrevistados fue poseer un mínimo de 0,1 ha de terreno. Para los reforestadores además se requería haber sembrado un mínimo de 100 árboles en su terreno, incluyendo todas las especies y propósitos.

La información obtenida en las encuestas se procesó con el programa SPSS 10.0 y se aplicaron pruebas estadísticas “Mann-Whitney U”, “t” y “ $\chi^2$ ” para medir el significado entre promedios y distribuciones. Las pruebas se basan en la comparación entre reforestadores y no reforestadores; el nivel de significado revela la probabilidad de errar, si se postula que los dos grupos son diferentes. Mientras más pequeño el número de significado,



Foto: Anni Könönen

La artesanía es uno de los usos locales de la madera que genera ingresos adicionales a las familias campesinas

con más seguridad los reforestadores son diferentes que los no reforestadores en cuanto a ese factor. Se considera el nivel de <1% (<0,01) como prueba sobre diferencias estadísticamente significativas.

### Resultados y discusión

Los 621 propietarios de terreno entrevistados poseen juntos un total de 31.700 ha de tierra; sin embargo, hay grandes diferencias en cuanto a la extensión que cada uno posee: los 300 propietarios con menos tierra poseen juntos menos que los dos propietarios con las mayores extensiones. Las mayores diferencias en tamaños de terrenos se vieron en Guatemala (0,1-1600 ha); las diferencias más pequeñas se encontraron en Panamá (1,0-200 ha). Los reforestadores habían sembrado árboles en un total de 4430 ha (plantación promedio 13,8 ha); el 80% de ellos habían recibido incentivos para la reforestación.

### Características personales de los propietarios

El análisis de los datos personales de los propietarios de tierra entrevistados no revela diferencias entre reforestadores y no reforestadores; ambos grupos tienen, en promedio, edad, escolaridad y cantidad de hijos similares (Cuadro 1). La proporción de mujeres es también parecida en ambos grupos. Es evidente, entonces, que las características personales de los propietarios no explican estadísticamente la voluntad de reforestar.

Al comparar la literatura revisada con los resultados empíricos de las entrevistas, es obvio que las percepciones comunes sobre los factores decisivos para la reforestación no son del todo válidas en Centroamérica. La decisión de reforestar no se pudo explicar con el sexo ni la edad del propietario. Y, contrario a lo expresado en la literatura, tampoco el grado de educación formal afecta la probabilidad de reforestar.

### Características de la finca

Los reforestadores tienen en promedio más tierra que los no reforestadores, tanto en su finca principal como en total (Cuadro 2). Las diferencias son estadísticamente significativas; o sea, que mientras más tierra se tenga mayor probabilidad de reforestar una parte del terreno. El tamaño pequeño de la parcela, sin embargo, no es un obstáculo absoluto para la reforestación, ya que se encontraron parcelas de tan solo 0,3 ha con reforestación. Una extensión grande tampoco garantiza la reforestación; hubo casos de fincas de hasta 430 ha que no habían sembrado árboles. Las fincas con reforestación emplean en promedio más trabajadores (5,5 empleados) que las fincas sin reforestación (3,1 empleados) (sign. 0,000).

Aunque entre los no reforestadores la proporción de propietarios sin título oficial es más alta que entre los reforestadores (Cuadro 3), los dos grupos tienen en promedio una historia similar de posesión de la tierra,

lo que indica una seguridad similar en cuanto a la tenencia de la tierra (Cuadro 2). En Centroamérica, conseguir un título oficial de tenencia de la tierra puede ser un proceso largo y costoso y, por lo tanto, fuera del alcance de los minifundistas. El hecho de tener un título puede ser más un símbolo de privilegio que un indicador de mayor seguridad sobre la propiedad. La tenencia de la tierra no probó ser un factor decisivo para la reforestación en Centroamérica; no hubo ni un solo entrevistado que la mencionara como una preocupación.

Una mayor parte de los no reforestadores viven en la finca (60%); de los reforestadores, solo 43% viven en la finca (sign. 0,000). Por ende, la distancia desde el domicilio a la finca es más larga para los reforestadores (24 km) que para los no reforestadores (6 km) (sign. 0,000). En cuanto a la altitud de la finca o su topografía no se encontraron mayores diferencias entre los dos grupos. Pero si se mide la distancia desde la finca hasta el pueblo más cercano, es

**Cuadro 1.**  
Características personales de los propietarios de tierra (N=621)

	No reforestadores	Reforestadores	Sign.	Dif. estadísticamente significativa?
Edad (años)	49,4	49,8	0,663	No
Sexo	Masculino (92,6%)	Masculino (93,5%)	0,657	No
Educación (años)	5,9	6,5	0,189	No
Número de hijos	4,1	4,2	0,615	No

**Cuadro 2.**  
Características de la finca (N=621)

	No reforestadores	Reforestadores	Sign.	Dif. estadísticamente significativa?
Área de la finca principal (ha)	20,8	52,0	0,000	Sí
Total área de tierra en posesión (ha)	23,9	75,8	0,000	Sí
Años en posesión de la finca	21,1	21,8	0,789	No



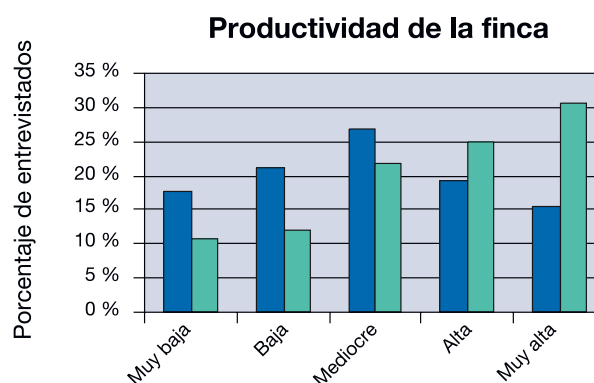
evidente que las fincas reforestadas están más cerca de los centros poblados que las no reforestadas (sign. 0,000). Más del 40% de las reforestaciones quedan a menos de 4 km o menos de 10 minutos del pueblo más cercano, en tanto que el 39% de las fincas no reforestadas quedan a más de 10 km o más de 30 minutos de distancia del pueblo más cercano.

La posesión de ganado no explica estadísticamente decisiones sobre reforestación (sign. 0,315). En promedio, los ganaderos no reforestan ni más ni menos que los que no tienen ganado. Con base en la extensión, cantidad de ganado y proporción de cultivos especiales, las fincas se clasificaron según su productividad o rentabilidad. Los resultados de la comparación entre los dos grupos muestran que en promedio las fincas de los reforestadores son más productivas que las fincas de los no reforestadores (Figura 1). Los resultados concordaron con la literatura en cuanto a que los reforestadores tienen, en general, más y mejores tierras que los no reforestadores, por lo que se puede decir que son más ricos. Los proyectos de reforestación pueden, de hecho, estar favoreciendo a los ya privilegiados; aunque también es probable que los reforestadores se esfuercen más por mejorar su uso de la tierra.

**Actitudes, expectativas y conocimientos sobre la reforestación**  
Para investigar el posible efecto de la actividad social en la reforestación, se preguntó sobre afiliación a organizaciones civiles. Los resultados muestran que, aunque los reforestadores son miembros de más organizaciones civiles que los no reforestadores (sign. 0,000), no son más activos en ellas (sign. 0,436) ni tienen más cargos de confianza (sign. 0,050). No obstante, 19% de los no reforestadores mencionaron pertenecer a una iglesia o grupo religioso, pero entre los reforestadores sólo el 8% pertenecen a grupos religiosos

**Cuadro 3.**  
Tenencia de la tierra (N=601)

	No reforestadores (%)	Reforestadores (%)
Propia con título	83,9	94,9
Propia sin título	15,0	5,1
Alquilada	1,0	-
Significado de diferencia	0,000	
Dif. estadísticamente significativa?	Sí	



**Figura 1.** Distribución de la productividad de la finca (N=619)

(sign. 0,000). Los reforestadores no resultaron más innovadores o menos conservadores que los no reforestadores (sign. 0,630) y, aunque la mayoría de los entrevistados declararon tomar decisiones independientemente, los reforestadores en promedio dependen más de la opinión de la otra gente que los no reforestadores (sign. 0,000).

Como un nuevo factor de discusión, se descubrió que los no reforestadores son más religiosos que los reforestadores. En cuanto al nivel de conocimientos, evidentemente los no reforestadores no son ignorantes sino que razonan bien sobre su situación particular.

La mayoría de los entrevistados piensan que dejarán la finca como

herencia a sus hijos y, aunque más reforestadores que no reforestadores quieren vender su finca, la diferencia no es estadísticamente significativa. En cuanto a sus expectativas económicas, los no reforestadores son un poco más pesimistas sobre su futuro personal (sign. 0,002) y un poco más optimistas sobre el futuro económico de su país que los reforestadores (sign. 0,000),

La gente tiende a pensar que los propietarios de tierra no siembran árboles porque no conocen la práctica ni las razones por las cuales sería bueno reforestar, o porque tienen actitudes negativas hacia la reforestación. Para determinar qué tan ciertas son estas percepciones, se preguntó a los entrevistados al respecto.

Los resultados muestran que, de todos los propietarios de tierra entrevistados, más de la mitad conoce personalmente a un extensionista o a un ingeniero forestal; 36% de los no reforestadores no conocen a ningún extensionista, mientras de los reforestadores la proporción respectiva es de 20% (sign. 0,000). Este último número es alto si se considera que estas personas evidentemente se han involucrado en la práctica sin ayuda técnica desde afuera. Los reforestadores tienen sus opiniones acerca de la política forestal de su país, aunque los no reforestadores también saben al respecto. Ambos grupos dieron muchas sugerencias para mejorar el sistema de reforestación.

Para analizar sus motivaciones, se les preguntó a los propietarios las ventajas (o razones) y desventajas (u obstáculos) para reforestar: “*Si usted reforestó, ¿por qué lo hizo?, ¿cuáles eran sus preocupaciones? Y si usted no reforestó ¿por qué no lo ha hecho?, ¿por qué le interesaría hacerlo?*” En promedio, los reforestadores mencionaron cuatro factores y los no reforestadores tres (sign. 0,000): una desventaja u obstáculo en ambos grupos; tres ventajas o razones en el grupo de los reforestadores y dos en el de los no reforestadores. La principal razón para no reforestar definitivamente no es el hecho de no saber nada sobre los beneficios de las plantaciones de árboles o sus problemas. El 14% de los no reforestadores no mencionaron ninguna ventaja o motivo para reforestar; en promedio, su actitud hacia las plantaciones forestales es más negativa o indiferente que los demás propietarios de tierra. Es lógico no querer sembrar árboles si uno no tiene ninguna razón para hacerlo. No se debe olvidar, sin embargo, la posibilidad de que una actitud negativa haga que el propietario no quiera mencionar ninguna ventaja de la práctica, aunque las conozca.

**Cuadro 4.**

Motivos o ventajas de reforestar. Número de respuestas no limitado por entrevistado. (N=621)

Motivos	No reforestadores (%)	Reforestadores (%)	Sign.	Diferencia estadísticamente significativa?
Ingreso o producción de madera	45	75	0,000	Sí
Protección de suelos y aguas (contra erosión y viento)	35	34	0,780	No
Uso doméstico (leña, postes, etc.)	37	27	0,005	Sí
Protección del medio ambiente (biodiversidad, etc.)	21	36	0,000	Sí
Seguridad económica, buena inversión, valor de la tierra	28	24	0,273	No
Complementa uso de la tierra (sombra, abono, etc.)	13	11	0,442	No
Optimiza uso de la tierra (tierras marginales, agroforestería, etc.)	5	13	0,001	Sí
Producción de oxígeno, mejora aire	7	11	0,082	No
Mejora el paisaje	7	11	0,057	No
Mejora el clima local o global	9	8	0,537	No
Parar la deforestación	9	7	0,288	No
Diversificar la producción de la finca	2	12	0,000	Sí
Recibir incentivos	3	5	0,227	No
Beneficio emocional o sentimental	2	5	0,089	No
Ecoturismo	2	4	0,084	No
Recreación	2	4	0,212	No

Además, se mencionaron otros como: creación de empleo (17 entrevistados), cumplir con compromisos de reforestación (12), educación ambiental / servir como ejemplo (8), protección contra la invasión (8), buen mercado de productos (6), fácil de manejar (4), facilita visa de inmigración (1).

En Centroamérica es muy fuerte el estereotipo de que los no reforestadores son ignorantes y desconocen las razones por las cuales sería bueno reforestar. Como lo demuestra el Cuadro 4, este estereotipo es totalmente falso. En general, los no reforestadores están concientes de la importancia ecológica de los árboles, de su potencial económico y de otras ventajas. Hay pocas dife-

rencias entre los grupos, pero los reforestadores están más interesados en comercializar la madera mientras que a los no reforestadores les interesa más el autoconsumo de productos maderables. Según investigaciones previas en Centroamérica, al principio los propietarios de tierra buscan autosuficiencia de leña con su reforestación, pero a medida que los árboles van creciendo surge el interés comercial (Current *et al.* 1995). Los motivos para reforestar son muy variados. Esto se percibe como una ventaja, ya que con múltiples intereses se puede enfrentar un fracaso (p.ej. que la reforestación no genere muchos ingresos), sin que toda la práctica resulte “inútil”.

Además, se mencionaron otros como: inestabilidad de políticas y legislación / burocracia (15 entrevistados), lento crecimiento de árboles (14), deterioro del suelo / causa erosión (10), crea demasiada sombra (8), dificultades técnicas (8), dificultades en venta de diámetros pequeños (4), riesgo de invasión ilegal (3), deterioro del paisaje (2), impuestos son altos (1).

Al igual que con los motivos, también hay pocas diferencias entre los dos grupos en cuanto a su percepción de los obstáculos para la reforestación (Cuadro 5). En total, las preocupaciones económicas son las más pronunciadas en ambos grupos: los árboles crecen lento, quitan espacio a cultivos y pastos y no generan buenos ingresos. Los no reforestadores perciben más dificultades para integrar los árboles con otros usos en sus terrenos pequeños y para financiar la inversión.

El análisis de las ventajas y obstáculos para reforestar nos lleva a la conclusión de que esta información no es suficiente para explicar por qué unos propietarios reforestan y otros no. Ambos grupos saben de las ventajas y desventajas de las plantaciones forestales, y no hay diferencias tan marcadas en estas percepciones que expliquen su actuar. Conocer las ventajas de la reforestación no garantiza que un propietario reforeste su terreno, pero conocer los problemas tampoco impide que lo haga.

A todos los entrevistados se les preguntó sobre su actitud hacia las plantaciones forestales, y la gran mayoría declaró un actitud algo o muy favorable (86% de no reforestadores y 96% de reforestadores; sign. 0,000); solo el 3% de los no reforestadores no opinaron y 10% piensan de manera desfavorable. Entre quienes sí reforestan, el 3%, opinan de manera desfavorable, seguramente decepcionados con los resultados de la práctica. Cabe destacar que tener una actitud negativa hacia las plantaciones forestales no siempre implica estar contra los árboles, ya que se entrevi-



Foto: Anni Kõrönen

En promedio, los ganaderos no reforestan ni más ni menos que los que no tienen ganado

**Cuadro 5.** Obstáculos o desventajas de reforestar. Número de respuestas no limitado por entrevistado. (N=621)

Obstáculos	No reforestadores (%)	Reforestadores (%)	Sign.	Diferencia estadísticamente significativa?
Largo tiempo de espera/rotación	20	24	0,240	No
Incompatibilidad con otros usos de la tierra (reduce pasto o cultivos)	26	15	0,001	Sí
Dificultad para financiar inversión	17	7	0,000	Sí
Problemas de manejo	9	7	0,285	No
Riesgo de incendios	6	8	0,435	No
Baja rentabilidad (precios bajos, no da subsistencia, dificultad en pagar crédito)	6	6	0,918	No
Dificultades de comercialización (mercado inseguro)	3	7	0,017	No
Falta de cultura forestal o información	3	6	0,189	No
Riesgo de plaga, alta mortalidad de árboles	5	4	0,530	No
Falta de apoyo del gobierno en extensión, información, capacitación	2	6	0,043	No
No tiene tierra disponible	7	1	0,000	Sí
Clima desfavorable, escasez de agua	5	3	0,059	No
Alto riesgo de la inversión	1	5	0,007	Sí
Riesgo de robo o sabotaje	2	3	0,441	No
Falta de incentivos	3	2	0,357	No
Dudas de conseguir permiso de tala	4	1	0,027	No





Foto: Anni Kõnönen

Los propietarios centroamericanos ven la reforestación como algo favorable y, si dependiera solo de su voluntad, la mayoría sembraría árboles

tó a personas con fuertes opiniones contra la introducción artificial de árboles y en favor de la regeneración natural de los bosques. Las malas experiencias también afectan la opinión de los propietarios. En total, los propietarios centroamericanos ven la reforestación como algo favorable y, si dependiera solo de su voluntad, la mayoría sembraría árboles.

De hecho, cuando se les preguntó sobre la probabilidad de que siembren árboles en el futuro (5 años), la gran mayoría dijo que probablemente lo harán (68% de no reforestadores, 72% de reforestadores; sign. 0,000). Si bien no es realista pensar que dos terceras partes de todos los entrevistados realmente reforestarán en los próximos años, la voluntad de hacerlo claramente existe.

Para evaluar el contexto social de la reforestación, se les preguntó a los propietarios de tierra acerca de la opinión de otras personas alrededor de ellos. En promedio 1-2 personas han apoyado a cada entrevistado en sus acciones de reforestación; mayormente, extensionistas forestales, amigos y miembros de la familia. Aparte

de sentir más apoyo, los reforestadores reciben también más comentarios negativos de sus alrededores (sign. 0,000); particularmente sienten que “la gente del pueblo” o los vecinos están en contra de la siembra de árboles. En cambio, los no reforestadores sienten que la opinión pública estaría a favor de la reforestación. Esta discrepancia se puede entender considerando que los reforestadores de verdad han tomado una decisión poco común y sienten las reacciones de la gente. También existe cierta división entre “nosotros reforestadores” y “la otra gente”, que causa diferentes percepciones sobre la misma situación. En general, sin embargo, la gran mayoría de los entrevistados siente que la opinión de las personas importantes para el/ella están a favor de la reforestación. En vez de resistencia social, parece que hay un ambiente favorable hacia la reforestación en toda Centroamérica.

Como lo afirman varios autores, los factores económicos son importantes en la reforestación. En Centroamérica, los propietarios conocen la baja rentabilidad de las prácticas

de reforestación, la cual se ve afectada también por las políticas deficientes del sector. Los motivos ambientales resultaron muy importantes para todos los propietarios de tierra, tal como lo afirman diversos autores; en general, las plantaciones de árboles se perciben como beneficiosas para el estado del medio ambiente. Si bien los obstáculos más frecuentemente mencionados fueron problemas económicos y la integración de árboles en las fincas, las ventajas reflejan una cobertura más holística y completa. Los propietarios están interesados en ingresos, beneficios ecológicos y en aumentar la productividad de su finca. El hecho de que se mencionaran tantos motivos altruistas, incluyendo el medio ambiente global, generación de empleo y valores inmateriales revela que, a pesar de sus problemas cotidianos, los propietarios centroamericanos pueden ver las repercusiones de su uso de la tierra a nivel mundial. Que no puedan siempre actuar según esta conciencia y sembrar árboles no es porque no quieren, sino por la combinación de factores limitantes que se los impide.

## Conclusiones

Al hablar de reforestación en Centroamérica, tradicionalmente se ha dicho que los centroamericanos no quieren, no entienden o no saben. Esta investigación ha probado que la realidad es todo lo contrario: la voluntad para reforestar existe, los propietarios de tierra saben, entienden y quieren. Los reforestadores no son 'otra clase de gente', diferentes de quienes no reforestan; sólo son más privilegiados en cuanto a sus terrenos, pero en el resto son todos muy iguales. No hay obstáculos absolutos, ni propietarios completamente imposibles; más bien hay una gran voluntad hacia la reforestación en Centroamérica. Los árboles son

bienvenidos en las fincas, siempre y cuando no pongan en peligro la subsistencia del propietario y su familia.

## Recomendaciones

- La educación pública puede tener efectos limitados en la tasa de reforestación, ya que hay conciencia sobre los beneficios de tener árboles.
- La extensión forestal por sí sola tampoco logrará aumentar mucho la siembra de árboles, ya que el conocimiento técnico no es lo que falta.
- Los mayores problemas son económicos; hay que innovar las formas de facilitar la inversión inicial y de asegurar un precio rentable a

los productos. Esto incluye eliminar barreras institucionales y fortalecer el mercado.

- Los árboles deben verse como un cultivo alternativo y justificar su adopción con los mismos argumentos que los demás cultivos.
- Para asegurar el trato equitativo a los propietarios de la tierra, es necesario tomar en cuenta las condiciones en diferentes tipos y tamaños de fincas. Para evitar tensiones sociales y polarización y lograr una forestería sostenible en Centroamérica es necesario trabajar también con los menos privilegiados. La voluntad de progresar es igual de fuerte en toda la población del istmo. 🌱

## Literatura citada

- Alberti, A. 1996. Factores culturales que inciden en las decisiones del sector para invertir en actividades forestales. Green Project, USAID. El Salvador.
- Blair, HW; Olpadwala, PD. 1988. Forestry in development planning. Lessons from the rural experience. Westview Press. Colorado.
- Carrere, R. 1999. Ten replies to ten lies. WRM. Montevideo.
- Current, D. 1995. Economic and institutional analysis of projects promoting on-farm tree planting in Costa Rica. *In Current et al. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.
- Current, D; Lutz, E; Scherr, SJ. 1995. Adoption of agroforestry. *In Current et al. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.
- Edelman, M. 1995. Rethinking the hamburger thesis: deforestation and the crisis of Central America's beef. *In Painter y Durham (eds). 1995. The social causes of environmental destruction in Latin America.* UMP. USA.
- Evans, J. 1999. Sustainability of forest plantations. DID. London.
- FAO. 1992. Peasant participation in community reforestation in Cuzco, Peru. Community forestry case studies series nr 7. FAO. Rome.
- Guevara, R. 1999. Human resources development. *In Schmidt et al. (eds). 1999. Forests to fight poverty: creating national strategies.* Vail-Ballou Press. USA.
- Guggenheim, S; Spears, J. 1991. Sociological and environmental dimensions of social forestry projects. *In Cernea (ed). 1991. Putting people first.* WB. OUP.
- Jickling, JL; White, TA. 1995. Economic and institutional analysis of agroforestry projects in Haiti. *In Current et al. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.
- Kaimowitz, D. 1996. Livestock and deforestation in Central America in the 1980s and 1990s: a policy perspective. CIFOR. Jakarta.
- Laarman, JG; Sedjo, RA. 1992. Global forests: issues for six billion people. McGraw-Hill. USA.
- Montalembert, JR de; Schmidhüsen, F. 1994. Policy, legal and institutional aspects of sustainable forest management. *In FAO. Reading in sustainable forest management.* FAO Forestry paper 122. Rome.
- Nygren, A. 1993. El bosque y la naturaleza en la percepción del campesino costarricense: un estudio de caso. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 103 p.
- Nygren, A. 1995. Forest, power and development. Costa Rican peasants in a changing environment. The Finnish Anthropological Society (FI) no. 37. 238 p.
- Reiche, C. 1995. Economic and institutional analysis of agroforestry projects in El Salvador. *In Current et al. 1995. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.
- Rodríguez Estrada, C. 1995. Economic and institutional analysis of agroforestry projects in Honduras. *In Current et al. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.
- Samayoa Urrea, O. 1995. Economic and institutional analysis of agroforestry projects in Guatemala. *In Current et al. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.
- Scherr, SJ. 1995. Economic analysis of agroforestry systems: the farmers' perspective. *In Current et al. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.
- Thacher, T; Lee, DR; Schelhas, JW. 1997. Farmer participation in reforestation incentive programs in Costa Rica. Working paper 97-11. Cornell University. New York.
- Turtiainen, M; Barahona, G. 1999. Manual formulación de planes de manejo de bosques pinares, mixtos y plantaciones. *In Manual técnico.* CEMAPIF y PROCFOR.
- Van Dam, C; Hettema, A. 1988. Proyecto comunal de reforestación. Propuesta metodológica para que la comunidad campesina planifique y evalúe su propio desarrollo. Lima, Perú, MA y FAO.
- Vieto Morales, RJ. 1995. An economic and institutional analysis of agroforestry projects in Nicaragua. *In Current et al. Costs, benefits and farmers' adoption of agroforestry: project experience in Latin America and the Caribbean.* WB Environment paper 14.



# Plantaciones forestales con especies nativas

Una alternativa para la producción de madera y la provisión de servicios ambientales

**Florencia Montagnini**  
*Universidad de Yale.*  
*florencia.montagnini@yale.edu*

las plantaciones forestales con especies nativas pueden cumplir una función social y económica, pues ofrecen productos arbóreos y contribuyen a la rehabilitación de áreas degradadas, a la absorción de carbono atmosférico y a la recuperación de la biodiversidad.



Foto: Florencia Montagnini



## Resumen

El mercado de la madera en América Central se ha nutrido tradicionalmente de los bosques naturales. Sin embargo, con el avance de la deforestación, el establecimiento de plantaciones forestales es una alternativa que varios países como Costa Rica han estimulado en años recientes. Además de contribuir a suplir la creciente demanda de madera, las plantaciones proveen servicios ambientales; por ejemplo, el almacenaje de carbono. Pero además, las plantaciones pueden contribuir a la recuperación de suelos y de la biodiversidad de tierras degradadas. En este trabajo se presentan experiencias con especies forestales nativas, en plantaciones puras y mixtas generadas en Costa Rica en los últimos doce años. Se presentan resultados de crecimiento en volumen, producción de biomasa y recuperación de la fertilidad del suelos y de la biodiversidad en terrenos degradados. Se destacan las especies más promisorias en cada caso y se dan algunas recomendaciones para el uso de plantaciones con estas especies. Se sugiere que se establezcan incentivos para la reforestación y se estimule el establecimiento y mantenimiento de plantaciones con especies nativas siguiendo los modelos que hasta el momento han tenido éxito.

**Palabras claves:** Plantaciones forestales; especies nativas; *Terminalia amazonia*; *Dipteryx panamensis*; *Hyeronima alchorneoides*; *Calophyllum brasiliense*; *Vochysia guatemalensis*; *V. ferruginea*; *Swietenia macrophylla*; *Cedrela odorata*; *Cordia alliodora*; servicios ambientales; volumen; producción de biomasa; producción de madera; Costa Rica.

## Summary

**Forest plantations with native species; an alternative for wood production and the provision of environmental services.** In Central America, the timber market has traditionally used wood from natural forests. However, with the advance of deforestation, the establishment of forest plantations is an alternative that several countries like Costa Rica have stimulated in recent years. In addition to contributing to supply the increasing demand for timber, plantations provide environmental services; for example, carbon sequestration and storage. Plantations can also contribute to the recovery of soils and biodiversity of degraded lands. In this article, results are shown of experiments with native tree species growing in pure and mixed plantations in Costa Rica over the last twelve years. Results are shown on growth in volume, biomass production and recovery of soil fertility and biodiversity in degraded lands. The most promising species are shown for each case, and recommendations are given for the use of plantations including these species. It is suggested that incentives for reforestation should be used, and that the establishment and maintenance of plantations should be stimulated following the successful models presented in this article.

**Keywords:** Forest plantations; native species; *Terminalia amazonia*; *Dipteryx panamensis*; *Hyeronima alchorneoides*; *Calophyllum brasiliense*; *Vochysia guatemalensis*; *V. ferruginea*; *Swietenia macrophylla*; *Cedrela odorata*; *Cordia alliodora*; environmental services; volume; biomass production; wood production; Costa Rica.

Las plantaciones forestales tropicales pueden cumplir con una variedad de servicios que incluyen el suministro de productos de madera, acumulación del carbono, protección del suelo y aceleración de la regeneración natural (Parrotta 1992, Lamb 1998). Con sus rendimientos relativamente altos, las plantaciones tropicales y subtropicales tienen gran potencial para contribuir sustancialmente a la producción de madera en el mundo (Evans 1999, Wadsworth 1997). Además, las plantaciones forestales son una fuente de dinero en efectivo, así como una inversión a mediano o largo plazo para los agricultores (Chambers y Leach 1990).

En América Central, los resultados de una serie de ensayos que empezaron en la década de 1980 permitieron identificar especies arbóreas nativas y exóticas prometedoras para la reforestación. Muestra de estos trabajos son los informes silviculturales del Proyecto Madeleña, ejecutado por el CATIE en esa época en el ámbito centroamericano (Ugalde 1997a-1997f). En el caso de la actividad forestal en Costa Rica, investigaciones del CATIE y otras instituciones como la Organización para Estudios Tropicales (OET) y la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR), así como el proyecto REDES del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) han generado información valiosa sobre crecimiento, productividad, acumulación de biomasa y aspectos financieros sobre especies arbóreas nativas y exóticas en plantaciones puras y mixtas en el trópico húmedo. Para estas especies se ha estimado un turno de rotación para producción de madera de aserrío entre 12-25 años y volúmenes en pie esperados a la cosecha de 250-300 m<sup>3</sup>/ha (González y Fisher 1994, Butterfield y Espinoza 1995, Montagnini *et al.* 1995, Montagnini y Mendelsohn 1997, Haggard *et al.* 1998).

En Costa Rica, la legislación forestal contempla incentivos para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales, sobre todo en pastizales abandonados y otras áreas despobladas de árboles. Estos incentivos han hecho que aumente el interés entre los finqueros por plantar especies nativas, así como plantaciones mixtas que incluyen árboles de rápido crecimiento y alto valor de madera (Montagnini *et al.* 1995, Montagnini y Mendelsohn 1997).

los agricultores y empresarios necesitan mayor información sobre lineamientos silviculturales, así como recomendaciones para la planificación y manejo de las plantaciones forestales y aspectos financieros, con el fin de lograr un mayor desarrollo de la actividad forestal a escala comercial.

Sin embargo, los agricultores y empresarios necesitan mayor información sobre lineamientos silviculturales, así como recomendaciones para la planificación y manejo de las plantaciones forestales y aspectos financieros, con el fin de lograr un mayor desarrollo de la actividad forestal a escala comercial. A la vez, si con un mejor conocimiento del manejo silvicultural de las especies se logran mejores resultados, esto servirá como estímulo para que este tipo de legislación sea aplicada en otros países. Plantar árboles puede convertirse en un negocio atractivo para los pequeños finqueros en zonas con condiciones climáticas parecidas. Además, la leña y la biomasa forrajera proveniente de las podas y raleos son una fuente adicional de ingreso para los productores.

En este trabajo se presenta un panorama general del desarrollo de las actividades de plantaciones forestales en Costa Rica, así como algunos resultados de ensayos de rehabilitación de áreas degradadas con especies forestales nativas, crecimiento de especies en plantación pura y mixta, y el papel de las plantaciones en la recuperación de la biodiversidad. Se sugiere la aplicación de programas de incentivos para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales con especies nativas en otros países donde se presenten condiciones similares a las de Costa Rica.

### **El desarrollo de las plantaciones forestales en Costa Rica**

En Costa Rica existen alrededor de 2,4 millones de hectáreas de pastizales, de las cuales más de 400.000 ha están abandonadas y con vegetación secundaria en diferentes etapas de desarrollo (Russo 1998). Estas tierras podrían ser recuperadas mediante la reforestación con especies forestales nativas.

Históricamente, el mercado maderero en Costa Rica se ha limitado al aprovechamiento de los bosques naturales, principalmente para la construcción de viviendas, mueblería y fabricación de puertas de exportación. En las últimas dos décadas se ha comenzado a reforestar con diferentes especies. En Costa Rica, la legislación reciente prevé subsidios de varios tipos para el establecimiento y cuidado de plantaciones forestales a corto y mediano plazo. Estos mecanismos incluyen el Pago por Servicios Ambientales (PSA) y la compra de madera por adelantado. A partir de 1996, con la Ley Forestal 7575 (artículo 3 inciso k), Costa Rica reconoce oficialmente los servicios ambientales de los bosques naturales y plantados, y establece un mecanismo de pago por servicios ambientales (Campos y Ortiz 1999). Este mecanismo permite que los dueños de bosques y planta-

ciones forestales reciban una compensación por los servicios ambientales que esos ecosistemas brindan. Su principal fuente de financiamiento es nacional, a través del impuesto selectivo al consumo de combustibles.

Se reconoce PSA a los propietarios de bosques en áreas comprendidas entre 2 y 300 ha, en conservación, manejo y regeneración de bosque natural, y 1 ha o más para reforestación o manejo de plantaciones. Las solicitudes se realizan en las oficinas regionales del Ministerio del Ambiente y Energía y se canalizan a través del Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO), el cual es el ente financiero que centraliza los recursos y emite los certificados para PSA. El Poder Ejecutivo establece, mediante decreto, las áreas prioritarias, el monto a pagar por hectárea y el plazo máximo para la presentación de las solicitudes. Actualmente los montos se dividen en 5 años, y se distribuyen en diferentes porcentajes según la actividad forestal (Cuadro 1).

Como se puede apreciar, la reforestación recibe el PSA mayor: casi el doble que la conservación de bosque natural. De esta manera, el PSA puede convertirse en un fuerte mecanismo de estímulo para esta actividad. El valor de PSA para plantaciones establecidas es bastante menor: casi un tercio del valor para reforestación. Sin embargo, el PSA para plantaciones establecidas puede complementarse por otro mecanismo: la compra de madera por adelantado. Este se aplica a plantaciones de al menos tres años de edad, y se paga a razón de US\$75/ha por año por un total de 15 años. Además, el dueño del bosque recibe el valor del 80% de la madera al final de la rotación. Estos dos tipos de subsidios eliminan o disminuyen en buena medida uno de los principales cuellos de botella de los proyectos de reforestación: el alto costo de establecimiento y mantenimiento de las plantaciones forestales.

**Cuadro 1.**  
Montos anuales totales y porcentajes asignados al Pago por Servicios Ambientales en Costa Rica

Actividad	Monto total US\$ por ha	Año y % pago anual/ha				
		1	2	3	4	5
Conservación de bosque	237	20	20	20	20	20
Reforestación	608	50	20	15	10	5
Sistemas agroforestales	0,9/árbol	50	20	15	10	5

Fuente: Campos y Ortiz 1999



Foto: Florencia Montagnini

Las plantaciones mixtas presentan buenos resultados en la recuperación de la biodiversidad

#### Elección de especies para plantaciones y sistemas agrosilvopastoriles

La incorporación de componentes leñosos en un sistema de producción garantiza la obtención de beneficios provenientes de los productos arbóreos (madera, leña, abono verde, entre otros) y de sus ventajas ecológicas potenciales; en especial, la capacidad de reciclar nutrientes. La elección de una especie depende de que las ventajas productivas y ecológicas puedan lograrse en el mismo sistema, aunque en algunos casos, puede privilegiarse una determinada función. Por ejemplo, resultados

de ensayos en la Estación Biológica La Selva sobre la influencia de plantaciones jóvenes de especies forestales nativas de valor maderable en la recuperación de potreros degradados, mostraron que las propiedades físicas y químicas de los suelos mejoraban significativamente bajo todas las especies estudiadas, en comparación con el sitio de control (Montagnini y Sancho 1990a, b). Otros ensayos recientes muestran el crecimiento y potencial para la combinación agroforestal de doce especies nativas, entre las que se destacan *Terminalia amazonia*, *Virola koschnyi*, *Dipteryx panamensis*,



*Vochysia ferruginea*, *Vochysia guatemalensis*, *Hyeronima alchorneoides* y *Calophyllum brasiliense* (Montagnini *et al.* 1995, Montagnini y Porras 1998, Byard *et al.* 1996, Kershner y Montagnini 1998, Horn y Montagnini 1999, Piotto 2001, Piotto *et al.* 2002, 2003a, 2003b). El Cuadro 2 muestra, para un grupo de especies nativas promisorias para la reforestación, los turnos estimados y volúmenes esperados; hay que reconocer, sin embargo, que para la mayoría de las especies nativas no se conocen aún los turnos de corta comercial.

### Crecimiento y biomasa en plantaciones mixtas y puras

Las plantaciones mixtas bien planificadas proveen productos más diversos que las plantaciones puras, lo que ayuda a disminuir los riesgos ante la inseguridad de los mercados, disminuir la incidencia y severidad de ataque de ciertas plagas y complementar el uso de recursos del ecosistema, entre otros beneficios (Wormald 1992, Montagnini *et al.* 1995). En rodales mixtos y puros ubicados en tres plantaciones experimentales en la Estación Biológica La Selva, región húmeda del Atlántico de Costa Rica, se ha medido anualmente por aproximadamente 12 años, el crecimiento y la producción de biomasa aérea de doce especies nativas:

#### ■ Plantación 1:

*Jacaranda copaia*, *V. guatemalensis*, *C. brasiliense* y *Stryphnodendron microstachyum*.

#### ■ Plantación 2:

*T. amazonia*, *D. panamensis*, *V. koschnyi* y *Paraserianthes guachapele*

#### ■ Plantación 3:

*H. alchorneoides*, *Balizia elegans*, *Genipa americana* y *V. ferruginea*.

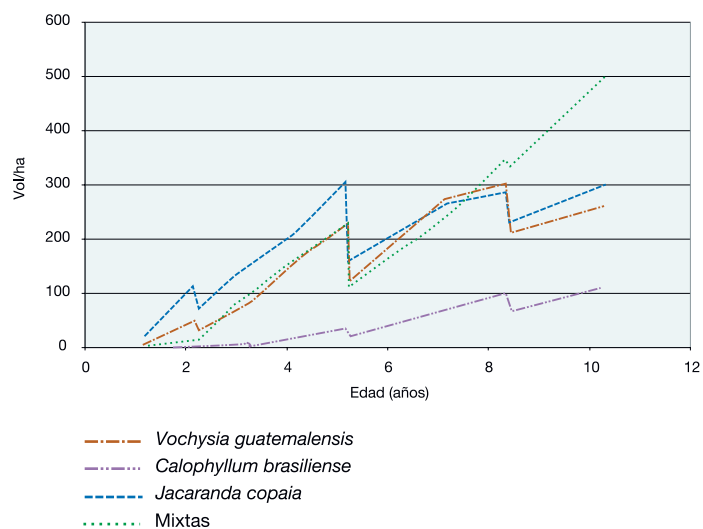
En la Plantación 1, a los 12 años de edad, la mezcla de especies mostró la mayor productividad volumétrica, estadísticamente superior a las especies en plantaciones puras. Esa alta productividad volumétrica se relaciona estrechamente con el elevado número de árboles por hectárea y el buen crecimiento en altura y diámetro de las especies en plantaciones mixtas. Entre las especies en parcelas

puras, se destacan por su crecimiento *V. guatemalensis* y *J. copaia*. (Figura 1). En la Plantación 2, *V. koschnyi*, *T. amazonia* y la mezcla de especies presentaron el mayor crecimiento volumétrico. Las parcelas con mayor productividad a los nueve años en la plantación 3 fueron las de *V. ferruginea*, seguido por la mezcla de *B. elegans*, *H. alchorneoides* y *G. americana* (Piotto *et al.* 2003a, 2003b).

**Cuadro 2.**

Turnos de corta y volúmenes en pie esperados por especie y por hectárea

Especies	Turno estimado (años)	Volumen esperado (m <sup>3</sup> /ha)
<i>Terminalia amazonia</i> (roble coral)	25	168
<i>Dipteryx panamensis</i> (almendro)	40	303
<i>Hyeronima alchorneoides</i> (pilón)	25	175
<i>Calophyllum brasiliense</i> (cedro María)	40	190
<i>Vochysia guatemalensis</i> (chancho)	20	255
<i>Vochysia ferruginea</i> (botarrama)	25	198
<i>Swietenia macrophylla</i> (caoba)	35	180
<i>Cedrela odorata</i> (cedro)	30	168
<i>Cordia alliodora</i> (laurel)	20	140



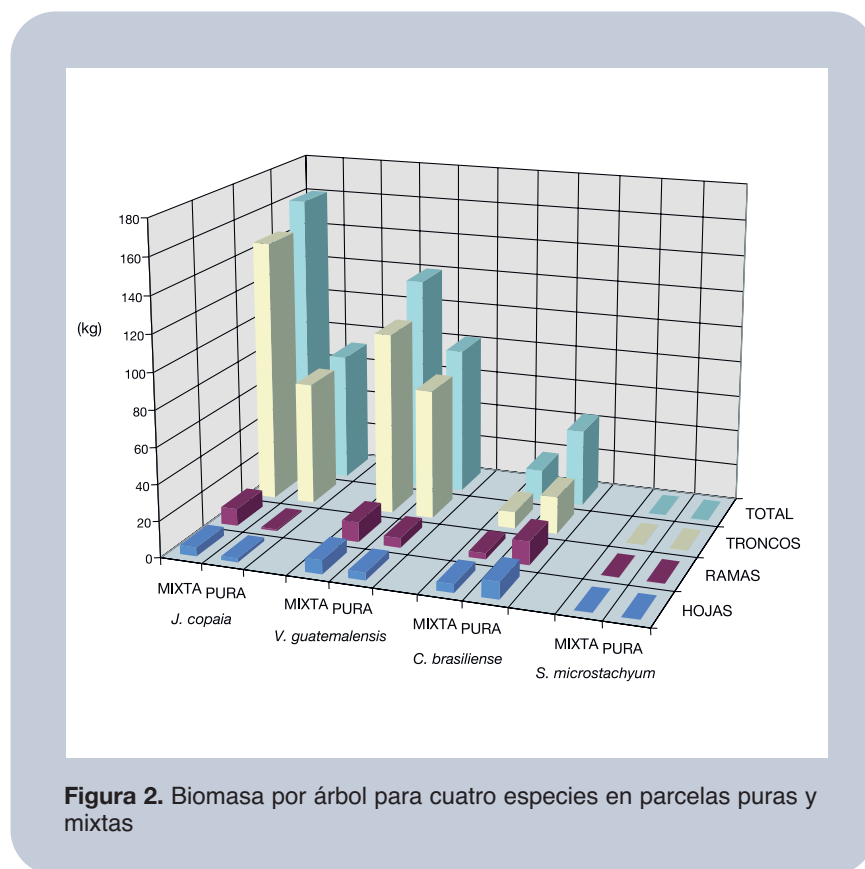
**Figura 1.** Crecimiento en volumen para especies forestales nativas en plantación pura y mixta

En mediciones de biomasa de raleos realizadas a los seis años de edad en la Plantación 1, las parcelas puras de *V. guatemalensis* tuvieron la mayor cantidad de biomasa (91,2 Mg/ha), seguidas por la plantación mixta de 4 especies (90,1 Mg/ha), *J. copaia* y *C. brasiliensis* (Figura 2) (Shepherd y Montagnini 2001). En la Plantación 2, la mayor cantidad de biomasa total por hectárea se encontró en la plantación mixta de 4 especies, seguida por *D. panamensis*, *T. amazonia* y *V. koschnyi* (Shepherd y Montagnini 2001). En la Plantación 3, *H. alchorneoides* en mixtas tuvo la mayor biomasa, seguida por *V. ferruginea*. Aparentemente en condiciones mixtas, con menor competencia intra-específica, los árboles de las especies de este estudio tienen mayor espacio para crecer en diámetro (Montagnini *et al.* 1995, Montagnini y Porras 1998).

Las plantaciones mixtas, si son planificadas considerando la respuesta de cada especie, pueden producir más madera que si la misma área de terreno se plantara con parcelas puras. Además, el uso de especies de crecimiento rápido y lento en la misma plantación tiene la ventaja de producir madera en diferentes rotaciones, con productos de cosecha más rápida pero de menor precio, y otros más lentos pero de mayor valor de mercado.

### **Función de las plantaciones en la recuperación de pastos degradados**

Desde 1987 se está llevando a cabo un programa de investigación para desarrollar alternativas para la rehabilitación y uso de tierras abandonadas en la región baja y húmeda del Atlántico en Costa Rica. El área experimental está ubicada en la Estación Biológica La Selva. La fertilidad del suelo fue medida bajo plantaciones puras de cuatro especies forestales nativas de buen crecimiento y buena productividad en terrenos degradados: (*Stryphnodendron*



**Figura 2.** Biomasa por árbol para cuatro especies en parcelas puras y mixtas

*microstachyum* (sinón: *excelsum*), *Vochysia ferruginea*, *Vochysia guatemalensis* (sinón: *hondurensis*) e *Hyeronima alchorneoides*). Los resultados mostraron que cuando los árboles alcanzaron los 2,5 años de edad, las condiciones del suelo habían mejorado en comparación con los pastizales abandonados: en los 15 cm superiores, los contenidos de nitrógeno total del suelo y materia orgánica eran mayores bajo cobertura arbórea que bajo pastos, con valores cercanos a los encontrados en un bosque adyacente de 20 años de edad. Los valores más altos de materia orgánica, N total, Ca y P extraíble se encontraron bajo *V. ferruginea*, abundante en bosques secundarios de la región (Montagnini y Sancho 1990a, b). Otros efectos incluyen el incremento del contenido del Ca y Mg extraíble en el suelo a niveles cercanos a los aceptables para la agricultura convencional en la re-

gión. Resultados similares fueron obtenidos en los tres años subsiguientes (Montagnini y Sancho 1994).

En estos suelos, la materia orgánica fue responsable de la mayor parte de la capacidad de intercambio catiónico (Montagnini y Sancho 1990a, b): basado en la relación entre la materia orgánica del suelo y la suma de bases (Ca+Mg+K), un incremento de 1-2% en el contenido de materia orgánica del suelo en el rango de 4-6% resultó en un incremento de más del doble en el contenido de bases. La materia orgánica del suelo tuvo también influencias positivas sobre las propiedades físicas: la densidad aparente del suelo fue menor (menos compactación) mientras que el contenido de humedad fue mayor bajo cobertura arbórea que bajo pastos (Montagnini y Mendelsohn 1997).

### **Contribución de las plantaciones forestales a la conservación y recuperación de la biodiversidad**

En La Estación Biológica La Selva, estudios de diversidad vegetal bajo cobertura de especies forestales sugieren que las plantaciones presentan un buen potencial para acelerar los procesos de recuperación de la biodiversidad (Guariguata *et al.* 1995, Powers *et al.* 1997, Carnevale y Montagnini 2000, Cusack y Montagnini 2004). En la Plantación 1, a los siete años de edad, se encontró mayor abundancia de individuos (tanto arbóreos como otras formas de vida) bajo *V. guatemalensis*, plantación mixta y *C. brasiliense*. Estos resultados coinciden con las experiencias de Powers *et al.* (1997) en La Selva, quienes encontraron que plantaciones de *V. guatemalensis* y *V. ferruginea* contribuyeron con la supresión temprana del pasto y atrajeron gran cantidad de dispersores.

En la Plantación 2, a los siete años, *T. amazonia*, *V. koschnyi* y la plantación mixta tuvieron la mayor cantidad de especies arbóreas en el sotobosque. En la Plantación 3, a la misma edad, el mayor número de especies arbóreas se encontró bajo la plantación mixta, seguida por las plantaciones puras de *H. alchorneoides* y *V. ferruginea*. Las diferentes especies de las plantaciones arbóreas generaron condiciones distintas de sombra y acumulación de hojarasca, determinantes en la abundancia de individuos reclutados y la de los sobrevivientes (adultos). La selección de las especies que se usen como promotoras de la restauración del bosque influirá en el porcentaje de individuos que permanecerán en cada etapa de la regeneración (colonización, establecimiento, crecimiento, sobrevivencia) (Carnevale y Montagnini 2000, 2002).

### **Estimulación a la reforestación con especies nativas mediante la asignación de incentivos fiscales**

Los resultados de estas investigaciones sugieren que las plantaciones forestales con especies nativas pueden cumplir una función social y económica, pues ofrecen productos arbóreos y contribuyen a la rehabilitación de áreas degradadas, a la absorción de carbono atmosférico y a la recuperación de la biodiversidad. Políticas adecuadas de los gobiernos son necesarias para promover -por medio de incentivos u otras medidas- la reforestación de áreas degradadas con el uso de sistemas diseñados para estos objetivos múltiples. Se sugiere que se estimule el establecimiento y mantenimiento de plantaciones con especies nativas, siguiendo los modelos hasta el momento exitosos. En forma concreta, se sugiere aplicar el modelo de incentivos para la reforestación utilizado en Costa Rica, el que hasta el momento ha mostrado resultados prometedores.


Además, es necesario favorecer el establecimiento de nuevas plantaciones, así como el mantenimiento de las ya establecidas, asignando montos anuales por hectárea a los agricultores comprometidos con el proceso. Los mecanismos de asignación de incentivos deben ser controlados por los servicios forestales correspondientes, pero se recomienda que organizaciones no gubernamentales brinden asesoría a los agricultores en cuanto a la escogencia de especies y aspectos técnicos del establecimiento y manejo de las plantaciones. Finalmente, se sugiere dar énfasis a la utilización de especies nativas en los proyectos de reforestación favorecidos con incentivos.

### **Conclusiones**

Para la rehabilitación de ecosistemas en sitios tropicales húmedos, es imprescindible contar con información sobre las tasas de crecimiento de los árboles, composición química del suelo y biomasa y contenido de nutrimentos de la hojarasca, para el diseño y manejo a largo plazo de sistemas forestales sustentables.

Las plantaciones mixtas, si son planificadas considerando la respuesta de cada especie, pueden producir mayor volumen maderable que si la misma área de terreno se plantara con parcelas puras. El uso de especies de crecimiento rápido y lento en la misma plantación tiene la ventaja adicional de producir madera en diferentes rotaciones, con productos de cosecha más rápida pero de menor precio, y otros más lentos pero de mejor valor de mercado.

En varias plantaciones estudiadas, la regeneración arbórea en el sotobosque fue más exitosa bajo plantaciones forestales que en potreros abandonados. Las plantaciones mixtas dieron buenos resultados en la recuperación de la biodiversidad.

Es necesario que los gobiernos implementen políticas adecuadas para promover, por medio de incentivos u otras medidas, la reforestación de áreas degradadas con el uso de sistemas diseñados para estos objetivos múltiples. Se sugiere que se establezcan incentivos para la reforestación, se estimule el establecimiento y mantenimiento de plantaciones con especies nativas y se adopten modelos exitosos, como el que se presenta en este trabajo. 



## Literatura citada

- Butterfield, RP; Espinoza, M. 1995. Screening trial of 14 tropical hardwoods with an emphasis on species native to Costa Rica: fourth year results. *New Forests* 9: 135-145.
- Byard, R; Lewis, KC; Montagnini, F. 1996. Leaf litter decomposition and mulch performance from mixed and monospecific plantations of native tree species in Costa Rica. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 58:145-155.
- Campos, JJ; Ortiz, R. 1999. Capacidad y riesgos de actividades forestales en el almacenamiento de carbono y conservación de biodiversidad en fincas privadas del área central de Costa Rica. IV Semana Científica: "Logros de la Investigación para el Nuevo Milenio". 6-9 de abril de 1999. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Investigación. pp. 291-294.
- Carnevale, NJ; Montagnini, F. 2000. Facilitamiento de la regeneración de bosques secundarios por plantaciones de especies nativas. *Yvyrareta (Argentina)* 10:21-26.
- 2002. Facilitating regeneration of secondary forests with the use of mixed and pure plantations of indigenous tree species. *Forest Ecology and Management* 163: 217-227.
- Chambers, R; Leach, M. 1990. Trees as savings and security for the rural poor. *Unasylva* 41: 39-52.
- Cusack, D; Montagnini, F. 2004. The Role of Native Species Plantations in Recovery of Understorey Diversity in Degraded Pasturelands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 188: 1-15.
- Evans, J. 1999. Planted forests of the wet and dry tropics: their variety, nature and significance. *New Forests* 17: 25-36.
- González, E; Fisher, R. 1994. Growth of native species planted on abandoned pasture land in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 70, 159-167.
- Guariguata, MR; Rheingans, R; Montagnini, F. 1995. Early woody invasion under tree plantations in Costa Rica: implications for forest restoration. *Restoration Ecology* 3(4): 252-260.
- Haggar, JP; Briscoe, CB; Butterfield, RP. 1998. Native species: a resource for the diversification of forestry production in the lowland humid tropics. *Forest Ecology and Management* 106: 195-203.
- Horn, N; Montagnini, F. 1999. Litterfall, litter decomposition and maize bioassay of mulches from four indigenous tree species in mixed and monospecific plantations. *International Tree Crops Journal* 10: 37-50.
- Kershner, R; Montagnini, F. 1998. Leaf litter decomposition, litterfall and effects of leaf mulches from in mixed and monospecific plantations in Costa Rica. *Journal of Sustainable Forestry* 7 (3/4): 95-118.
- Lamb, D. 1998. Large scale ecological restoration of degraded tropical forest lands: the potential role of timber plantations. *Restoration Ecology* 6(3): 271-279.
- Montagnini, F; Sancho, F. 1990a. Impacts of native trees on tropical soils: a study in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Ambio* 19(8):386-390.
- 1990b. Influencia de seis especies de árboles nativos sobre la fertilidad del suelo en una plantación experimental en la llanura del Atlántico en Costa Rica. *Yvyrareta (Argentina)* 1(1):29-49.
- 1994. Above-ground biomass and nutrients in young plantations of four indigenous tree species: implications for site nutrient conservation. *Journal of Sustainable Forestry* 1(4): 115-139.
- González, EJ; Porras, C; Rheingans, R. 1995. Mixed and pure forest plantations in the humid neotropics: A comparison of early growth, pest damage and establishment costs. *Commonwealth Forestry Review* 74(4): 306-314.
- Mendelsohn, R. 1997. Managing forest fallows: improving the economics of swidden agriculture. *Ambio* 26(2): 118-123.
- Porras, C. 1998. Evaluating the role of plantations as carbon sinks: An example of an integrating approach from the humid tropics. *Environmental Management* 22: 459-470.
- Parrotta, JA. 1992. The role of plantation forests in rehabilitating degraded tropical ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 41:115-133.
- Piotto, D. 2001. Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua: comportamiento de las especies y preferencias de los productores. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE.
- Montagnini, F; Ugalde, L; Kanninen, M. 2002. Plantaciones forestales en Costa Rica y Nicaragua: comportamiento de las especies y preferencias de los productores. *Revista Forestal Centroamericana (CR)* 38: 59-66.
- Montagnini, F; Ugalde, L; Kanninen, M. 2003a. Growth and effects of thinning of mixed and pure plantations with native trees in humid tropical Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 177: 427-439.
- 2003b. Performance of forest plantations in small and medium sized farms in the Atlantic lowlands of Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 175: 195-204.
- Powers, JS; Haggar, JP; Fisher, R F. 1997. The effect of understorey composition on understorey woody regeneration and species richness in 7- year old plantations in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* 99: 43-54.
- Russo, RO. 1998. Análisis macroeconómico del Programa de Reforestación de la Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH). Guácimo, Limón, Costa Rica. Curso de Silvicultura Tropical, EARTH.
- Shepherd, D; Montagnini, F. 2001. Carbon Sequestration Potential in Mixed and Pure Tree Plantations in the Humid Tropics. *Journal of Tropical Forest Science* 13(3): 450-459.
- Ugalde Arias, L. (ed) 1997a. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en Panamá. Turrialba, CR, CATIE. 113 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 293).
- (ed) 1997b. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en Guatemala. Turrialba, CR, CATIE. 303 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 287).
- (ed) 1997c. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en Nicaragua. Turrialba, CR, CATIE. 175 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 292).
- (ed) 1997d. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE. 162 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 290).
- (ed) 1997e. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en El Salvador. Turrialba, CR, CATIE. 189 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 291).
- (ed) 1997f. Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en Honduras. Turrialba, CR, CATIE. 179 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 288).
- Wadsworth, FH. 1997. *Forest Production for Tropical America*. Washington, United States Department of Agriculture Forest Service. Agriculture Handbook 710.
- Wormald, TJ. 1992. *Mixed and pure forest plantations in the tropics and subtropics*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO Forestry Paper 103. 152 p.

# Diseño y análisis microeconómico de los mecanismos monetarios de fomento a las plantaciones forestales en Costa Rica

**Guillermo A. Navarro**  
CATIE. [gnavarro@catie.ac.cr](mailto:gnavarro@catie.ac.cr)

La fórmula de Faustmann, o de la voluntad de pago por la tierra adoptada para una rotación bajo las condiciones de mercado perfecto, es un instrumento microeconómico sólido y muy práctico para evaluar el efecto de los mecanismos monetarios de fomento forestal sobre el comportamiento de diferentes tipos de inversionistas.

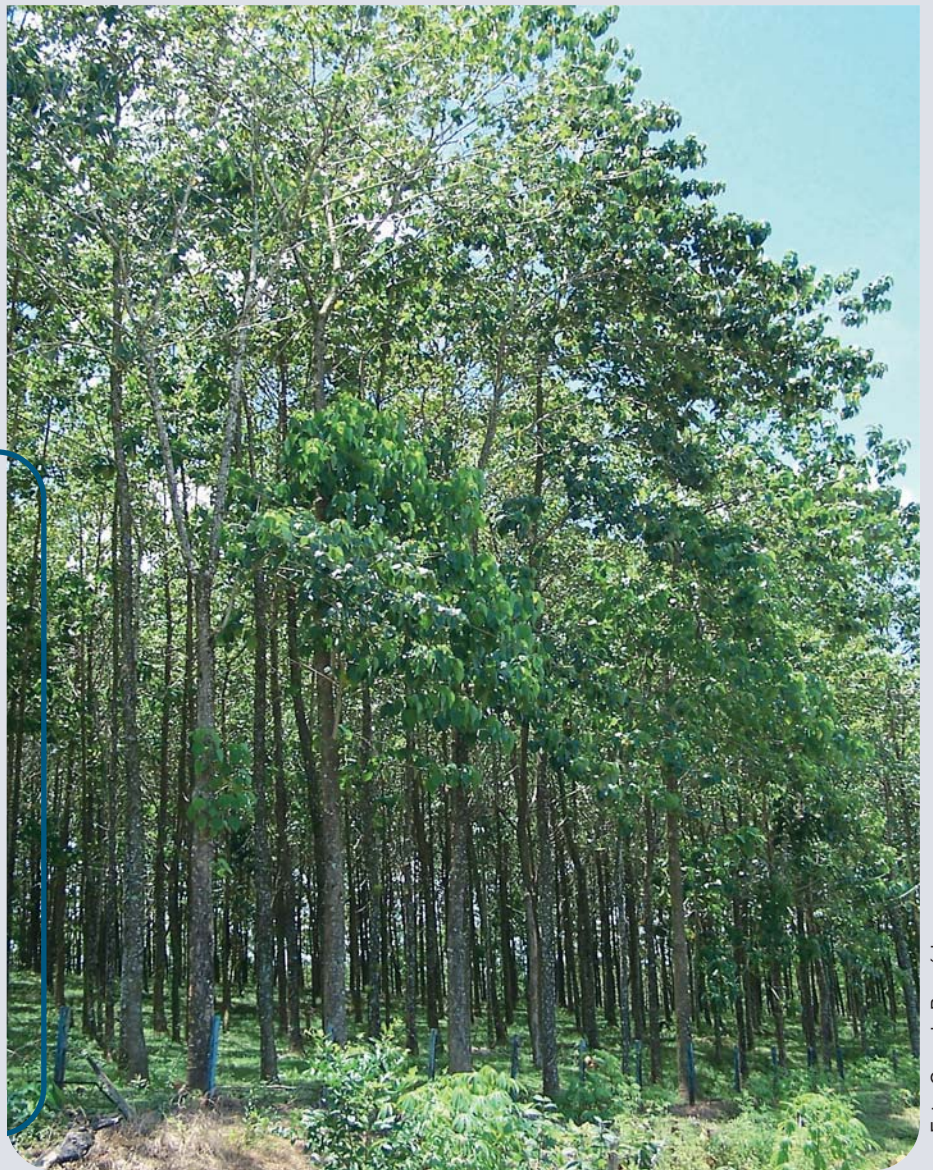


Foto: Gerardo Bermúdez

## Resumen

Esta investigación presenta una aplicación rigurosa de la fórmula del valor esperado de la tierra (VET) -comúnmente conocida como la fórmula de Faustmann<sup>1</sup>- la cual es un modelo económico simple pero teóricamente robusto, utilizado en la valoración y análisis económico de inversiones forestales. El primer producto del estudio es desarrollar un soporte teórico para la valoración de inversiones en plantaciones forestales y contabilizar correctamente mecanismos monetarios de fomento forestal como el certificado de abono forestal, el crédito subsidiado y el pago por servicios ambientales. Posteriormente, bajo cuatro premisas que definen las condiciones de equilibrio del mercado perfecto, se utiliza el VET como un modelo microeconómico que permite evaluar el efecto de los mecanismos monetarios de fomento forestal sobre el comportamiento de diferentes tipos de inversionistas. El análisis inicial demuestra que los diferentes mecanismos monetarios de fomento forestal pueden afectar la decisión del inversionista sobre el turno de rotación de la plantación forestal y que, además, afectan la rentabilidad de la inversión forestal. Finalmente, se evalúan algunos factores de la producción forestal (precio de la tierra, precio implícito de la madera en pie y cambio de especie forestal) para ver su efecto sobre la rentabilidad de las inversiones forestales. Bajo condiciones específicas, inversiones de este tipo podrían traer más bien una pérdida en el valor del activo tierra.

**Palabras claves:** Plantaciones forestales; inversiones; incentivos forestales; servicios ambientales; rentabilidad; análisis económico.

## Summary

**Design and microeconomic analysis of the monetary mechanisms from promotion to the forest plantations in Costa Rica.** This research presents a rigorous application of the land expectation value formula (LEV) –commonly known as the Faustmann Formula- which is a simple yet robust economic model used in valuation and economic analysis of forestry investments. The first product of this study was to develop a technical support for valuing investments in forest plantations and to correctly account for the monetary mechanisms for forest promotion such as the forest bond, the subsidized credit and the payment of environmental services. Later, under the four explicit classical assumptions, which defines the perfectly competitive market equilibrium conditions, the LEV is used as a microeconomic model for evaluating the effect of such monetary incentives in the inter-temporal behavior of different types of forestry investors regarding the choice of when to cut the stand. This initial analysis shows that all monetary mechanism not only affect the investor's cutting decisions for their forest stand, but also affect the profitability of the forestry investment. Finally, some factors of the forest production cycle (land price, stumpage implicit price, and forest species) are evaluated in order to measure their influence in the profitability and optimal rotation age of the forest investments. It was found that under certain conditions, some forestry investments could bring a loss of land asset value.

**Keywords:** Forest plantations; investment; forest incentives; environmental services; profitability; economic analysis.

<sup>1</sup> O fórmula de la voluntad máxima de pago por la tierra (VPT).



Por más de dos décadas, el gobierno costarricense ha fomentado las plantaciones forestales con el fin de motivar al sector forestal privado para que invierta en esa actividad. La política estatal ha promovido especies de rápido crecimiento en áreas extensas para contrarrestar las políticas tradicionales de desarrollo que fomentaron la deforestación en el país. Sin embargo, muchos de los aspectos productivos, financieros y sociales de estas inversiones forestales fueron desatendidos, razón por la cual estas experiencias han sido poco exitosas; por otra parte, los productos forestales son de variada calidad debido a problemas con la selección de especies, falta de semilla certificada y manejo inadecuado o inexistente. El retorno de las inversiones no ha sido el esperado por el gobierno y los inversionistas privados. Además, los incentivos monetarios quedaron repartidos en finqueros y compañías grandes a quienes se les adjudicó el 72% del área incentivada (Watson *et al.* 1998).

En 1996, Costa Rica estrena un nuevo marco institucional para fomentar el desarrollo forestal y proteger los recursos forestales. Aparece el concepto del pago por servicios ambientales (PSA) que pretende crear un sistema de protección y fomento forestal basado en la remuneración a los dueños de los recursos forestales por aquellos que se benefician directa e indirectamente de sus servicios ambientales, tales como belleza escénica, protección de suelos y aguas, protección de la biodiversidad y secuestro de carbono atmosférico. Esta medida pretendía aumentar el valor de uso de la tierra forestal, propiciar cambios de uso de la tierra en beneficio de las plantaciones forestales y mantener bajo protección otros ecosistemas terrestres naturales.

Costa Rica cuenta con mucho capital público y privado invertido en plantaciones forestales. El Fondo

Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) tiene la política clara de fomentar la inversión en plantaciones forestales mediante el PSA y otros incentivos. Sin embargo, hasta ahora no se ha aplicado un modelo económico coherente, teóricamente sólido y a la vez práctico para valorar estas inversiones y que, a la vez, sirva para diseñar y evaluar las políticas y los mecanismos monetarios de fomento (MMF) a las plantaciones forestales.

Esta investigación buscaba encontrar un apoyo teórico para valorar las plantaciones forestales y evaluar el efecto de los MMF a las plantaciones forestales en el comportamiento de los inversionistas costarricenses. Por otro lado, se pretendía identificar las variables que afectan las inversiones forestales, con el fin de entender y fundamentar económicamente la política hacia los MMF forestal para mejorar la toma de decisiones tanto en el ámbito estatal como privado.

### **Condiciones generales del estudio**

Para este estudio se usó información silvícola y financiera de tres rodales pertenecientes a una plantación forestal con buen mantenimiento establecida en 1992 en la zona Atlántica de Costa Rica. El experimento de referencia fue un rodal de melina (*Gmelina arborea*), debido a que esta especie forestal fue la más utilizada en reforestación hasta 1996 con un 33% (SINAC 1996 citada por Heindrichs 1977). Otras dos especies forestales, también comunes en la reforestación costarricense laurel (*Cordia alliodora*) (12%) y teca (*Tectona grandis*) (11%) fueron analizadas para evaluar diferentes escenarios de inversión.

La proyección de la curva de producción forestal contempla los raleos, los cuales producen ciertas discontinuidades en el modelo de crecimiento aplicado. El cálculo de los ingresos por venta de madera

adapta precios diferenciados para madera de raleo y corta final. Además, se asume la comercialización de la madera bajo el sistema de cubicación del mecate en pulgadas madereras ticas (pmt) bajo el cual se proyecta dejar de percibir ingresos de 20-30% del volumen comercial llevado al mercado.

Este estudio pretende determinar la rentabilidad de la plantación forestal vista como un uso competitivo de la tierra, o al menos como centro de producción dentro de un sistema empresarial más complejo, pero que debe ser analizado y manejado para contribuir no solo con la producción sino también con la rentabilidad de la empresa. Es por eso que se considera el precio implícito de la madera en pie según Sedjo (1983), calculado a partir del precio de la madera puesta en el aserradero, menos el costo de transporte y aprovechamiento. Estas dos últimas actividades se manejan como centros de costos independientes, sobre todo para análisis a escalas tan pequeñas como en Costa Rica. Además, se hizo un sondeo de los precios de la madera en patio para las especies estudiadas de diferentes dimensiones y en varias zonas del país.

El estudio utiliza como moneda el colón (¢). Los precios y valores han sido actualizados a colones constantes de 1998. Como referencia, los resultados se pueden convertir a dólares americanos (\$) constantes de 1998 con una relación de conversión de ¢257 por dólar. Se prepararon estructuras de ingresos y egresos para las actividades de administración, establecimiento (preparación de sitio, siembra y mantenimiento del primer año), mantenimiento y manejo forestal (limpieza, medición de parcelas permanentes, raleos, podas y control de pestes y fuego). Se estructuraron también las actividades de aprovechamiento y transporte a precios de mercado.

El problema se estudia desde la óptica de la teoría de inversiones; como herramienta se usa uno de los criterios de eficiencia del método de valor presente neto. Este método utiliza el concepto de tasa de descuento para poder comparar flujos de caja que ocurren en diferentes momentos de un horizonte de producción muy extenso. Esta tasa de descuento es conocida también como la tasa mínima aceptable de retorno sobre el capital invertido (TMA). La TMA representa la tasa de retorno de la mejor alternativa de inversión a la que se renunció y su magnitud se usa para caracterizar las preferencias particulares del inversionista. Se utiliza el nivel de liquidez del inversionista como una medida de la preferencia por el presente. Se asume que todos los inversionistas tienen la misma afinidad y conocimiento de las inversiones forestales, y que todos tienen un comportamiento racional por maximizar ganancias y minimizar costos. Así, se definieron tres tipos de inversionistas:

1. El prestamista de capital nacional (PNC) es el dueño de tierra con capacidad de ahorro y con preferencia por ahorrar con certificados en colones a 24-meses plazo a una tasa real de 6,73% (1998).
2. El prestamista de capital internacional o nacional pero con mucha liquidez (PID) es el dueño de tierra con capacidad de ahorro y preferencia de ahorro con certificados similares en dólares a una tasa real de 4,32% (1998).
3. El arrendatario de capital (ANC) es el dueño del terreno pero sin capacidad de ahorro, por lo que, de dedicarse a una inversión de reforestación, tendría que solicitar un préstamo en colones para el sector agrícola con una tasa real de 9,9% (1998).

Los MMF a las plantaciones forestales que se evalúan en este estudio no son contemporáneos. Se evaluó el sistema de crédito subsidiado

(CS) que estuvo vigente entre 1988 y 1995 con un monto  $\text{¢}132.000$  nominales, que representa en colones constantes de 1998 un monto de  $\text{¢}305.805/\text{ha}$  para las plantaciones beneficiadas en 1992. Se evalúa también un sistema de fondos no reembolsables (FNR). El certificado de abono forestal (CAF) vigente por el mismo periodo que el CS pagaba  $\text{¢}120.000/\text{ha}$ . Para su beneficio en 1992, reporta un valor en colones constantes de 1998 de  $\text{¢}226.132/\text{ha}$ . Finalmente, se analiza el pago de servicios ambientales (PSA) bajo la nueva legislación que pagó un monto de  $\text{¢}154.000/\text{ha}$  en 1998 (SINAC-FONAFIFO 1998).

La tierra –entendida como un terreno limpio o con el suelo al descubierto– es el activo usado en las plantaciones forestales porque es el bien de capital que permitirá el ingreso futuro proveniente de la producción forestal a través del tiempo.

### Método del Valor Presente Neto

#### Valoración del terreno limpio con base en el ingreso esperado de una plantación forestal

La valoración es el procedimiento por el cual se calcula el valor que tiene un activo para un individuo. La tierra –entendida como un terreno limpio o con el suelo al descubierto– es el activo usado en las plantaciones forestales porque es el bien de capital que permitirá el ingreso futuro proveniente de la producción forestal a través del tiempo. Para el cálculo de este valor se utiliza una fórmula basada en el descuento de una estructura de cos-

tos e ingresos (flujo de caja) que se aplica para un uso específico de la tierra –en este caso la plantación forestal– durante un periodo de crecimiento de varios años, llamado rotación, con el fin de calcular un valor presente neto que representa la voluntad de pago, hoy, por el activo tierra para ser dedicada a esta actividad.

Además, existe un principio económico que define la ubicación de cada uso de la tierra en el paisaje, el cual dice que la actividad productiva de la tierra que produzca el mayor valor descontado podrá acceder al precio o la renta más alta; esta es la fuerza que determina el uso de la tierra (Duerr 1993). Por eso este estudio examina cómo los MMF forestal influyen la voluntad de pago de los inversionistas forestales para dedicar ciertos terrenos a la producción de plantaciones forestales.

El valor descontado a utilizar en este estudio es el que calcula el valor esperado de la tierra (VET) conocido también como la fórmula de Faustmann. Esta fórmula calcula el valor presente de un rodal en relación con el valor del mercado del terreno limpio. Klemperer (1996) llama a esta fórmula la voluntad de pago por el terreno limpio, asumiendo todas las rotaciones a perpetuidad y considerando las preferencias particulares del inversionista ( $VPT_{\infty}$ ). O sea que la voluntad de pago es el máximo que un inversionista puede ofrecer por la tierra limpia para dedicarla a una plantación forestal y ganar al menos el retorno sobre el capital invertido a la tasa mínima aceptable de descuento (TMA) del inversionista por una serie infinita de rotaciones. La fórmula (1) es conocida como la fórmula de Faustmann o  $VPT_{\infty}$ .

$$VPT_{\infty} = \frac{D_{H_T} + \sum_{t=1}^{T-1} D_{M_t} q_h^{T-t} - C_{A_T} q_h^{T-1}}{q_h^T - 1} + \frac{D_A}{r_h} \quad (1)$$

$VPT_{\infty}$  está en función del ingreso neto ( $D_H$ ), proveniente de la venta de la madera en el patio del aserradero a la edad de rotación ( $T$ ), menos los costos de aprovechamiento y transporte. Seguidamente, la sumatoria de los ingresos periódicos netos de las actividades de manejo provenientes de raleos, podas y otras actividades de mantenimiento ejecutados en cualquier año  $t$  de la rotación ( $D_M$ ), menos los costos de aforestación en el año 1 ( $C_{Af}$ ). Todo este flujo de caja periódico entre el año 1 y el año  $T-1$  se capitaliza hasta la edad de rotación ( $T$ ) usando el factor capitalización del inversionista  $q = (I+r)$ , donde  $r$  es la tasa mínima aceptable de descuento (TMA) del inversionista ( $h$ ). Luego, este valor futuro calculado se descuenta por los años de la edad de rotación usando el factor de descuento del inversionista, menos 1 ( $q^{T-1}$ ) para obtener el valor presente neto de la renta neta de un rodal proyectado a un número infinito de rotaciones. El 1 que se resta al factor de descuento representa el valor de mercado del activo tierra en términos relativos. La expresión  $(D_A)/r_h$  calcula el valor presente de una serie perpetua de anualidades.  $D_A$  representa la diferencia entre los ingresos y costos anuales de las actividades fijas de administración y manejo como el control forestal.

Para las condiciones de Costa Rica, la tierra es un bien de mercado que se transa en mercados no regulados. Además, si se asume que los propietarios de terrenos toman el precio de mercado de la tierra como criterio para cambiar su uso, venderla, alquilarla o al menos considerar esta opción, este análisis de inversión forestal sería más realista si se considera como horizonte de planeación y análisis solo una única rotación. De esta forma, la fórmula de voluntad de pago por la tierra puede adaptarse para solo una rotación ( $VPT_1$ ) mediante la inclusión de la venta del terreno limpio a precio de mercado inmediatamente después

de la venta de la madera y eliminando el  $-1$  del denominador de la fórmula  $VPT_{\infty}$ . Además, la fórmula de la  $VPT_1$  se puede expresar con descuento directo como en la fórmula (2). Igualmente, la fórmula para contabilizar los costos e ingresos anuales se ajusta para contabilizarlos solo durante una rotación.

Si la suma de comportamientos individuales muestra que hay un precio promedio por terrenos similares, entonces se podría decir que existe un mercado para este tipo de terreno ( $L$ ). De acuerdo con el criterio de aceptación de la fórmula de Faustmann, aplicable a la  $VPT_1$ , se puede decir que un proyecto de reforestación es aceptable si la  $VPT_1$  es mayor o igual al precio de la tierra ( $R_L$ ) (Klemperer 1996). Además, considerando las opciones de corta del rodal para todas las edades después del último raleo y una vez alcanzado el diámetro mínimo comercial, se define como la  $VPT_1$  para la reforestación a aquella rotación que maximice este valor considerando el TMA particular del inversionista (rotación del valor máximo de la tierra).

#### Fórmula de la $VPT_1$ adaptada para analizar los MMF a las plantaciones forestales

Los cambios en la  $VPT_1$  y la edad de rotación del valor máximo de la tierra se pueden medir comparando las diferentes fórmulas de la  $VPT_1$  adaptadas para contabilizar las opciones de inversión: fondos propios (FP), crédito subsidiado (CS) y dos modalidades con fondos no reembolsables (FNR), el Certificado de Abono Fo-

restal (CAF) entregado entre 1988-1995 y el sistema de pago por servicios ambientales (PSA) que se paga desde 1996. La inversión con fondos propios se evalúa con la  $VPT_1$  utilizando la fórmula (2). A continuación se describen los dos MMF forestal que se evalúan en este estudio.

#### Crédito subsidiado

El programa de crédito subsidiado (CS) fue definido para financiar una serie de actividades de establecimiento y manejo en las etapas iniciales de la plantación forestal con una tasa de interés inferior a la del mercado. Este crédito se entrega en tres desembolsos de 60%, 20% y 20% cada año. El principal e intereses se devolvería gradualmente con los ingresos netos positivos de los raleos y la corta final. El efecto del CS en los diferentes inversionistas puede ser analizado mediante una adaptación de este sistema de financiamiento a la fórmula  $VPT_1$ .

La ecuación (3) representa el CS ( $I_{\zeta}$ ) en función de los desembolsos del crédito para financiar la actividad y se reflejan en el modelo como ingresos ( $R_{\zeta}$ ), de los pagos de amortización del crédito como un porcentaje de los ingresos netos de los raleos ( $\alpha_{\zeta} D_{M_x}$ ,  $\alpha_h D_{M_x}$ ), del saldo pendiente en las diferentes etapas de la vida de la plantación ( $C_{\zeta PB}$ ), de los costos asociados al CS ( $C_{\zeta}$ ), y de la tasa de interés del crédito ( $r_{\zeta}$ ). El porcentaje de los ingresos netos de los raleos a utilizar para amortizar el CS lo ha establecido el Fondo Nacional de Financiamiento Forestal (FONAFIFO).

$$VPT_1 = \frac{D_{H_T} + R_{L_T}}{q_h^T} + \sum_{t=1}^{T-1} \frac{D_{M_t}}{q_h^t} - \frac{C_{Af}}{q_h^1} + \frac{D_A}{r_h} \left[ \frac{q_h^T}{q_h^T - 1} \right] \quad (2)$$

$$I_{\zeta} = I_{\zeta} (R_{\zeta Af}, R_{\zeta}, \alpha_{\zeta} D_{M_x}, \alpha_h D_{M_x}, C_{\zeta PB_x}, C_{\zeta PB_T}, C_{\zeta M_t}, C_{\zeta Af}, r_{\zeta}) \quad (3)$$

donde  $0 < \alpha_h < \alpha_{\zeta} \leq 1$  y  $r_{\zeta} < r_h$



Al incluir los componentes del modelo del SC ( $I_{\zeta}$ ) dentro de la fórmula de la  $VPT_1$ , se designa como la fórmula de la  $VPT_{1-I_{\zeta}}$  con CS como se muestra en la ecuación (4), en donde se han omitido por espacio la serie periódica anual donde se contabilizan los costos e ingresos anuales ( $D_A$ ) durante la rotación, igual a la presentada en las fórmulas (2) y (3).

$VPT_{1-I_{\zeta}}$  está en función de los ingresos netos provenientes de la venta de la madera y el terreno ( $D_H, R_L$ )

a la edad de rotación ( $T$ ), y de un porcentaje de los ingresos netos de los raleos ( $\alpha D_M$ ) no usados en la amortización del CS capitalizados hasta la edad de rotación ( $T$ ) por el factor de capitalización del inversionista ( $q_h$ ), y pueden ser utilizados para amortizar el saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-T}$ ) del CS. En las secciones que contabilizan las acciones de manejo en la fórmula  $VPT_{1-I_{\zeta}}$ , los desembolsos del CS ( $R_{\zeta Af}, R_{\zeta t}$ ) reducen los costos de las actividades de esta-

blecimiento y manejo en las etapas iniciales de la plantación forestal en el sentido que se capitalizan con un factor de capitalización menor al del inversionista. Por otro lado, los costos inducidos por la administración del incentivo como regencias forestales, trámites, etc. ( $C_{\zeta Af}, C_{\zeta M}$ ) son fuerzas que reducen la rentabilidad de la inversión forestal. Igualmente, todos los ingresos y costos periódicos dentro de la rotación se capitalizan hasta el final de la edad de rotación.

$$VPT_{1-I_{\zeta}} = \frac{\left[ \left( D_{H_T} + R_{L_T} + \sum_{t=1}^{t=I_{th_x=y}} D_{M_{x,t}} (1-\alpha) q_h^{T-t_{th_x}} \right) - C_{\zeta PB_T} \right] - \sum_{t=1}^T [C_{M_t} + C_{\zeta M_t} - R_{\zeta t}] q_h^{T-t} - [C_{Af} + C_{\zeta Af} - R_{\zeta Af}] q_h^T}{q_h^T} \quad (4)$$

Donde x = número de raleos dentro de la rotación; y = es el último raleo

$$C_{\zeta PB_x} = \begin{cases} \sum_{t=1}^{t=I_{th_x}} R_{\zeta t} q_{\zeta}^{t_{th_x}-t} & x=1 \\ 0 & 1 < x \leq y \\ \begin{cases} C_{\zeta PB_{x-1}} q_{\zeta}^{t_{th_x}-t_{th_{x-1}}} & D_{M_x} \leq 0 \\ 0 & D_{M_x} > 0 \end{cases} & \begin{cases} \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}} = C_{\zeta PB_{x-1}} \\ \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}} > C_{\zeta PB_{x-1}} \\ \alpha_h D_{M_{x-1}} = C_{\zeta PB_{x-1}} \\ \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}} < C_{\zeta PB_{x-1}} \end{cases} \\ [C_{\zeta PB_{x-1}} - \alpha_{\zeta} D_{M_{x-1}}] q_{\zeta}^{t_{th_x}-t_{th_{x-1}}} & \end{cases} \\ \\ C_{\zeta PB_T} = \begin{cases} 0 & x=y \\ \begin{cases} 0 & C_{\zeta PB_{x=y}} = 0 \\ C_{\zeta PB_{x=y}} q_{\zeta}^{T-t_{th_{x=y}}} & C_{\zeta PB_{x=y}} > 0 \end{cases} & \begin{cases} D_{M_{x=y}} \leq 0 \\ D_{M_{x=y}} > 0 \end{cases} \\ 0 & \begin{cases} \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}} = C_{\zeta PB_{x=y}} \\ \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}} > C_{\zeta PB_{x=y}} \\ \alpha_h D_{M_{x=y}} = C_{\zeta PB_{x=y}} \end{cases} \\ [C_{\zeta PB_{x=y}} - \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}}] q_{\zeta}^{T-t_{th_{x=y}}} & \alpha_{\zeta} D_{M_{x=y}} < C_{\zeta PB_{x=y}} \end{cases} \end{cases}$$

Hay dos razones para capitalizar el flujo de caja hasta la edad de rotación. 1) Se debe calcular un valor futuro para que la serie perpetua periódica funcione y porque  $V_{HT}$ ,  $V_{LT}$  y el valor futuro de la suma de los residuos de  $\alpha D_M$  actúan como respaldo al crédito al final de la rotación. 2) La fórmula  $VPT_{1-I\zeta}$  está tratando con dos tipos de tasas de capitalización, la tasa de interés del CS ( $r_\zeta$ ) y TMA del inversionista ( $r_h$ ) y este tipo de expresión ayuda a tener mejor seguimiento de la contabilidad de la inversión y la administración del crédito.

El saldo pendiente a la edad de rotación ( $C_{\zeta PB-T}$ ) es el monto final necesario para saldar el préstamo.  $C_{\zeta PB-T}$  es producto del saldo no cubierto por las amortizaciones hechas con los ingresos provenientes de los raleos, y este saldo final resulta del proceso de administración del CS que ha recolectado gradualmente el principal e intereses al momento que los raleos produjeron un ingreso neto positivo.

La familia de ecuaciones (5) muestra las diferentes vías para calcular el saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-T}$ ) del CS dependiendo del número de raleos y la relación entre este saldo pendiente y el monto de las amortizaciones. Además, este grupo de fórmulas expone los momentos en los que la deuda puede quedar saldada en las diferentes etapas de la vida de la plantación.

El grupo de ecuaciones comienza con el cálculo del primer saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-x}$ ,  $x=1$ ) que es el resultado de la suma de todos los giros hechos por FONAFIFO para apoyar las primeras fases de la plantación ( $R_{\zeta Aff}$ ,  $R_{\zeta I}$ ). Estos desembolsos son capitalizados hasta el primer raleo como un saldo pendiente con el factor de capitalización del CS ( $q_\zeta$ ).

Para el cálculo de los saldos pendientes a los siguientes raleos ( $C_{\zeta PB-x}$ ;  $1 < x < y$ ) entre el primer ( $x=1$ ) y último ( $y$ ) raleo se deben considerar di-

ferentes situaciones. Si los ingresos netos de los raleos,  $D_{Mx} \leq 0$ ; entonces, este saldo pendiente es otra vez capitalizado hasta el siguiente raleo. Por otro lado, cuando  $D_{Mx} > 0$ , entonces un porcentaje de este ingreso neto ( $\alpha D_{Mx}$ ) debe ser usado para amortizar el crédito.

Se deben considerar dos situaciones respecto al porcentaje del ingreso neto de raleos que debe ser usado como amortización del CS. Por un lado, cuando el monto del porcentaje del ingreso neto requerido para la amortización es mayor o igual al saldo pendiente ( $\alpha_\zeta R_{Mx-1} \geq C_{\zeta PB-x-1}$ ); entonces la solución es saldar completamente el CS, ( $C_{\zeta PB-T} = 0$ ). En este caso, lógicamente, el monto de amortización debe igualarse al saldo pendiente ( $\alpha_h R_{Mx} = C_{\zeta PB-x-1}$ ) finiquitando el crédito. Por otro lado, cuando el monto del porcentaje del ingreso neto requerido para la amortización es menor que el saldo pendiente ( $\alpha_\zeta R_{Mx-1} < C_{\zeta PB-x-1}$ ), entonces se amortiza este monto. El nuevo saldo pendiente ( $C_{\zeta PBx}$ ) sería igual a la diferencia entre  $C_{\zeta PBx-1}$  menos  $\alpha_\zeta R_{Mx-1}$  y su resultado se capitaliza hasta el próximo raleo usando el factor de capitalización del CS ( $q_\zeta$ ). Este procedimiento se repite en todos los raleos durante la vida de la plantación hasta que  $C_{\zeta PBx} = 0$ , o hasta que el último saldo pendiente sea definido en el último raleo ( $x=y$ ). El cálculo del balance final ( $C_{\zeta RP-T}$ ) se realiza sobre el resto del saldo pendiente después de la amortización del último raleo ( $C_{\zeta PBx=y}$ ) capitalizado hasta la edad de rotación con el factor de capitalización del CS.

Finalmente, el último saldo pendiente ( $C_{\zeta PB-T}$ ) quedará totalmente pagado con los ingresos provenientes de la cosecha final ( $D_{HT}$ ), la suma residual de los porcentajes de los ingresos capitalizados por raleos ( $\alpha D_M$ ) no utilizados en las amortizaciones, y eventualmente, los ingresos por la venta de la tierra ( $V_{LT}$ ).

#### Fondos no reembolsables

El CAF y el PSA son dos tipos de fondos no reembolsables (FNR). El CAF fue un bono cambiante bajo la Ley Forestal 7174 y fue pagado durante los primeros cinco años de la plantación forestal para apoyar los costos de establecimiento y manejo. El PSA no es considerado un incentivo y se justifica en la ley forestal 7575 como un pago a los dueños de bosques por los servicios ambientales que las plantaciones brindan a la sociedad. Sin embargo, el PSA es administrado de la misma forma que el CAF, ambos se pagan en los mismos porcentajes y se asocian con los mismos costos de transacción. Los CAF y PSA han sido desembolsados durante cinco años en giros porcentuales decrecientes de 50, 20, 15, 10, 5 cada uno. El PSA para plantaciones forestales utiliza un esquema de pago similar al CAF que pretende apoyar con los costos de establecimiento del rodal. Sin embargo, este esquema guarda una relación inversamente proporcional con los servicios ambientales (SA) que brinda una plantación forestal en su vida útil. Es decir, los años en que menos SA brindan estos sistemas productivos son los años en que reciben mayores pagos. Estos FNR han sido establecidos mediante decretos ejecutivos, no cuentan con un mecanismo ágil para actualizar los montos por inflación y son susceptibles a las políticas gubernamentales y recortes presupuestarios.

La ecuación (6) muestra el sistema de FNR ( $I_\beta$ ) en cinco desembolsos anuales como una función del monto del bono en colones constantes ( $R_{\beta e}$ ), diferentes porcentajes de los pagos anuales de este inventivo ( $u$ ), y los costos asociados con este FNR como la elaboración de un plan de reforestación, trámites, servicios de regencia, entre otros ( $C_{\beta Af}$ ,  $C_{\beta Mt}$ ).

(6)

$$I_{\beta} = I_{\beta}(R_{\beta e}, \mu, C_{\beta M_t}, C_{\beta A_f})$$

$$\text{donde } \mu = \begin{cases} 0,50 & t_{\beta}=1 \\ 0,20 & t_{\beta}=2 \\ 0,15 & t_{\beta}=3 \\ 0,10 & t_{\beta}=4 \\ 0,05 & t_{\beta}=5 \end{cases}$$

Al incorporar los componentes del FNR ( $I_{\beta}$ ) dentro de la fórmula de la  $VPT_1$ , se designa la fórmula de la  $VPT_{1-I_{\beta}}$  con FNR como se muestra en la ecuación (7) en donde se han omitido por espacio la serie periódica anual donde se contabilizan los costos e ingresos anuales ( $D_A$ ) durante la rotación, igual al que se muestra en las fórmulas (2) y (3).

La fórmula de la  $VPT_{1-I_{\beta}}$  incluye la suma de los porcentajes ( $\mu$ ) del FNR en pagos anuales contabilizados en la fórmula como ingresos,  $R_{\beta e}$ , durante cinco años consecutivos a partir del año en que se firma el contrato,  $t_{\beta}$ . Todos estos ingresos se capitalizan hasta la edad de rotación con el factor de capitalización que contiene la TMA del inversionista,  $q_h$ . Igualmente, los costos asociados al FNR ( $C_{\beta A_f}$ ,  $C_{\beta M_t}$ ) incrementan los costos de establecimiento y manejo de las primeras etapas de la plantación forestal y se capitalizan hasta la edad de rotación.

La fórmula de Faustmann ( $VPT_1$ ) como modelo microeconómico Samuelson (1976) introdujo el concepto de la fórmula de Faustmann como un instrumento microeconómico

que permite experimentar con el comportamiento del inversionista bajo las condiciones de equilibrio de un mercado perfectamente competitivo. La madera es un bien de mercado que se transa en mercados no regulados; por eso, es necesario contar con un medio controlado como el mercado perfecto, el cual es como un laboratorio virtual donde se simplifica la realidad. Este es un método muy útil para la experimentación en ciencias económicas. El mercado perfecto cumple con cuatro premisas explícitas para que los resultados no tengan interpretaciones ambiguas y permitan explicar el comportamiento de un “hombre racional” que busca maximizar beneficios y minimizar costos.

Las cuatro premisas explícitas para esta investigación son las siguientes:

1. Los precios futuros de la madera y de los insumos son constantes y conocidos.
2. Los rendimientos de la producción forestal están en función de ciertos insumos (siembra, limpieza, raleos) y son conocidos con certeza y libre de riesgos tecnológicos y ambientales. Para esta investigación se utiliza el precio de mercado de los terrenos.

La tercera premisa define al activo como un bien de mercado y asume que su valor ( $VPT_1$ ) y su precio ( $L_T$ ) son iguales, lo cual es una condición de equilibrio general para el mercado perfecto de la tierra. Es por eso que la fórmula original de Faustmann contiene  $-I$  en el denominador. Sin embargo, en este estudio se trabaja con una modificación de esta premisa, donde  $VPT_1$  y el precio de la tierra

son diferentes, ya que se pretende evaluar si las inversiones realizadas con incentivos son rentables en la primera rotación, asumiendo la venta del activo al final del ciclo. Se define a la tierra desnuda como único activo; se excluyen la infraestructura y el material genético de la definición del activo tierra (Navarro 2003).

3. Los terrenos para usos forestales pueden ser comprados, vendidos y arrendados en un mercado perfecto. Sin embargo, este mercado no está en equilibrio porque por un momento existe una diferencia entre el precio y el valor de la tierra, lo que promueve cambios de uso de la tierra hasta que se alcance un nuevo punto de equilibrio.
4. El mercado de capital monetario es imperfecto. Existen tasas de interés para préstamo, arriendo y crédito subsidiado de capital monetario. Sin embargo, el mercado es perfecto en el sentido de que las tasas de interés son constantes y conocidas en el futuro y además existe una cantidad ilimitada de este capital monetario en este mercado. Finalmente, el inversionista puede moverse de un segmento del mercado de capital monetario a otro. Esta premisa sobre el mercado perfecto del capital monetario ha sido modificada para representar diferentes tasas de descuento que muestren los diferentes niveles de liquidez de los inversionistas. En este caso, el mercado de capital monetario es imperfecto, y tendremos tasas de interés diferenciadas para prestamistas y arrendatarios de capital, las cuales se equiparan con las tasas de descuento de los inversionistas.

(7)

$$VPT_{1-I_{\beta}} = \frac{D_{H_T} + R_{L_T} + \sum_{t=1}^T R_{M_t} q_h^{T-t} + \sum_{t=t_{\beta}}^{t_{\beta}+4} \mu R_{\beta e_t} q_h^{T-t_{\beta}} - \sum_{t=1}^T [C_{M_t} + C_{\beta_t}] q_h^{T-t} - [C_{A_f} + C_{\beta A_f}] q_h^T}{q_h^T}$$



## Resultados

El Cuadro 1 resume los resultados del experimento sobre el efecto que los diferentes mecanismos monetarios de fomento (MMF) de plantaciones forestales utilizados en Costa Rica tienen sobre el comportamiento de distintos tipos de inversionistas. La condición de referencia se evaluó con la especie melina en un terreno de aptitud forestal clase VI y con la comercialización de la madera en un mercado regional a 80 km de distancia. Para el prestamista nacional (PNC) e internacional (PID) cualquiera de las opciones de inversión son rentables, mientras que para el arrendatario de capital nacional (ANC) es necesario alguno de los mecanismos para que esta actividad sea aceptable, ya que con fondos propios (dinero prestado del sistema bancario nacional al 9,9%), la  $VPT_1$  es menor al precio del terreno. Se aprecia que entre más baja es la tasa de descuento del inversionista más aumenta el turno de rotación de la plantación forestal y más alta es la  $VPT_1$ .

La Figura 1 grafica el efecto de los mecanismos monetarios de política forestal sobre el comportamiento de los tres inversionistas. El ANC es el único inversionista que requiere incentivos para poder acceder a este tipo de inversión, pues esta actividad con fondos propios (FP) genera un  $VPT_1$  inferior al precio de mercado de la tierra. Los inversionistas PNC y PID no requieren de ningún mecanismo de promoción para hacer de esta una actividad rentable, por lo que los FNR y los CS vienen únicamente a mejorar su rentabilidad o voluntad de pago por la tierra. Para melina, el CS aumenta el turno de rotación en un año solo para los inversionistas PNC y ANC. El CAF es el incentivo que produce una  $VPT_1$  más alta para los tres tipos de inversionistas, seguida del CS y el PSA. Hay que tener en cuenta, sin embargo, que el CAF ya no es una opción de fomento forestal a partir de la legislación forestal de 1996.

**Cuadro 1.**

Efecto de los MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas en relación con la voluntad máxima de pago por el activo tierra y la selección del turno de corta para un rodal de una hectárea de melina con respecto al financiamiento propio (FP)

Tipos de inversión	PNC TMA = 0,0673			ANC TMA = 0,0990			PID TMA = 0,0432		
	Turno	$VPT_1$	C	Turno	$VPT_1$	C	Turno	$VPT_1$	C
FP	11	¢203.373	A	8	¢63.786	R	14	¢411.687	A
CAF	11	¢398.172	A	8	¢243.123	A	14	¢608.322	A
PSA	11	¢299.050	A	8	¢148.804	A	14	¢505.216	A
CS	12	¢327.510	A	11	¢199.881	A	14	¢507.410	A

Año de plantación: 1992

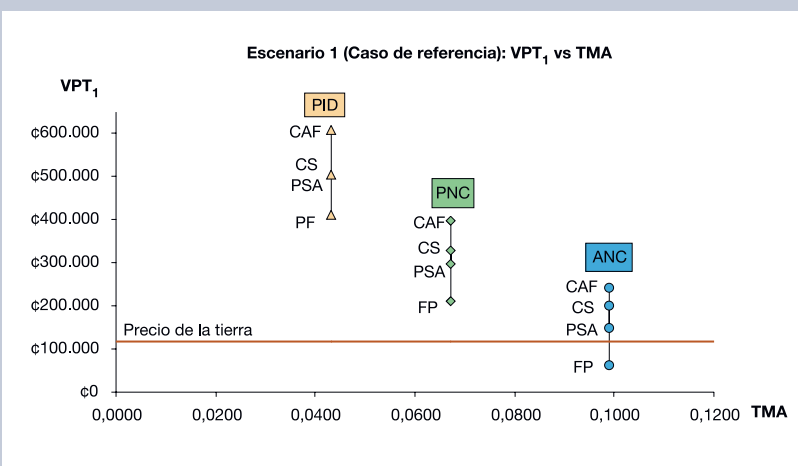
Precio implícito de la madera en pie: Distancia al mercado 80 km, ¢13/pmt

Precio de la tierra: Clase de capacidad de uso de la tierra VI-VII ¢116.675

TMA: Tasa mínima aceptable de descuento

$VPT_1$ : Voluntad de pago por la tierra o valor esperado de la tierra

C: Criterio de aceptación (A = aceptar, R = rechazar)



**Figura 1.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina en Limón, Costa Rica

## Análisis de los escenarios

### Precio de la tierra

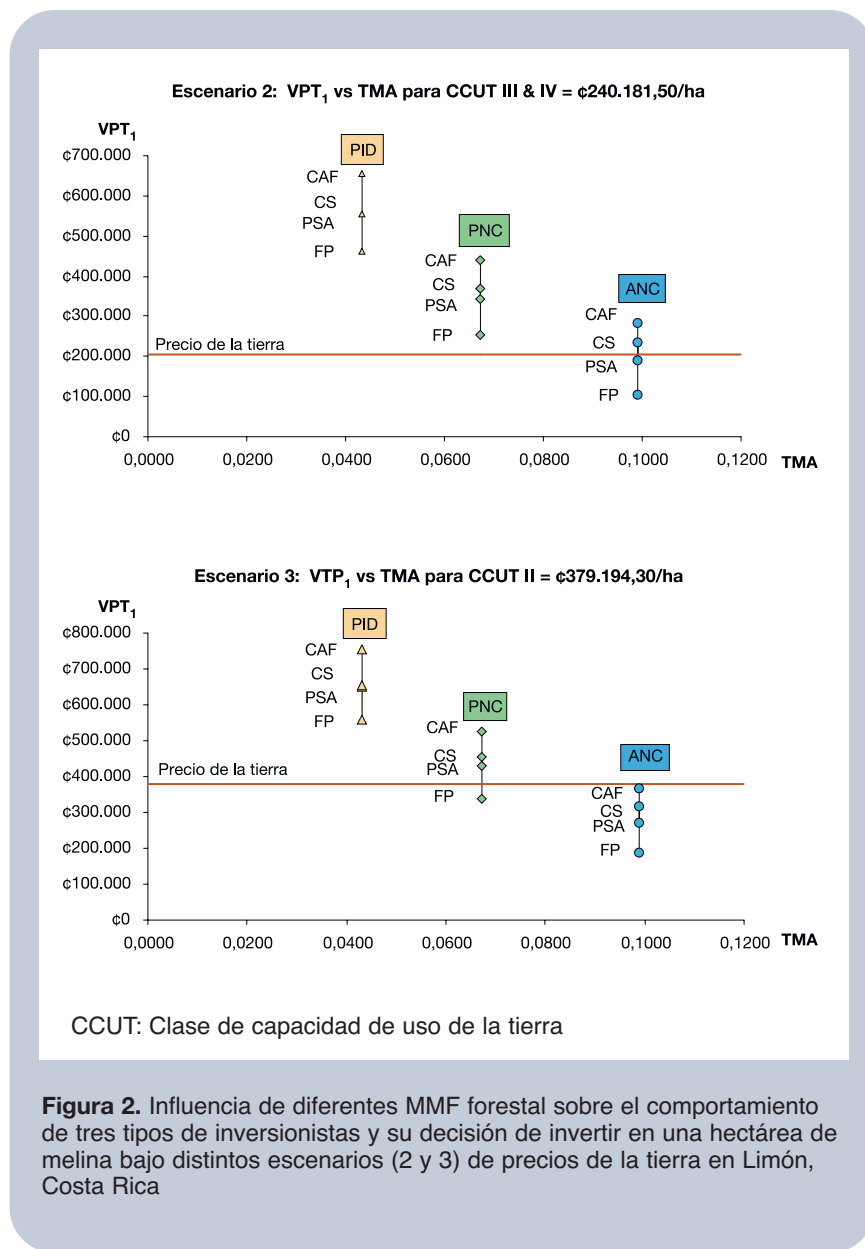
La Figura 2 muestra dos escenarios (2 y 3) en donde una hectárea de melina se establece en otros tipos de terrenos con diferentes clases de capacidad de uso de la tierra (CCUT) diferenciados principalmente por pendiente, aunque se asume la misma productividad que en el sitio de referencia y todos los demás elementos del problema permanecen iguales. El escenario de referencia se refiere a un terreno de CCUT VI-VII apto

únicamente para sistemas agroforestales y producción forestal con un precio de ¢116.675/ha o US\$454/ha (1998). El escenario 2 muestra un terreno de CCUT entre III y IV con pendientes moderadas apto para cultivos anuales y perennes no mecanizados, sistemas agroforestales y producción forestal. Este tipo de terrenos tiene un precio de mercado de ¢240.181/ha o US\$935/ha (1998). En este escenario, los PSA serían insuficientes al productor ANC ( $r=9,9\%$ ) para acceder a plantar con

esta especie; por otro lado, este mismo inversionista requeriría de un sistema de CS o de un FNR superior al PSA, similar al que tenía el CAF en 1992. Los otros tipos de inversionistas pueden aún invertir sin los MMF y contar con una inversión rentable de producción de madera de melina.

El escenario 3 considera un terreno con una CCUT II que, adicional a lo que pueden soportar los terrenos de clases superiores, tiene una topografía plana que lo hace mecanizable y apto para la inversión bananera. Estos terrenos tienen un precio de mercado de  $\text{¢}379.194/\text{ha}$  o  $\text{US}\$1475/\text{ha}$  (1998). En este escenario, el productor ANC no puede dedicarse a la reforestación con melina con ninguno de los MMF forestal considerados en esta investigación, y menos con FP. El productor PNC requiere de cualquiera de los incentivos para poder reforestar con melina porque la inversión con FP en este tipo de terrenos no es rentable. En cambio, el inversionista PID no ve afectado su comportamiento respecto a la inversión, únicamente varían los niveles de rentabilidad con los diferentes cambios de escenarios por tipos de tierra. Con una evaluación de distintos tipos de terrenos por región, la Administración Forestal del Estado (AFE) puede priorizar objetivamente a qué tipo de terrenos destinar los programas de MMF forestal y también ajustar su monto por el precio de la tierra en cada región y tipo de inversionista.

El censo agropecuario de 1984 indica que 87% de los dueños de tierras tienen propiedades menores de 50 ha y en su gran mayoría corresponden al tipo de inversionista ANC con un TMA de 9,9% o mayor. Por otro lado, el 56% del territorio costarricense tiene solo capacidad de producción forestal o de protección; posiblemente aquí es donde se requiere orientar la mayoría de los MMF a la producción forestal, pues



**Figura 2.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina bajo distintos escenarios (2 y 3) de precios de la tierra en Limón, Costa Rica

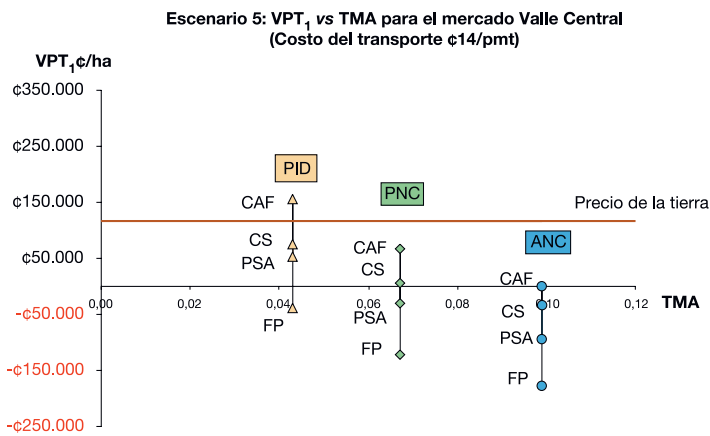
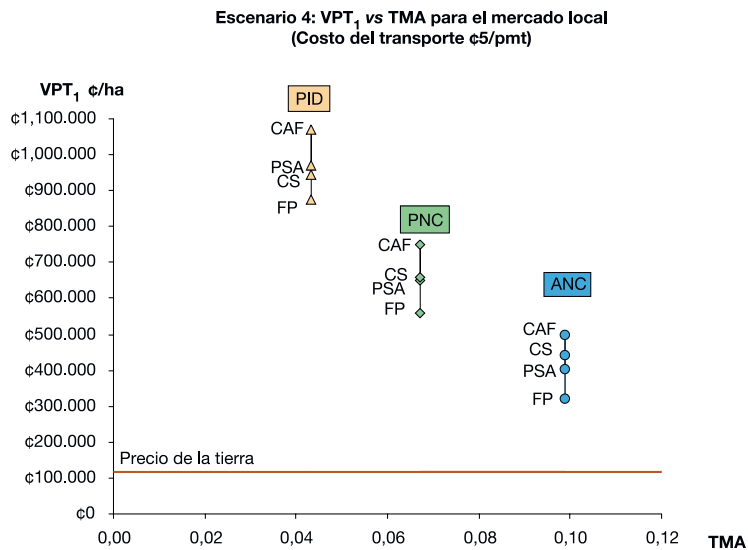
los PSA se verían retribuidos con beneficios ambientales muy evidentes en cuencas hidrográficas por la protección de suelos y aguas.

*Precio implícito de la madera en pie (PIMP)*

La Figura 3 presenta otros escenarios donde se analizan las variaciones en el costo de transporte para entrar a los mercados de la madera. Hyde (1980) sugiere utilizar el método del PIMP para realizar análisis de sensibilidad donde se varía el precio

del transporte para ver el efecto de la ubicación de la plantación en el precio de la madera en pie.

El caso de referencia contempla un costo de transporte para llegar a un mercado regional ubicado a una distancia promedio de 80 km desde la plantación forestal, lo que da un precio implícito de la madera de melina en pie de  $\text{¢}13/\text{pmt}$ . El escenario 4 muestra el efecto sobre la VPT<sub>1</sub> de acceder a un mercado local a unos 25-30 km, con un precio implícito de  $\text{¢}17,5/\text{pmt}$  para la madera en pie. En



**Figura 3.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina bajo distintos escenarios: acceso al mercado de madera local (4) y del Valle Central desde Limón, Costa Rica (5)

el gráfico del escenario 4 se aprecia que una diferencia favorable de  $\text{¢}4,5/\text{pmt}$  en el precio de la madera en pie hace que la inversión forestal sea tan rentable que no se requerirían mecanismos de fomento para esta actividad. Por otra parte, el gráfico del escenario 5 asume la venta de la madera en los mercados del Valle Central a una distancia de 180-

200 km, lo que resulta en un precio implícito de la madera en pie de  $\text{¢}8,5/\text{pmt}$ ,  $\text{¢}4,5/\text{pmt}$  menos que en el caso de referencia. Este último escenario es muy común para muchos inversionistas que venden sus productos a industrias en el Valle Central. El gráfico del escenario 5 muestra que la actividad no es rentable para ninguno de los inversio-

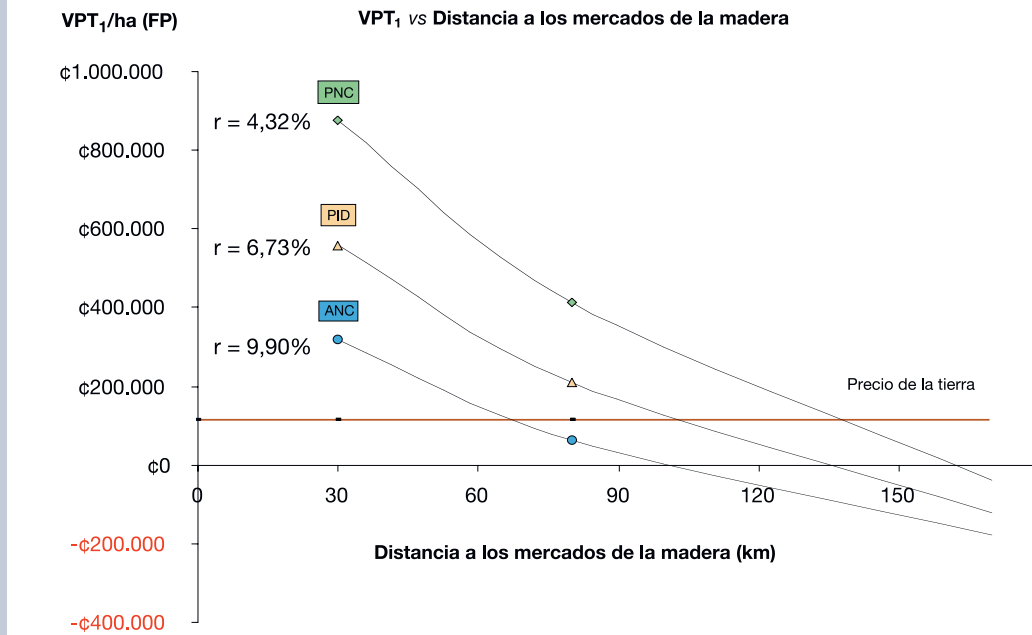
nistas bajo ninguno de los MMF forestal, con excepción del PID que requiere de un sistema de FNR con el nivel adquisitivo que tenía el CAF de 1992.

Este segundo análisis muestra lo práctico y objetivo que resulta este método para evaluar y diseñar MMF forestal con los modelos y teoría microeconómica propuesta y para identificar los factores que afectan la rentabilidad ( $VPT_1$ ) de las inversiones forestales. Con base en el concepto del PIMP en función del acceso a los mercados por tipo de inversionista, podemos generalizar que a mayor distancia de los mercados, mayores los costos de transporte, menor el precio implícito de la madera en pie, menor el ingreso y, por lo tanto, menor  $VPT_1$ , que es exactamente el principio de la ubicación espacial de la producción respecto a los mercados de von Thünen (1875). Con otra perspectiva, la Figura 4 muestra cómo el modelo de  $VPT_1$  puede usarse para determinar la distancia máxima al mercado para cada inversionista que quiere invertir con melina, en este caso para la opción de FP y como un insumo para generar un modelo que calcule un *premium* para los MMF forestal por ubicación respecto a la accesibilidad a los mercados. Igualmente, este tipo de análisis puede emplearse con un Sistema de Información Geográfica (SIG) para realizar mapas por especie y área de conservación donde la AFE puede impulsar proyectos de reforestación con algunas directrices que protejan los aspectos económicos de la sostenibilidad de esta actividad.

#### Especies forestales

Para finalizar este análisis de escenarios, la Figura 5 muestra la influencia de otras especies forestales con funciones de producción o turnos biológicos de rotaciones más extensas y maderas semiduras de alto valor. Se evalúan laurel (*Cordia alliodora*) y teca (*Tectona grandis*) en relación

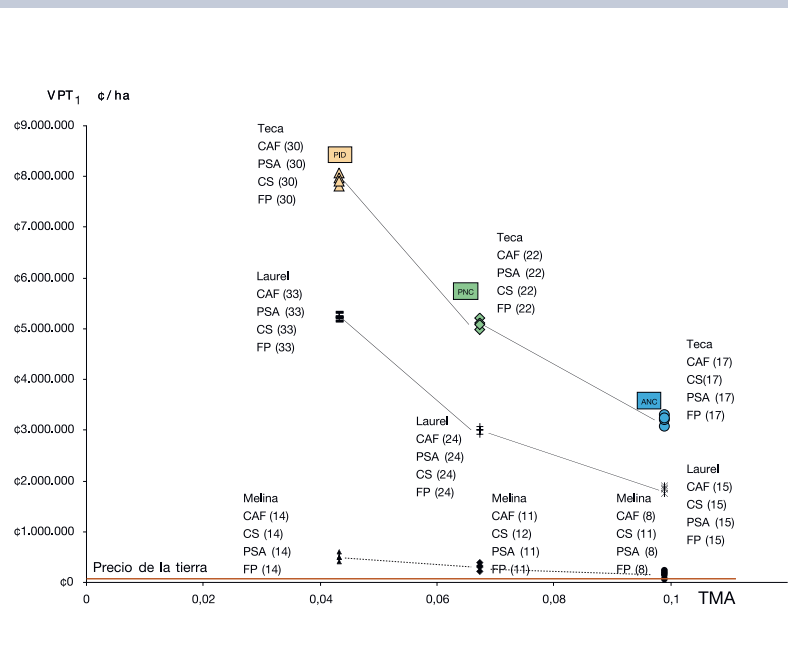




**Figura 4.** Distancia máxima permisible para hacer rentable una hectárea de melina para tres tipos de inversionistas con fondos propios en Limón, Costa Rica

con el caso de referencia. La Figura 5 evidencia que las inversiones forestales realizadas con teca y laurel resultan ser una alternativa no solo rentable con FP y con todos los MMF forestal, sino que producen  $VPT_1$  que son entre 12 y 48 veces superiores a los valores calculados para la  $VPT_1$  con melina. Por otro lado, los turnos de corta de laurel aumentan a 15, 24 y 33 años, y los turnos de teca a 17, 22 y 30 años, comparados con los turnos de melina (8, 11 y 14 años para los inversionistas ANC, PNC, y PID, respectivamente).

Como este análisis lo demuestra, el crecimiento rápido no es sinónimo de rentabilidad de la inversión; asimismo, la extensión de la rotación, a nivel de inversiones, no es importante porque las técnicas de descuento consideran el costo de capital por cada año de la inversión. Según la Figura 5, todos los tipos de inversionistas que optaron por melina obtuvieron valores muy cercanos al precio de la



**Figura 5.** Influencia de diferentes MMF forestal sobre el comportamiento de tres tipos de inversionistas y su decisión de invertir en una hectárea de melina, teca o laurel en Limón, Costa Rica

tierra, el cual refleja el valor de la tierra para usos agropecuarios. La línea que une a todos los inversionistas que invirtieron en melina tiene una pendiente poco pronunciada, característica de las inversiones agropecuarias más sensibles a cambios en los costos de los insumos y de mano de obra que la tasa de descuento. En teoría, las inversiones forestales se caracterizan por líneas con pendientes pronunciadas, como las que muestran teca y laurel, lo cual indica que estas inversiones son más sensibles al costo de capital (Strand 1969).

Ahora bien, ¿por qué si las plantaciones forestales con teca y laurel son tan rentables, no son más comunes que las de melina? El análisis que se plantea en este artículo es de inversiones y no financiero o de manejo del flujo de caja; por otra parte, una de las premisas explícitas es que el mercado de capital es abierto sin racionamientos de capital. Sin embargo, el problema de las inversiones forestales con especies semiduras no es la rentabilidad sino cómo mantener un flujo de caja durante tantos años. Puede ser que la melina sea una alternativa más común porque su flujo de caja es semejante a actividades agrícolas como el café y cacao. Para aumentar el valor de


los activos forestales se requieren especies forestales de alto valor comercial; no obstante, es necesario contar con sistemas innovadores de financiamiento donde los plazos y desembolsos se ajusten a las actividades de manejo forestal. Para el fomento forestal con especies de alto valor no se requiere de tasas de interés subsidiadas o FNR que desfinancian gradualmente al Estado y hacen que los MMF forestal sean menos sostenibles.

### Conclusiones

La fórmula de Faustmann, o de la voluntad de pago por la tierra adaptada para una rotación ( $VTP_1$ ) bajo las condiciones de mercado perfecto, es un instrumento microeconómico sólido y muy práctico para obtener soluciones comprensibles y objetivas. El problema inicial es complejo; sin embargo, las premisas utilizadas ayudan a plantear el problema bajo un esquema manejable. Esta investigación prueba que el productor ANC tiene una  $VTP_1$  más bajo y turnos de rotación más cortos que los productores PNC y PID. Esto quiere decir que entre más alta la TMA, menor  $VTP_1$  y menor la edad de rotación.

Igualmente se comprobó que todos los mecanismos de fomento in-

crementan la  $VTP_1$ . Johansson y Löfgren (1985) probaron que los impuestos reducen la  $VTP_1$ . Este análisis es compatible con esa afirmación, pues se puede afirmar que los incentivos son “impuestos negativos”. Los FNR aumentaron la  $VTP_1$  pero mantuvieron la misma edad de rotación que las inversiones que utilizaron FP. Por su parte, el CS aumentó la  $VTP_1$  y la edad de rotación porque la tasa subsidiada reduce en alguna medida la TMA del inversionista.

Un incremento en el PIMP incrementa la  $VTP_1$  y viceversa. Un aumento en los costos de transporte en relación con el precio de la madera reduce la  $VTP_1$  y permite inversiones forestales únicamente en lugares cercanos a los centros de procesamiento de la madera. La  $VTP_1$  es muy sensible a variaciones en la TMA para inversiones con especies forestales de rotaciones largas como teca y laurel, y menos sensible con rotaciones cortas como las de melina. 

### Agradecimiento

Al Dr. Peter Deegen, Economista Forestal de la Universidad Tecnológica de Dresde con quien mantuve fructíferas discusiones para el análisis de los resultados de esta investigación.

### Literatura citada

- Duerr, WA. 1993. Introduction to Forest Resource Economics. USA, McGraw-Hill Series in Forest Resources.
- Heindrichs, T. 1997. Instrumentos de financiamiento innovadores en el sector forestal y de conservación de la naturaleza de Costa Rica. TWRP-GTZ, Eschborn (DE). 38 p.
- Hyde, WF. 1980. Timber Supply, Land Allocation and Economic Efficiency. Resources for the Future, Inc. Baltimore, USA, The Johns Hopkins University Press. 224 p.
- Johansson, PO; Löfgren KG. 1985. The Economics of Forestry and Natural Resources. UK, Basil Blackwell Ltd.
- Klemperer, WD. 1996. Forest Resource Economics and Finance. USA, McGraw-Hill Series in Forest Resources.
- Navarro, G. 2003. Re-examining the theories supporting the so-called Faustmann Formula. In Helles, F. *et al.* (eds) Recent Accomplishments in Applied Forest Economics Research. Kluwer Academic Publishers. p 19-38.
- Samuelson, PA. 1976. Foundations of Economic Analysis. Enlarged Edition. Harvard Economic Studies No. 80. Cambridge, Harvard University Press. 604 p.
- Sedjo RA. 1983. The Comparative Economics of Plantation Forestry: A Global Assessment. Resources for the Future, Inc. Maryland, USA, The John's Hopkins University Press.
- SINAC-FONANIFO. 1998. Resolución No.323: Manual de Procedimientos para el Pago de Servicios Ambientales. Diario Oficial La Gaceta No. 91 (13 de mayo, 1998):35-46. San José, Costa Rica, Imprenta Nacional.
- Strand, H. 1969: Economic Analysis as a Basis of Land-use Policy. In Svendsrud, A. (Ed). 1969. Readings in Forest Economics. Universitetsforlaget, Oslo. pp 241-249.
- Thünen, JH. v. 1826. Der Isolierte Staat in Beziehung auf Landwirtschaft und Nationalökonomie. Dritte Auflage [1875] Berlin.
- Watson, V; Cervantes, S; Castro, C; Mora, L; Solís, M; Porras, IT; Cornejo, B. 1998. Making space for better forestry. Costa Rica Country Study. San José, Costa Rica and London (UK), Centro Científico Tropical/International Institute for Environment and Development. (Policy that Works for Forest and People Series no.6).

# Actitudes, conocimientos, manejo de finca y percepción de los campesinos hacia el uso del recurso bosque en comunidades aledañas a la Reserva Biológica Indio Maíz, El Castillo, Río San Juan, Nicaragua

**Miguel Altamirano**

*maltami@ibw.com.ni*

**Glenn Galloway**

*CATIE. galloway@catie.ac.cr*

**Bastiaan Louman**

*CATIE. blouman@catie.ac.cr*

**Kees Prins**

*CATIE. cprins@catie.ac.cr*

**Liliane Ortega**

Es necesario establecer una visión común y exigir un proceso de negociación y la disponibilidad de todos a flexibilizar sus agendas, ya que el avance hacia un mejor manejo de los recursos naturales en las comunidades aledañas a la Reserva Biológica Indio Maíz requerirá aprendizaje y ajustes constantes.



Foto: Proyecto TRANSFORMA, CATIE



## Resumen

Actitudes positivas, conocimientos aceptables de prácticas alternativas de roza y quema que permitan un manejo adecuado de la finca y del uso sostenible de los recursos naturales son requisitos esenciales para la participación de los productores en el manejo del recurso forestal. En el borde de la Gran Reserva Biológica Indio Maíz, los productores tienen diferentes actitudes hacia el futuro de los bosques en sus fincas, pero similares conocimientos en cuanto a sus recursos forestales y al manejo actual de la finca, lo cual redundó en una explotación indiscriminada, degradación y deforestación de los bosques. Por más de una década los productores no han compartido la agenda de conservación que promueven otros sectores en el uso y conservación de los recursos. Los conflictos surgidos por falta de diálogo y comunicación entre ellos han provocado desconfianza y antagonismo. Este estudio de 80 fincas mostró la conexión entre las características socioculturales de los productores que viven cerca de la Reserva, y el uso de los recursos forestales dentro de sus fincas, enfocado en las actitudes hacia el uso del bosque. Los resultados indican que existen grupos de productores con diferentes actitudes y conocimientos del manejo de los recursos forestales. A pesar de que el Estado no ha podido crear las condiciones necesarias para lograr un manejo adecuado de los bosques, por la falta de control e ilegalidad, aún existen grupos de productores dispuestos a seguir buscando soluciones para usar adecuadamente los recursos naturales que poseen. En la actualidad, las ONG, municipalidad, compañías madereras y proyectos de desarrollo están cooperando para desarrollar una agenda común. Dentro de esta agenda, el rol que pueden jugar los campesinos en el manejo forestal sostenible es reconocido. El conocimiento de las experiencias exitosas y los fracasos demuestran el valor de la participación de las comunidades locales en el co-manejo de sus recursos naturales.

**Palabras claves:** Manejo forestal comunitario; recursos forestales; manejo de fincas; participación de la comunidad; conocimiento indígena; Reserva Biológica Indio Maíz; Nicaragua.

## Summary

**Attitudes, knowledge, farm management and small landowner's perception toward the use of the forest in communities next to the Biological Reserve Indio Maíz, El Castillo, Río San Juan, Nicaragua.** Positive attitudes towards and adequate knowledge of alternatives to slash-and-burn agriculture and management practices for the sustainable use of natural resources are essential for small-farmer participation in forest management. In the buffer zone of the Indio Maiz Biological Reserve in southern Nicaragua, small-farmers vary significantly in their attitudes concerning the future permanence of forests on their land. In general, these farmers utilize similar production systems and have limited knowledge of sustainable management practices. As a result, indiscriminate exploitation of forests, deforestation and land degradation are widespread. Most small-farmers do not embrace the conservation agenda promoted by diverse entities in the region. Conflicts have arisen due to the lack of constructive dialogue, generating distrust and antagonism among different stakeholders. In this study of 80 small-farmers, it was determined that an understanding of social and cultural factors sheds light on existing attitudes towards forest resources and their present use. In the study group, sub groups of small-farmers can be differentiated on the basis of their attitudes toward forest management and conservation. Inadequate institutional presence favoring illegality and the lack of control in remote forested areas have created an environment unfavorable of sustainable forest management. Nonetheless, some small-farmers seek alternatives to balance their subsistence needs with natural resource conservation. At present, ONG, the municipality, commercial timber companies and development projects are cooperating to develop a common agenda. Within this agenda, the crucial role small-farmers play in sustainable forest management is recognized. A thorough understanding of successes and failures to date is important in order to increase the participation of local communities in the co-management of their natural resources.

**Keywords:** Community forest management; forest resources; farm management; community participation; land knowledge; Indio Maíz Biological Reserve; Nicaragua.

La Reserva Biológica Indio Maíz ha sido protegida y manejada por el Estado nicaragüense con ayuda financiera de países donantes; sin embargo, hasta el momento no cuenta con un plan de manejo definido (Schneider 2001). Por su importancia a nivel internacional, en el año 2003 fue ascendida a la categoría de Reserva de Biosfera y declarada patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO. A pesar de esto, su integridad como área protegida se encuentra amenazada por la constante llegada de familias en busca de tierras como parte del fenómeno migratorio provocado por la expansión de la frontera agrícola (Larson y Barahona 1999). Para lograr una efectiva protección de la Reserva es necesario asegurar una zona de amortiguamiento funcional que permita disminuir el impacto de las actividades humanas, así como la conectividad de los fragmentos de bosque dentro de las fincas de los productores. Estas medidas representarían una contribución significativa a los objetivos de conservación de la biodiversidad en la zona y de las familias campesinas que habitan en ella (Perdomo 2001).

En la actualidad, en los límites de la Reserva se encuentran ya establecidas comunidades de productores que son dueños de sus fincas. Dichas comunidades se caracterizan por la falta de servicios básicos y altos niveles de pobreza. El recurso forestal no es parte del sistema de producción campesino; por lo tanto, su reemplazo por un sistema agrícola de roza y quema se vuelve la única alternativa de subsistencia para esas comunidades, lo cual conduce a la explotación indiscriminada, degradación y deforestación de los bosques (Maldidier y Antillón 1996). La situación anterior demuestra que el reto es ligar la conservación con el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades campesinas, para que los productores puedan cohabitar con los recursos naturales.

Debido a lo complejo de la situación, los productores que utilizan sistemas de tumba-roza y quema, las instituciones, organismos, proyectos, empresas comerciales madereras e intermediarios, que tienen entre sus objetivos propiciar un desarrollo sustentable de la región, continúan promocionando alternativas para modificar los sistemas de produc-

ción incluyendo el manejo de los bosques naturales. Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, todavía no se ha logrado consolidar un manejo sostenible de los recursos naturales amenazados.

Para entender mejor los efectos de un programa de manejo de recursos naturales que involucre a los actores relevantes es vital entender la naturaleza del uso de estos recursos por parte de los productores, sus conocimientos y actitudes hacia cambios potenciales en su manejo. Este estudio intenta proporcionar este tipo de información de productores que podrían incorporarse en un plan de manejo de la Reserva y sus zonas adyacentes. En el estudio se plantearon, entre otras, las siguientes preguntas: ¿Existen diferencias en el conocimiento que tienen los productores asociados a instituciones, organismos y empresas de la zona y los no asociados, sobre el uso del recurso bosque? ¿La intervención de instituciones u organismos en cuanto al uso de los recursos naturales, ha contribuido a generar actitudes positivas en los productores en cuanto a su relación con el recurso bosque? ¿Qué cambios se necesitan en las re-



Foto: Proyecto TRANSFORMA, CATIE

Los productores de las comunidades establecidas en la Reserva Biológica Indio Maíz, tienen como única alternativa de subsistencia un sistema agrícola de roza y quema, el cual conduce a la degradación de los bosques

laciones entre propietarios de los bosques y los demás sectores interesados en el recurso forestal para estimular un mejor manejo individual y colectivo? ¿Cómo ven los productores, las instituciones gubernamentales, ONG y empresas comerciales madereras la situación de las fincas, comunidades y el recurso bosque en el futuro? Las respuestas pueden servir para orientar esfuerzos futuros en esta región tan importante para la integridad del Corredor Biológico Mesoamericano.

### Marco teórico y conceptual

El marco conceptual en el que se basa este estudio es una adaptación de los principios sugeridos por Galloway (2001), quien analiza la interacción entre los diferentes actores involucrados en el desarrollo forestal sostenible. Este es un proceso dinámico y de relaciones donde todos tienen una cuota de responsabilidad para que el conjunto total del sistema funcione y cumpla su objetivo final: la conservación del recurso forestal y la reducción de la pobreza en las comunidades locales. Estos actores y escenarios son: *los usuarios del bosque*, quienes ejecutan o no el manejo sostenible del bosque y tienen un papel central en la protección del recurso. En un contexto apropiado también aportan sus conocimientos locales a las instituciones y ONG y pueden contribuir a la multiplicación de experiencias prometedoras o exitosas. *Los fragmentos de bosques en las fincas y comunidades*, los cuales generan productos maderables y no maderables para mercados locales, regionales e internacionales; además, proveen productos vitales como el agua y prestan servicios ambientales y ecológicos para la conservación de la flora y fauna. *Las instituciones públicas y ONG* que canalizan asistencia técnica, incentivos y otros recursos a los usuarios del bosque y trabajan en la promulgación y aplicación de la ley y en el control de las actividades ilícitas. *Los mercados actuales*

que indican cuáles de las especies son comerciales y por ende ofrecen información para orientar el manejo apropiado del bosque; además, pagan por sus productos, generando así ingresos para los usuarios del bosque.

Cuando se logre cerrar positivamente la relación entre los usuarios organizados, el recurso bosque y los mercados, los usuarios se comprometerán más con el recurso y las instituciones y ONG alcanzarán sus metas de lograr un manejo sostenible del bosque y contribuir a reducir la pobreza. Este cierre positivo del triángulo usuarios, recurso bosque y mercado exige la formulación e implementación de estrategias apropiadas dentro del contexto socioeconómico y cultural existente y la aplicación de un marco político legal que fomente la conservación y el manejo adecuado de los recursos naturales.

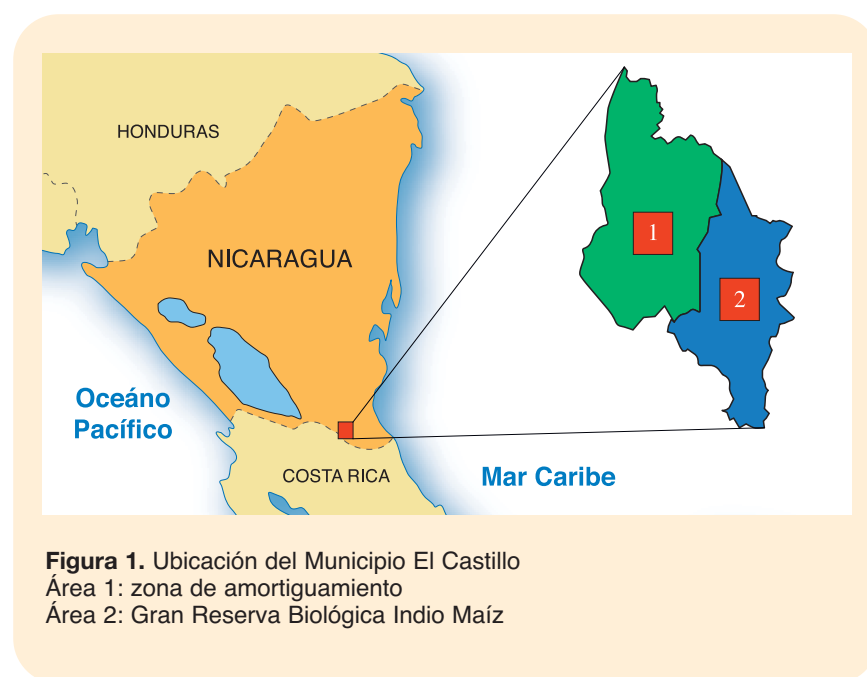
### Metodología

#### Descripción del área de estudio

El municipio de El Castillo se ubica en el Departamento de Río San Juan y limita al sur con Costa Rica, al norte con los municipios de Nueva Guinea y Bluefields, al oeste con San Carlos y al este con San Juan del

Norte. Su extensión es de 1659 km<sup>2</sup>, de los cuales 692 km<sup>2</sup> en la parte este pertenecen a la Gran Reserva Indio Maíz (Figura 1). Los 967 km<sup>2</sup> restantes pertenecen a la *Zona de Amortiguamiento*, donde se ubican 43 comunidades. En general, las tierras son planas o ligeramente onduladas y los suelos predominantes son los Ultisoles. Según la clasificación de Holdridge, la zona de vida es bosque tropical húmedo con una temperatura promedio de 25,8°C, una humedad relativa de 86% y una precipitación promedio anual que varía entre 2873 mm en El Castillo hasta casi 4000 mm en el bosque muy húmedo (este). Los meses lluviosos van de mayo a enero.

La capacidad del uso del suelo varía entre las clases IV y VIII, lo que quiere decir que la verdadera vocación de las tierras del área es *forestal, protección de vida silvestre, conservación de biodiversidad y ecoturismo*. El área se encuentra en un alto grado de fragmentación por el cambio de uso de la tierra debido a actividades agropecuarias derivadas de los asentamientos campesinos. Como resultado, un 48,5% de la superficie en la zona de amortiguamiento son bosques



**Figura 1.** Ubicación del Municipio El Castillo  
 Área 1: zona de amortiguamiento  
 Área 2: Gran Reserva Biológica Indio Maíz



secundarios<sup>1</sup>; en orden de importancia le siguen el bosque primario (28,8%), pastizales (14,8%), zonas agrícolas (4%) y de palma aceitera (2,5%) (Perdomo 2001).

### Base conceptual de la metodología

Se sostiene que las actitudes se van definiendo mediante la observación y el aprendizaje, y se considera que se forman fundamentalmente del conocimiento. Por lo tanto, una actitud se puede alterar cuando el individuo cambia al exponerse a otros conocimientos o experiencias nuevas. No se puede lograr cambios en las conductas sin un cambio en las actitudes, ya que *“las actitudes no sólo explican y permiten predecir la conducta, sino que también ayudan a modificar la conducta humana”* (Whitaker 1984). En el plano del manejo de los recursos naturales, Obua *et al.* (1998) encontraron que el comportamiento de las comunidades locales ante el uso de los recursos naturales es determinado por sus actitudes, las que a su vez dependen del conocimiento y se relacionan profundamente con los beneficios que las comunidades reciben al incursionar en el manejo forestal; pero además, dicho comportamiento depende de la existencia de un marco político-legal favorable o desfavorable. En este estudio, la principal herramienta empleada para determinar las actitudes y conocimientos de dos grupos de productores fue una encuesta semi-estructurada.

### Selección y muestra del estudio

Se seleccionaron las comunidades siguiendo los siguientes cinco criterios: 1) las experiencias recientes de aprovechamiento forestal en las comunidades; 2) la proximidad de las comunidades al carril de la Reserva; 3) las limitaciones en el acceso, co-

mercialización, presencia de instituciones, servicios básicos (educación, vivienda y salud); 4) la existencia de recursos forestales de importancia (conservación, producción y recuperación) en sus fincas; 5) el registro de las propiedades en el catastro municipal y extensiones mayores a las 25

hectáreas (Taylor y Bodgan 1986). La selección anterior se realizó mediante un muestreo proporcional al tamaño. Adicional a la selección de los productores, y para establecer la triangulación de la información se seleccionó una muestra teórica<sup>3</sup> de informantes claves<sup>4</sup> (Taylor y Bodgan 1986).



Foto: Proyecto TRANSFORMA, CATIE

Las comunidades y los productores mismos se consideran dueños del recurso forestal y con poder para decidir sobre su uso: comercializar la madera o cambiar a un uso agropecuario

mz<sup>2</sup>. Mediante el Sistema de Información Geográfica (SIG) y el Sistema de Información del Catastro (SISCAT) del municipio, se seleccionaron ocho comunidades con un total de 384 fincas mayores a 25 mz.

Se seleccionaron 80 fincas en total (21% de la población muestral), de las cuales 40 fincas eran de productores asociados (grupo experimental) ubicados en la comunidad de Las Quezadas, y las otras 40 fincas de productores no asociados (grupo control) ubicados en el resto de las comunidades: La Libertad, El Diamante, El Padilla, Filas Verdes, Las Maravillas, Boca de Escalera y La Juana (Rossi *et al.* 1999, Hernán-

### Recolección de la información

La encuesta fue diseñada para recolectar información sobre las características demográficas y socioeconómicas de los productores, uso de los recursos en la finca, prácticas agronómicas, así como sus actitudes y conocimientos que permitan el manejo adecuado de los recursos. La encuesta fue validada con algunos productores en una visita previa y se reajustó para su uso posterior entre los meses de marzo a julio del 2002. Para complementar, se realizaron dos talleres que ayudaron a triangular la información (Naghi 1987, Hernández *et al.* 1996, Geilfus 1998). El primer taller se realizó con tres empre-

<sup>1</sup> Definidos como áreas con cobertura leñosa en diferentes fases de desarrollo.

<sup>2</sup> Una manzana equivale a 0,7 hectárea.

<sup>3</sup> Consiste en la selección no estadística de otros actores involucrados en el manejo de los recursos naturales en la zona.

<sup>4</sup> Representantes de organismos e instituciones; empresas madereras e intermediarios, instituciones del gobierno municipal y estatal.

sas forestales comunitarias (EFC): Nueva Holanda, Luz en la Selva y Montes Verdes. El segundo taller se realizó con representantes de ONG, instituciones del Estado, municipalidad, productores y la empresa Plywood de Nicaragua S.A. (PLYNIC).

### Análisis de los datos

#### *Definición de índices*

Con base en las respuestas que acertaran con los objetivos de conservación y protección de los recursos naturales se efectuó la calificación de conocimiento. El procedimiento fue calificar con base en la declaración de conocer o ignorar una serie de variables propuestas<sup>5</sup>. Con esto, se calificó el **nivel de conocimiento**: bajo, regular o aceptable<sup>6</sup>. Para calificar el manejo de la finca (**comportamiento**) se seleccionaron las variables<sup>7</sup> que mejor reflejaron el uso actual de los recursos (prácticas agropecuarias y forestales), y se calificaron como favorables o desfavorables. Para definir la **actitud** se utilizaron variables<sup>8</sup> que definen el interés de los productores y el manejo que piensan dar a su finca en el futuro (Altamirano 2002).

#### *Análisis multivariados*

Se realizó un análisis multivariado a partir de las variables que se usaron para definir la “actitud” de los 80 productores. Se identificaron grupos de productores con base en los resultados de la clasificación por análisis de conglomerados, utilizando los coeficientes de similitud de Jaccard. Para verificar si el agrupamiento de este análisis estaba relacionado con el resto de las variables se utilizó un análisis discriminante canónico para

el conjunto de las variables evaluadas como el conocimiento y manejo de la finca (comportamiento). Los grupos de productores formados con base en su actitud se compararon en aspectos en cuanto a ser socios de las empresas forestales comunitarias, su manejo de finca y el valor que ellos proyectan que tendrá su bosque en el futuro. Las comparaciones se realizaron para las variables cualitativas con pruebas de chi cuadrado, y las variables cuantitativas con pruebas de *t* (Johnson 2000, Naghi 1987, Infante y Zarate 1984, Hernández *et al.* 1996). Para los análisis se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS).

#### Limitaciones del estudio

Debido al diseño y los objetivos planteados se realizó el estudio en forma exploratoria y descriptiva de dos grupos de productores similares. Por estas razones el grado de transferencia que tienen estos resultados puede ser limitado, dado el amplio rango de productores que existe en la región, así como la recolección de los datos en una región y año en particular lo cual impide medir el cambio a través del tiempo y el espacio. Se considera que la interpretación de los resultados se debe limitar a mejorar el entendimiento del comportamiento actual de los grupos de productores estudiados y que su interpretación para predecir el comportamiento futuro, o explicar comportamientos sobre el tiempo, o en otras regiones u otros grupos de productores, sólo se debe hacer con la mayor cautela y utilizando información de estudios complementarios en tiempos y regiones diferentes.

## Resultados

### Características generales de los productores y sus sistemas productivos

Por varias décadas, los productores han enfrentado diversos obstáculos debido a los reasentamientos que han sufrido por causa de la guerra, períodos de cambios de Gobierno y políticas agrarias y económicas. Esto los ha empujado a un ambiente diferente –una zona caracterizada por el bosque húmedo tropical- donde están marginados geográfica y económicamente. Muchos no tienen experiencia en el manejo de este tipo de ecosistema y mantienen sus sistemas tradicionales y culturales (Cuadro 1). La población de estas comunidades ha cambiado en la última década, dando como resultado comunidades heterogéneas en cuanto a características socioculturales, diferencias políticas y religiosas muy marcadas, y sin vocación ni cultura forestal. El pasado histórico del productor, su tradición cultural y su entorno condicionante, son barreras hacia la conservación y el manejo del bosque.

Las fincas tienen un promedio de 52,8 mz, y el uso de la tierra se distribuye como se muestra en el Cuadro 2. El patrón de los tamaños de la finca se ha mantenido a pesar de la fragmentación por la compra-venta de tierras y las herencias familiares. Se detectó una reducción del porcentaje del área total de bosque (36,1%), ya que en un estudio previo Siles y Ramos (1999) encontraron en las comunidades aledañas a la Reserva, porcentajes mayores del 50% con cobertura de bosques sin intervenir.

<sup>5</sup> Las variables propuestas fueron: solicitud de permiso para roza y quema; técnica para recuperar productividad del suelo; quién otorga o permite la actividad de roza y quema; cantidad de madera que puede cortarse en la finca; existencia de leyes para la protección del ambiente; ubicación en una zona especial (amortiguamiento); conocimiento del propósito de la Reserva.

<sup>6</sup> **Bajo**: conocían principalmente de la protección de la Reserva, pero desconocían las otras variables. **Regular**: conocían de dos a cuatro de las variables propuestas de alternativas para evitar roza y quema. **Aceptable**: un productor de este grupo conocía la mayoría de las variables propuestas.

<sup>7</sup> **Favorable**: utiliza medidas de control de quemas agrícolas; conserva fuentes de agua; no le interesa tener ganado. **Desfavorable**: la prioridad es producir o mantener ganado (tenencia de ganado en la finca y la ganadería en la actualidad es el rubro más importante para el núcleo familiar); roza y quema para introducir pastos en áreas de bosque.

<sup>8</sup> ¿Qué necesita mejorar en la finca? (tres respuestas diferentes: ganadería, granos básicos y reforestación); ¿en cuál actividad invertiría con más seguridad? (tres respuestas similares a la primera); ¿para qué solicitaría crédito? (tres respuestas similares a la anterior); ¿tendrá valor el bosque de su finca en el futuro? (respuestas resumidas en positiva y negativa).

**Cuadro 1.**  
Principales características de los productores entrevistados

Sociodemográficas	Productivas y manejo de finca
Edad promedio 42 años, más del 50% de analfabetismo, familias con más de seis miembros, provenientes del Pacífico y norte del país, desmovilizados del conflicto armado de los ochenta, con un promedio de siete años de asentamiento.	Cultura de granos básicos y ganadera (incipiente y extensiva).
Las parcelas fueron generalmente carrileadas y luego legalizadas por el Instituto Nacional de Reforma Agraria.	Alimentos principales se cosechan en la finca, frijol, maíz, arroz, raíces y tubérculos, carne, leche.
Migración de familiares a Costa Rica y otras regiones del país en temporada de recolección de cosechas.	Pocos conocimientos de técnicas agroforestales y alternativas de producción, así como poco manejo de cultivos perennes como café, cacao, pimienta, cocos, árboles frutales.
Los centros de las comunidades cuentan con una infraestructura mínima: pequeñas iglesias y escuelas, construidas generalmente por las comunidades mismas.	Poco conocimiento y manejo de técnicas alternativas para evitar la roza y quema (ej. frijol abono).
Principales vías de comunicación son trochas madereras, principal transporte son las mulas.	Todos los productores han aplicado roza y quema (12% solo una vez, 40% cada año y 48% cada dos años).
Los puertos de montaña son los puntos de compra y venta, son el punto geográfico donde se interceptan las trochas con la carretera, y el punto comercial donde se encuentran los intermediarios y los productores.	Alrededor del 90% de los productores posee ganado.
	La asistencia técnica, crédito, e inversión en las fincas son limitados y muchas veces ausentes.
	Pocas tecnologías poscosecha.

Los productores declararon que en los ciclos agrícolas 2002 (2001 – 2002) y 2001 (2000 – 2001), el lugar donde realizaron la actividad de roza y quema fue principalmente en los bosques secundarios o tacotales, y luego en bosque primario sin intervenir y bosque primario intervenido (Cuadro 3). Con estos datos se puede observar que el cambio a usos agropecuarios del bosque continúa, y además sugieren que la reducción fue mayor en los bosques primarios intervenidos (en su mayoría aprovechamientos forestales), con respecto al ciclo agrícola anterior.

En cuanto a los resultados anteriores es necesario hacer estudios más concretos sobre los cambios en el uso de la tierra y su relación con las características socioculturales de los productores, además de otros factores socioeconómicos que intervienen al momento que los productores toman sus decisiones.

**Cuadro 2.**  
Uso de la tierra en las 80 fincas evaluadas

Componente	mz	media	desv. est.	porcentaje
Bosque primario sin intervenir	1538,50	19,03	13,20	36,06
Granos básicos	905,90	11,19	5,26	21,23
Pastos	780,85	9,63	5,49	18,30
Tacotales o bosque secundario	538,58	6,64	6,10	12,62
Bosque primario intervenido	341,23	4,33	8,34	8,00
Cultivos perennes	150,36	1,86	1,98	3,52
Plantaciones forestales <sup>9</sup>	11,06	0,14	0,34	0,26
<b>Total</b>	<b>4266,48</b>	<b>52,82</b>		<b>100,00</b>

#### Resultados de los talleres

Con base en los talleres se trató de caracterizar los diferentes actores y escenarios del marco teórico conceptual del estudio, así como su visión sobre el futuro del recurso forestal en las fincas de la zona.

*Usuarios del bosque.*- Se pudieron identificar varios usuarios directos entre los cuales están los productores, la empresa maderera PLYNIC, SOSMADERA<sup>10</sup> y madereros que

llegan provenientes de Costa Rica y otros lugares de Nicaragua. Los productores utilizan el bosque para usos domésticos y comerciales. El manejo colectivo ha estado en manos de empresas forestales comunitarias (EFC - socios), las cuales fracasaron por falta del cumplimiento de una serie de acuerdos, el poco acompañamiento administrativo y gerencial, los cambios repetidos en la administración de un proyecto de apoyo, las

<sup>9</sup> Los distanciamientos son irregulares y las plantas están sembradas a criterio del productor, por lo tanto se definió como plantación al menos seis árboles en línea. Entre las especies están caoba (*Swietenia* sp.), genizaro (*Pithecellobium* sp.), cedro real (*Cedrella* sp.), cedro macho (*Carapa guianensis*), cortés (*Tabebuia* sp.), teca (*Tectona grandis*) y pochote (*Bombacopsis quinata*).

<sup>10</sup> Madera de Silvicultura Sostenible. Aserrío ubicado en Boca de Sábalo. En años anteriores compraron la madera de las empresas forestales comunitarias de Las Quezadas, por medio del Proyecto de Recuperación Ecológica y Reconversión de la Cadena Maderera para el Desarrollo Sostenible (UCA/Austroprojekt/caps).



**Cuadro 3.**

Cambio de uso de la tierra en las distintas unidades de la finca por tipo de bosque y ciclo agrícola

Lugar en la finca	Productores	Porcentaje	Promedio (mz)		Reducción (mz)
			ciclo 2001-2002	ciclo 2000-2001	
Bosques primarios intervenidos	13	16	3,4	1,4	-2,0
Bosques primarios sin intervenir	18	23	2,1	1,8	-0,3
Bosques secundarios o tacotales	49	61	2,6	2,0	-0,6
	80	100			

disputas internas de los grupos y las dificultades técnicas y empresariales. En otras experiencias, PLYNIC organiza a los productores y les compra sus árboles en pie por medio de intermediarios. En ningún caso se ha logrado un manejo forestal sostenible, aunque sí se dan aprovechamientos de bajo impacto basados en las normas técnicas del INAFOR<sup>11</sup>. A pesar de que existen muchos estudios, todavía no se ha definido el volumen de corta anual permisible (VCAP). En pocos casos se han tomado en cuenta los criterios establecidos por las instituciones responsables para el manejo, la conservación y la recuperación de los fragmentos de bosque. Por lo tanto, las áreas intervenidas terminan, en la mayoría de los casos, cambiando a un uso agropecuario; es decir, no se asegura su ciclo de corta. En el caso de EFC las dificultades han resultado en la salida de muchos socios, conflictos con SOSMADERA y una percepción poco favorable del aprovechamiento forestal por parte de las comunidades.

Este tipo de situaciones no ha permitido la construcción de una base de experiencias exitosas, condición vital para lograr un efecto multiplicador del manejo forestal sostenible en la región. En cambio, han surgido conflictos entre estos actores y el resto de los sectores intere-

sados. Para el resto de los productores individuales o bajo algún tipo de organización, sus problemas, a menudo se relacionan con el desconocimiento de los requisitos técnicos y burocráticos y, el costo y demora de los trámites. Este tipo de relaciones y falta de control ha convertido la tala ilegal en una actividad atractiva.

*Fragmentos de bosques en las fincas y comunidades.*- Las comunidades y los productores mismos se consideran dueños del recurso forestal y con el poder para decidir sobre su uso, ya sea comercializar la madera o cambiar a un uso agropecuario. En la actualidad, estos fragmentos solo generan ingresos de productos o servicios comerciales; no existen iniciativas concretas en cuanto a servicios ambientales. Por lo tanto, el productor -aunque conoce el discurso de pago por servicios ambientales- no lo considera como una opción real. Como resultado, muchos productores manifiestan que cambiarán el bosque por otro uso de la tierra (47,5%), y el resto (52,5%) considera que posiblemente dejarán entre 10 a 15 mz de reserva para sus hijos y para proteger sus fuentes de agua, dependiendo de la situación familiar en que se encuentren. El aprovechamiento de productos no maderables del bosque, bosques secundarios u otras alternativas son incipientes.

*Instituciones públicas y ONG.*- La asistencia técnica (propaganda radial y escrita, visitas en fincas, talleres, intercambio de experiencias) busca contrarrestar el manejo inadecuado de los recursos. Sin embargo, en los últimos años ha disminuido el número de beneficiarios de este servicio. Los productores señalan que la orientación de la asistencia técnica no corresponde a sus intereses. Parte de este servicio se ha dedicado a la organización de los productores y las comunidades con el fin de crear capacidades locales, inducir al manejo integrado de las fincas y alternativas para evitar la roza y quema; sin embargo, tampoco se ha logrado conseguir estos objetivos con la frecuencia y magnitud deseada. Las acciones ilícitas y de explotación no planificada reflejan la falta de regulación y control en la zona de amortiguamiento por parte del Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARENA) y el INAFOR. El PMS<sup>12</sup> tiene mucho peso en la zona porque ha hecho grandes esfuerzos para apoyar a sus contrapartes y coejecutores (MARENA, la Oficina de Titulación Rural y la Alcaldía). Todo este apoyo y cooperación ha generado mucha información técnica, socioeconómica y ambiental del municipio. También en la actualidad se cuenta con un plan de ordenamiento municipal y, sobre todo, la

<sup>11</sup> Instituto Nacional Forestal. La política forestal en materia de regulación y control establece que el aprovechamiento forestal en bosques naturales se realizará bajo planes de manejo forestal aprobados y debidamente implementados, y que el INAFOR, en el ámbito de su competencia, es la entidad responsable de la regulación y el control al nivel nacional (Disposiciones Administrativas del INAFOR, abril 2002).

<sup>12</sup> Proyecto Manejo Sostenible, financiado por DANIDA. Su objetivo principal ha sido la estabilización de las comunidades por medio de la titulación y alternativas sostenibles de uso de la tierra, entre otras. Tiene unidades de apoyo como el Sistema de Información Geográfico (SIG).

disposición de elaborar el plan de manejo de la Reserva y su zona de amortiguamiento.

*Los mercados actuales.*- Las especies comerciales que se aprovechan son pocas (*Carapa guianensis*, *Virola* sp., *Laetia* sp., entre otras), la mayoría para la industria comercial del contrachapado. Las maderas duras o preciosas (*Swietenia* sp., *Cedrela* sp., *Tetragastris* sp., *Lonchocarpus* sp., entre otras) también son aprovechadas por otros intermediarios que sacan la madera directamente a Costa Rica. El mercado no está diferenciando con respecto al origen de la madera; es decir, si los aprovechamientos son de fuentes sostenibles y/o certificadas. En cuanto a los beneficios que generan estas actividades, Travisany *et al.* (2002) determinaron que del precio final, el 70% pertenece a quien realiza el aprovechamiento y aserrado y sólo un 4,6% lo obtiene el productor. Este tipo de beneficios a corto plazo no aseguran que el productor reinvierta en conservar el área inventariada para futuros aprovechamientos. En este sentido IPADE<sup>13</sup> está haciendo un esfuerzo con grupos de pequeños productores para aumentar el valor agregado de la madera en la finca y comercializarla directamente; las principales actividades que promueven son el aprovechamiento de impacto reducido (AIR) con el uso de motosierra con marco y la capacitación en aspectos de gestión y organización.

#### Resultados de las entrevistas

##### *Conocimientos de los productores y manejo de la finca en general*

El nivel de conocimiento de la mayoría de productores con respecto al uso de los recursos naturales en la finca es regular o bajo (Cuadro 4). Esto depende en gran parte de la información que recibe el productor a través de instituciones o

proyectos. La radio y la asistencia técnica son los principales canales de comunicación, en los cuales se transmiten los mensajes de conservación y protección de los recursos naturales por parte de las instituciones y proyectos.

Con respecto al bosque en sí, en la mayoría de los casos su valor se relaciona con la cantidad de especies comerciales que posea. Un tercio de los entrevistados sostienen que no existen fincas modelos que demuestren que es factible generar beneficios económicos continuos de los bosques, ni sobre la funcionalidad a largo plazo de las alternativas propuestas para evitar la roza y quema.

La mayor parte de los productores posee ganado en sus fincas y la única limitación que ellos señalan es la falta de crédito para adquirir más ganado, pastos mejorados y compra de insumos veterinarios. Esta actividad representa una reserva de dinero en pie y es esencial para la alimentación de la familia (leche y sus derivados), además de tener mercado durante todo el año. En la actualidad son pocas las fincas (15%) que han asimilado en algún grado las alternativas propuestas por diferentes organizaciones, como la conservación, manejo integrado de la finca, reforestación y otras prácticas para evitar la roza y quema.

#### **Cuadro 4.**

Nivel de conocimiento de los productores con respecto al uso de los recursos naturales(n=80)

Categoría	No. productores	Porcentaje
Bajo	13	16,25
Regular	44	55,00
Aceptable o bueno	23	28,75

Reconocen que ya no quedan tierras disponibles para futuras migraciones; un aspecto interesante es que parte de estos productores (26%) consideran que llegaron a un límite espacial que termina en el carril de la Reserva.

Este conjunto de consideraciones conlleva a los productores a continuar con sus prácticas culturales y tradicionales de manejo de sus fincas. El comportamiento que muestran hacia el uso y conservación de los recursos naturales en la finca es desfavorable en un 77,5%; el resto tiene un grado favorable (22,5%). Entre las actividades consideradas desfavorables o de amenaza al bosque se incluyen la tenencia de ganado y la expansión de áreas de pastos.

En cuanto a las prácticas de manejo de la finca, los resultados demostraron pocas diferencias entre productores socios y no socios. Al comparar las características de las fincas en términos de superficie y uso de tierra, se encuentra que los tamaños son similares y la única diferencia se encuentra en sus áreas de pasturas y plantaciones (Cuadro 5).

#### *Actitudes*

Con el análisis de conglomerados se determinaron tres grupos diferentes de productores según su actitud hacia el manejo futuro de su finca. En el Cuadro 6 se hace un resumen de los productores agrupados por actitud, conocimiento y manejo de la finca. Es evidente que, independien-

<sup>13</sup> Instituto para el Desarrollo y la Democracia. Con financiamiento de la Cooperación Austríaca, este organismo ejecuta un proyecto integral por medio del empoderamiento de las comunidades, sistemas agroforestales, manejo forestal y otras actividades.

**Cuadro 5.**  
Características de las fincas (mz)

Características	Productores		Estadístico t
	No socios (n=40)	Socios (n=40)	
Superficie de la finca	55,1 (19,9)	59,6 (17,9)	-1,20 NS
Superficie de granos básicos	12,4 (5,9)	13,4 (7,5)	-0,49 NS
Superficie de bosque primario	19,6 (12,7)	26,5 (19,9)	-1,73 NS
Superficie de pastos	12,6 (6,9)	10,1 (6,8)	2,03 *
Superficie de tacotales o bosque secundario	9,7 (8,6)	7,4 (6,8)	1,38 NS
Superficie de bosque primario intervenido	5,7 (9,9)	8,1 (11,4)	-1,07 NS
Superficie de cultivos perennes	2,2 (2,3)	2,7 (2,7)	-1,15 NS
Superficie de plantaciones	0,1 (0,3)	0,4 (0,6)	-2,17 *

Los números en cada bloque representan la media (el superior) y la desviación estándar asociada a esa media. ( $\alpha \leq 0,05^*$ ).

temente del nivel de conocimiento del productor y del manejo más favorable de la finca, sus intereses son continuar con los granos básicos y la ganadería. Esto indica que no necesariamente sea válida la apreciación que muchas personas tienen (inclusive el supuesto de este estudio de

distinguir entre prácticas favorables y desfavorables) en cuanto a que el interés en la ganadería implica un mal manejo de los recursos naturales. Por otro lado, el interés por el valor del bosque, la reforestación con maderables y frutales y cierto grado de protección a los recursos

hídricos parecen ser mejores indicadores de si hay o no un deseo de diversificar las fincas y manejar los recursos naturales de manera sostenible. Estos intereses pudieran promoverse por medio de incentivos dirigidos a fomentar tales actividades.

Mediante el análisis discriminante se determinaron las variables que más influyen en la separación de los grupos (Cuadro 7). Se compararon los grupos tomando estas variables y no se encontraron diferencias significativas excepto en las variables ASOCIADO, APROVECH y RUBROS ( $\alpha \leq 0,05$ ).

La mayoría de socios de las EFC cayeron en el grupo uno de actitud y demuestran ser más dinámicos y dispuestos a diversificar sus sistemas productivos; no obstante, su manejo y sus intereses a futuro se mantienen en los granos básicos y la ganadería. En cuanto al aprovechamiento forestal, tanto socios como no socios han realizado esta actividad y la mayoría de ellos se encuentran entre el grupo uno y dos; sin embargo, el grupo dos no percibe un valor importante del bosque en el futuro. El grupo tres fue formado por productores que han estado al

**Cuadro 6.**  
Síntesis de los resultados obtenidos en los conglomerados formados por la actitud de los productores y su relación con el conocimiento y manejo de la finca

Grupo Actitud*	Características principales	Nivel de conocimiento	Manejo de la finca (comportamiento)
<b>UNO</b> 41 productores 51,25%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoras en granos básicos</li> <li>- Reforestación con maderables y frutales</li> <li>- Inversión más segura es ganadería</li> <li>- Acceso a crédito para ganadería</li> <li>- Bosque tiene valor para el futuro</li> </ul>	La mitad de los productores poseen conocimientos aceptables	La mitad tiene manejo favorable (quemadas controladas, protección de agua) de los recursos naturales en su finca
<b>DOS</b> 23 productores 28,75%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoras en ganadería</li> <li>- No reforestación</li> <li>- Inversión más segura es ganadería</li> <li>- Acceso a crédito para ganadería</li> <li>- Bosque no tiene valor para el futuro</li> </ul>	La mayoría tiene conocimientos entre bajo y regular	La mayoría tiene manejo desfavorable de los recursos naturales en su finca
<b>TRES</b> 16 productores 20,00%	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoras en granos básicos</li> <li>- No reforestación</li> <li>- Inversión más segura en granos básicos</li> <li>- Acceso a crédito para granos básicos</li> <li>- Bosque no tiene valor para el futuro</li> </ul>	Similar a grupo dos	Similar a grupo dos

\* Las diferencias presentadas en el cuadro por medio de tablas de contingencia son significativas ( $\alpha \leq 0,05$ )



margen de los aprovechamientos forestales. La asistencia técnica es una variable con mayor peso en la separación de los grupos, lo cual podría sugerir que los conocimientos y manejo de la finca están influenciados, en parte, por este servicio; sin embargo, no hay diferencias entre socios y no socios.

Al comparar los resultados anteriores resalta el hecho de que, aunque los productores difieren en cuanto a actitudes y conocimientos, el manejo de la finca se mantiene similar independientemente del grupo al que correspondan. Esto podría permitirnos afirmar que, aunque los productores tengan la disposición de hacer cambios, el entorno no se los permite.

### Discusión

Este estudio estima que la expansión de la frontera agrícola hacia el este nicaragüense continúa y, a la vez impide la estabilidad de las familias en las comunidades aledañas a la Reserva. Este movimiento migratorio y el sistema tradicional de uso de los recursos por parte de los productores van transformando los remanentes de bosques naturales en usos agropecuarios. Posiblemente, y como lo afirma Perdomo (2001), la mayor parte del municipio que se ubica fuera de los límites de la Reserva son bosques secundarios y pastizales, lo cual podría sugerir que en el futuro esta será la vegetación predominante del área. Ante esta situación Smith *et al.* (2002) mencionan que después de varias décadas de asentamiento, los bosques secundarios son el único recurso forestal significativo en las fincas de frontera agrícola.

Con los talleres realizados se pudo obtener una visión más amplia de las diferentes perspectivas desde cada actor. Así, se determinó que parte de los obstáculos para el manejo adecuado de los recursos naturales son la falta de comunicación, coordinación y distribución de las responsabilidades correspondientes a cada uno de ellos. Lo anterior no ha per-

**Cuadro 7.**  
Variables que separaron más los grupos de conglomerados

Código	Variable	Valor
AT	Recibió o recibe asistencia técnica	2,1234
<b>ASOCIADO</b>	<b>Pertenece a empresa forestal comunitaria</b>	<b>1,8945</b>
ESTAORG	Miembro de alguna organización de productores	1,6356
<b>APROVECH</b>	<b>Participación en aprovechamientos forestales</b>	<b>1,5214</b>
FRECPAST	Frecuencia de cambio de bosques a pasturas	1,1512
<b>RUBROS</b>	<b>Rubro más importante en la economía familiar</b>	<b>1,1001</b>



Foto: Proyecto TRANSFORMA, CATIE

El movimiento migratorio y el sistema tradicional de uso de los recursos por parte de los productores van transformando los remanentes de bosques naturales en usos agropecuarios

mitido un cierre positivo entre las relaciones de todos los actores y la brecha aumenta al no haber un marco legal e institucional que garantice claramente el manejo sostenible. La falta de interés de los productores hacia el manejo y conservación no se debe solamente a los problemas anteriores, sino también a la condición de pobreza, ausencia de servicios básicos e inversión social; pero sobre todo, a la falta de mercados y canales de comercialización para su producción. Esto último también ha limitado en gran medida el logro de experiencias exitosas con la diversificación de cultivos y otras alternativas que eviten la roza y quema.

Es evidente que existen diferentes intereses por los recursos forestales en la zona. Por un lado, la presión comercial por la madera que se explota y, por otro, la presión por la conservación de los recursos naturales. En esta disputa entre los diferentes actores no se ha llegado a una visión común y compartida que permita una agenda social, económica y ambiental que asegure el manejo a corto, mediano y largo plazo de los recursos naturales amenazados. Esta afirmación se sustenta en tres aspectos básicos: 1) las condiciones precarias y de supervivencia en las que se encuentran socios y no socios de las EFC y sus comunida-

des; 2) la cantidad de dinero que ha invertido la cooperación internacional sin resultados concretos, y 3) la frustración y conflictos en las comunidades que han intentado manejar y conservar los recursos naturales sin éxito alguno.

El conocimiento que tienen los productores sobre el manejo adecuado de los recursos naturales en sus fincas va de regular a bajo, independientemente de si han participado o no en actividades forestales. La información con la cual los productores construyen sus conocimientos proviene de fragmentos de diversas fuentes como la asistencia técnica, la radio y otros medios de comunicación, transmitidos por los demás actores según sus propios intereses, ya sean hacia la conservación o hacia la explotación de los recursos naturales. Esta falta de consistencia en los mensajes hace que los productores continúen utilizando sus conocimientos adquiridos culturalmente y hagan caso omiso a los discursos externos.

Estos conocimientos se reflejan en el manejo poco favorable de los recursos naturales en las fincas, en donde se mantienen las prácticas de roza y quema, siembra de granos básicos y ganadería extensiva. A pesar de algunas intervenciones externas por parte de instituciones, organismos y proyectos que se han centrado en brindar alternativas para la práctica de roza y quema y para la diversificación de los sistemas productivos, todavía no ha sido posible que tales prácticas sean adoptadas por un mayor número de beneficiarios. En sí, las prácticas actuales de manejo no son consideradas desfavorables por los productores debido a que responden al mejoramiento de su situación socioeconómica, como es el caso de la ganadería. Por las actitudes de los productores, es evidente que a corto y mediano plazo ellos continuarán siendo los que decidan la suerte de los recursos naturales en sus fincas. No obstante, se

debe reconocer que las intervenciones externas, a pesar de que no han tenido el impacto deseado, han fomentado el debate en el seno de las comunidades en pro del manejo de los recursos naturales, lo cual se identifica como el surgimiento de una actitud positiva.

A pesar de algunas intervenciones externas por parte de instituciones, organismos y proyectos que se han centrado en brindar alternativas para la práctica de roza y quema y para la diversificación de los sistemas productivos, todavía no ha sido posible que tales prácticas sean adoptadas por un mayor número de beneficiarios.

A diferencia de lo que se planteó inicialmente en este estudio al considerar la ganadería como una actitud desfavorable hacia el bosque, los resultados de las entrevistas demostraron que esta actividad no refleja necesariamente una actitud desfavorable, por lo que es importante analizar en qué manera los productores están combinando este sistema de producción con el resto de los usos de la tierra en sus fincas. Es posible que en algunos casos el ganado sea el producto que amortigua otras actividades menos rentables de la finca, pero que todavía son consideradas por el productor como prometedoras, como por ejemplo, los sistemas agrosilvopastoriles y agroforestales propuestos por las instituciones, proyectos y organismos.

## Conclusiones y recomendaciones

Las características y condiciones socioeconómicas y culturales de los productores dan como resultado que la mayor parte de ellos tengan pocos conocimientos, lo cual conlleva a actitudes poco positivas con respecto al manejo y conservación de los recursos naturales, las cuales se evidencian en el manejo desfavorable de las fincas. Hasta el momento pocos productores han asimilado nuevas alternativas que les permiten evitar la roza y quema y mejorar sus sistemas agropecuarios. Este pequeño grupo de productores con actitudes más positivas y mayor conocimiento sobre los recursos naturales, también muestra un comportamiento más favorable, aunque persiste un espacio considerable para seguir mejorando el manejo de sus fincas. En general, este grupo ha tenido más contacto con programas y proyectos de manejo sostenible que se han ejecutado en la zona. Considerando las características de los productores y sus planteamientos, se debe retomar o comenzar el proceso con acciones que responden a sus necesidades y posibilidades, y que ayuden a desarrollar sus capacidades para tareas más exigentes, como los sistemas silvopastoriles, agroforestales, manejo de bosques naturales y secundarios, plantaciones, producción orgánica certificada, pago por servicios ambientales, entre otros, sin descuidar los aspectos de gestión de mercados y comercialización.

Los cambios necesarios apuntan a una reconsideración de la visión que tienen los productores sobre el uso de los recursos en sus fincas, seguido de un mayor espacio de participación en las mesas de negociación y planificación sobre el futuro de tales recursos. Con el fin de revertir esta situación es necesario rescatar todas aquellas experiencias exitosas y no exitosas que permitan construir una base sólida para comenzar con la implementación de nuevas alternativas. Entre las experiencias a res-

catar están aquellas donde los productores han participado, como el cultivo del frijol abono, sistemas agroforestales (ONG, proyectos), aprovechamientos de bajo impacto, reforestación (productores, PLY-NIC, ONG, proyectos), uso de incentivos (instituciones, municipalidad).

Las siguientes son algunas ventajas potenciales que podrían derivarse de la inclusión de los productores en las mesas de discusión sobre el uso y conservación de los recursos naturales, y de la incorporación de sus aportes en los planes municipales y en el plan de manejo de la Reserva y su zona de amortiguamiento:

- Mayor interés de los productores en la conservación de los recursos naturales
- Recuperación de su confianza en actividades forestales
- Mayor credibilidad y transparencia en el manejo forestal
- Reducción de la deforestación y degradación del bosque
- Mayor flujo de posibles beneficios sociales, ambientales y económicos hacia sus comunidades

La planificación compartida y participativa y una negociación permanente y transparente entre las partes ayudarían a mejorar la relación entre todos los sectores en la búsqueda de una adopción creciente de tecnologías alternativas, facilitarían el control y aplicación de las leyes y, sobre todo, contribuiría a la protección de la Reserva. El aprendizaje continuo y reajustes en las propuestas con base en los resultados obtenidos deberían formar una parte central de este proceso. Como recomendación, es necesario establecer una visión común y exigir un proceso de negociación y la disponibilidad de todos a flexibilizar sus agendas, ya que el avance hacia un mejor manejo de los recursos naturales en esa zona requerirá aprendizaje y ajustes constantes. Los recursos para impulsar este proceso se pueden obtener en parte del apoyo que ha mantenido la cooperación internacional, sumado a otros recursos locales provenientes del resto de actores. La elaboración del plan de manejo de la Reserva puede cumplir

con esta función, siempre que participen todos los actores involucrados en su formulación. Se deben negociar las responsabilidades, intereses, incentivos y beneficios de subsistencia (productores), comerciales (empresas madereras) y de conservación (instituciones, ONG). Una vez puesto en acción el plan de manejo se debe procurar poner en marcha un aprendizaje, monitoreo y adaptación constante para aumentar la efectividad de la intervención en la realidad.

### Agradecimiento

Los autores agradecen al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), al Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), al Corredor Biológico Mesoamericano (CBM). Sin el apoyo logístico y económico recibido, este trabajo no hubiera sido posible. También se agradece a todos los productores, organismos, proyectos e instituciones del Municipio de El Castillo por el apoyo logístico brindado, como las facilidades y el apoyo adicional para el trabajo de campo.

### Literatura citada

- Altamirano, M. 2002. Actitudes, conocimientos, manejo de finca y percepción de los campesinos hacia el uso del recurso bosque en comunidades aledañas a la Reserva Biológica Indio Maíz, Municipio de El Castillo, Río San Juan, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 135 p.
- Galloway, G. 2001. El desarrollo forestal desde la perspectiva de la ciencia de la complejidad. *Revista Forestal Centroamericana* 34:6-12.
- Geilfus, F. 1998. 80 Herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. 2 ed. San Salvador, El Salvador, IICA – GTZ. 208 p.
- Hernández, R; Fernández, C; Baptista, P. 1996. Metodología de la investigación. México, McGraw Hill. 505 p.
- Infante, G; Zárate, G. 1984. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. 2 ed. México, Trillas. 643 p.
- Johnson, D. 2000. Métodos multivariados aplicados al análisis de datos. Trad. Pérez, H. Muñiz, G. México, Thompson Ed. 500 p.
- Larson, A; Barahona, T. 1999. El papel de los gobiernos municipales en la gestión de los recursos naturales. El Castillo: La colonización y las empresas madereras en una zona de amortiguamiento. Managua, Nicaragua, Nitlapán-UCA, CIFOR, PROTIERRA-INIFOM. 93 p.
- Maldirier, C; Antillón, T. 1996. Deforestación y frontera agrícola en Nicaragua. In *Frontera agrícola*. Managua, Nicaragua, UNA.
- Naghi, M. 1987. Metodología de la investigación. México DF, LIMUSA. 531 p.
- Obua, J; Banana, A; Turyahabwe, N. 1998. Attitudes of local communities towards forest management practices in Uganda: the case of Budongo forest reserve. *Commonwealth Forestry Review* 77 (2): 113 – 118 p.
- Perdomo, M. 2001. Herramientas para la planificación del manejo de los bosques a escala de paisaje en el Municipio de El Castillo del sudeste de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 135 p.
- Rossi, H; Freeman, E; Lipsey, W. 1999. Evaluation. A Systematic Approach. California, Sage Publications. 261 p.
- Schneider, W. 2001. Orientación para la elaboración de un concepto de financiamiento sostenido de las reservas de biosfera de Nicaragua. Consultoría por encargo de proyecto biosfera sureste MARENA GTZ. Managua, Nicaragua, Cooperación Alemana. 60 p.
- Siles, G; Ramos, M. 1999. Estudio socioeconómico básico de productores individuales con tierra en la zona rural del Municipio El Castillo. Municipio El Castillo, Proyecto de Manejo Sostenible en la zona de amortiguamiento. 111 p.
- Smith, J; Finegan, B; Sabogal, C; Goncalves, M; Siles, G; van de Kop, P; Díaz, A. 2002. Bosques secundarios y manejo integrado de recursos en la agricultura migratoria por colonos en Latinoamérica. CATIE/CIFOR. Serie Técnica. Informe Técnico no. 332.
- Taylor, S; Bodgan, R. 1986. Introducción a los métodos cualitativos de la investigación. Buenos Aires, Argentina, Piados. 343 p.
- Travisany, G; Ambrosi, R; Cisneros, N. 2002. Comercialización de madera en la zona de amortiguamiento de la Reserva Indio Maíz, Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 43 p.
- Whitaker, J. 1984. La sicología social en el mundo de hoy. México, Trillas. 238 p.



# La observación de aves y el turismo de naturaleza en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte

**Orfa Rodríguez**

*orfa@accessinter.net*

*orfa\_rodriguez@yahoo.com*

**Róger Villalobos**

*CATIE. rvillalo@catie.ac.cr*

**José Joaquín Campos**

*CATIE. jcampos@catie.ac.cr*

El número de especies de aves registradas en el Parque Nacional Tapantí - Macizo de la Muerte, el alto endemismo y la gran afluencia de observadores de aves extranjeros demuestran el potencial del recurso para el desarrollo del turismo.



Foto: Mirador de Quetzales Eddy Serrano

## Resumen

El presente estudio evaluó el potencial turístico de las aves y su contribución al desarrollo sostenible de tres comunidades de montaña en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Tapantí Macizo de la Muerte: Villa Mills a 2800 msnm, San Gerardo de Dota a 2200 msnm y Copey de Dota a 1950 msnm. Se caracterizó la oferta y la demanda y se establecieron consideraciones estratégicas de planificación y manejo del turismo sostenible basado en la observación de aves.

En la zona se registraron 216 especies de aves: 49 endémicas, 32 migratorias, 4 en la lista roja de aves amenazadas y 25 atractivas al turista observador de aves, de las cuales ocho fueron seleccionadas como las de mayor atractivo por parte de los guías observadores de aves entrevistados. El endemismo fue el criterio más relevante para escoger las especies más atractivas: el quetzal (*Pharomachrus mocinno*), zeledonia (*Zeledonia coronata*), el capulinerio collargo (*Ptilogonys caudatus*), el tapaculo frentiplateado (*Scytalopus argentifrons*), los colibríes chispita volcánica (*Selasphorus flammula*), chispita gorginarranja (*Sephalosphorus argenetifrons*) y garganta de fuego (*Panterpe insignis*) y el junco paramero (*Junco volcani*).

El 84,8 % de turistas extranjeros entrevistados realizaron actividades de observación de aves y la definieron como el principal atractivo para visitar la región. La misma proporción de los turistas nacionales entrevistados priorizaron el descanso, la pesca de trucha, caminatas en el bosque y paseos a caballo.

A pesar de que las tres comunidades se ubican en la misma región y presentan características ornitológicas muy parecidas, tienen diferentes niveles de desarrollo turístico. En la comunidad de Villa Mills se está desarrollando el turismo científico y educativo enfocado en las características y manejo del bosque. En la comunidad de San Gerardo de Dota, desde hace 20 años se vienen desarrollando actividades turísticas dirigidas a la observación de aves; los pobladores han descubierto el potencial de las aves para mejorar su calidad de vida y han dotado al área de la infraestructura adecuada y el capital humano necesario. En la comunidad de Copey de Dota se están dando pequeñas iniciativas de promoción del lugar a nivel nacional y promoción de las aves a nivel internacional.

**Palabras claves:** Turismo; atracciones turísticas; pájaros; observación de aves; conservación de la naturaleza; biodiversidad; zonas de amortiguamiento; Parque Nacional Tapantí-Macizo de la Muerte; Costa Rica.

## Summary

**Bird watching and natural tourism in the buffer zone of the Tapantí-Macizo de la Muerte National Park.** This paper seeks to determine the tourism potential of birds, and its contribution to the sustainable development of three towns located in the buffer zone of the Tapantí Macizo de la Muerte National Park: Villa Mills (2800 masl), San Gerardo de Dota (2200 masl) and Copey de Dota (1950 masl). Supply and demand were characterized first, and then, strategic considerations were defined for the planning and management of tourism based on bird watching.

In the area, 216 bird species were registered: 49 endemic, 32 migratory, 4 in the Red List of endangered species, and 25 attractive for bird watchers. From the last group, eight species were chosen by bird watching guides as the most attractive. Endemism was the most relevant criterion for attractiveness. The selected species were: quetzal (*Pharomachrus mocinno*), zeledonia (*Zeledonia coronata*), long-tailed silky flycatcher (*Ptilogonys caudatus*), silvery-fronted tapaculo (*Scytalopus argentifrons*), volcano hummingbird (*Selasphorus flammula*), orange-throated-hummingbird (*Sephalosphorus argenetifrons*), fiery-throated hummingbird (*Panterpe insignis*), and volcano junco (*Junco volcani*).

Among the foreign tourists interviewed, 84.8% participated in bird watching and defined it as the most important attraction in the area. A similar percentage of national tourists considered that relax, trout fishing, hiking and horseback riding are the best attractions.

The three communities evaluated are within the same region and share similar ornithological characteristics; even though, the tourism development is quite different. In Villa Mills, tourism relates mainly to scientific and educative activities associated with forest characteristics and forest management. In San Gerardo de Dota, bird watching has existed for 20 years; local dwellers have developed infrastructure to cope with this type of tourism. In Copey de Dota, it was not until recently that local settlers showed interest on promoting bird watching both nationally and internationally.

**Keywords:** Tourism; tourist attractions; birds; bird watching; nature conservation; biodiversity; buffer zones; Tapantí-Macizo de la Muerte National Park; Costa Rica.

Entre los atractivos naturales que ofrecen las áreas protegidas del neotrópico, las aves, como ningún otro grupo de animales, han generado un especial interés, tanto de investigadores por estudiarlas como de aficionados por conocerlas. En la actualidad muchas empresas turísticas y organizaciones obtienen importantes beneficios económicos promocionando en el ámbito internacional el turismo de naturaleza basado en la observación de aves. Sin embargo, en la mayoría de los casos estos beneficios no son revertidos ni en la conservación de las aves y sus ecosistemas, ni en mejorar la calidad de vida de las comunidades locales.

Costa Rica cuenta con 877 especies de aves -más que toda Norteamérica- concentradas en un área de 51.000 km<sup>2</sup>, lo cual convierte a este país centroamericano en un sitio de gran atractivo para observadores de aves. En el año 2000, de los turistas que visitaron Costa Rica provenientes de Estados Unidos, Europa y Canadá, el 36% participó en actividades de observación de la avifauna (ICT 2000).

En la parte alta y montañosa del Parque Nacional Tapantí - Macizo de la Muerte (PNTMM) hay una afluencia significativa de turistas nacionales y extranjeros atraídos por su belleza natural, así como de científicos y estudiantes motivados por conocer la diversidad de los robledales de altura. Su atractivo no son solo los paisajes montañosos cubiertos por densos bosques, sino también la endémica y llamativa avifauna que habita en la región. Visitantes, en su mayoría de Estados Unidos y Europa, llegan allí para observar especies únicas de las montañas de Costa Rica.

En esta zona, los servicios de ecoturismo están controlados por los campesinos, lo cual es poco común, pero puede ser muy valioso para las comunidades y para la conservación de los ecosistemas. En San

Gerardo de Dota, un pueblo ubicado a orillas del Río Savegre, muchas familias campesinas han abandonado el pastoreo extensivo y el ganado lechero (Kappelle 1996a) para ofrecer servicios turísticos como alojamiento, alimentación, pesca de truchas recreativa y deportiva, áreas para acampar y áreas de investigación, entre otros. En este contexto, la planificación del crecimiento turístico es uno de los mayores retos del PNTMM y su zona de amortiguamiento. El desarrollo del turismo de naturaleza basado en la observación de aves debe considerar factores que aseguren la conservación de las poblaciones silvestres de aves y sus ecosistemas y, además, garanticen beneficios sociales y económicos a las comunidades. Su éxito depende de la integración de esfuerzos entre el área protegida, proyectos de conservación, programas de desarrollo turístico y desarrollo comunitario, con la participación directa de las comunidades. El presente estudio buscó evaluar el potencial turístico del recurso aves y su contribución al desarrollo sostenible de tres comunidades de la región del Macizo de la Muerte. Específicamente, se trató de diagnosticar la oferta y la demanda del turismo de naturaleza basado en la observación de aves, y conocer las perspectivas del turismo basado en la observación de aves y el papel de las comunidades.

### Metodología

El estudio se llevó a cabo en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Tapantí - Macizo de la Muerte (PNTMM). El PNTMM comprende un área de 58.500 hectáreas, en la provincia de Cartago, a 50 km de San José, la capital de Costa Rica. El Parque limita al norte con la Meseta Central, al sur con el Parque Nacional Chirripó y la Reserva Forestal Los Santos, al oeste con la Reserva Forestal Los Santos y al este con la Reserva Forestal Río Macho y el Parque Nacional Chirripó.

El trabajo se enfocó en tres comunidades: Villa Mills a 2800 msnm; San Gerardo de Dota a 2200 msnm y Copey de Dota a 1950 msnm. Las comunidades se seleccionaron con base en la opinión de profesionales conocedores del área y criterios como: potencial del recurso avifauna, interés de la comunidad por el desarrollo de actividades turísticas enfocadas en la naturaleza, ubicación en la zona de amortiguamiento, demanda aparente de turismo científico, demanda aparente de turismo de observación de aves, logística para la ejecución de actividades de campo, tiempo, accesibilidad, costo de desplazamiento y gradiente altitudinal.

### Estudio de las aves

Para identificar las aves de mayor interés turístico, se realizaron entrevistas semi-estructuradas a guías observadores de aves. Para conocer la riqueza de aves en la región, se recorrieron transectos en cada área y se registraron las aves observadas y escuchadas en los diferentes estratos del bosque y de las áreas intervenidas.

Los transectos fueron seleccionados con la ayuda de guías y pobladores locales conocedores del área y de su accesibilidad. Las aves se muestrearon en las primeras horas de la mañana, entre 6:00 y 10:00 am, cuando es mayor su actividad; cada transecto se muestreó tres veces durante cuatro horas, tanto en la época seca como en la lluviosa. En cada transecto se registraron datos de altitud, tipo de hábitat y factores de impacto humano que podrían incidir en las poblaciones de aves.

### Análisis de la actividad turística

Se elaboraron cuatro tipos de entrevistas dirigidas a: 1) guías naturalistas y observadores de aves, 2) turistas nacionales y extranjeros, 3) empresarios y pobladores locales y 4) científicos visitantes. En total se aplicaron 96 entrevistas: 43 a turistas nacionales y 43 a turistas extranjeros, en idioma inglés. Con ba-



se en observaciones directas, se registraron datos de actividades humanas ligadas al turismo que inciden en el recurso aves y el ecosistema. Para conocer la demanda del turismo de naturaleza sobre la observación de aves se aplicaron entrevistas semi-estructuradas a informantes claves, información que fue complementada con documentos del Instituto Costarricense de Turismo (ICT). Para conocer la oferta y la situación actual de cada comunidad se realizaron talleres participativos y, con la información generada, se elaboró el documento “Consideraciones estratégicas para el desarrollo y manejo sostenido del turismo de naturaleza basado en la observación de aves”, el que fue entregado a los administradores del parque y a representantes de cada una de las comunidades.

### Resultados y discusión

**Potencial de las aves en la región**  
Se elaboró una lista preliminar de 216 especies de aves que se encuentran en la región del Macizo de la Muerte (1800 -3000 msnm). En el área de Villa Mills (2600-3000 msnm), se registraron 101 especies; en San Gerardo de Dota (2100-2400 msnm) se registraron 154 especies y 155 especies en Copey de Dota (1800-2400 msnm ). Las 216 especies de aves que se encuentran en la región constituyen alrededor de la cuarta parte del total de aves con que cuenta Costa Rica, lo cual evidencia la gran diversidad de aves en el país. Aunque la taxonomía y distribución de las aves de Costa Rica es bastante bien conocida debido a esfuerzos de investigadores desde hace un siglo (Stiles 1991), de acuerdo con Wolf (1976) hay pocos estudios locales sobre la avifauna de Costa Rica. Por esta razón, es probable que con futuras investigaciones, observaciones y mayores esfuerzos de muestreo se reconozca que la riqueza de aves en la región, en realidad, es mayor.

En la Figura 1 se grafica la riqueza de aves de la región. De las 216 especies, 148 fueron identificadas en el campo, 49 son endémicas, 32 son migratorias, 25 son claves para el turismo, 4 están amenazadas y 7 son raras. En total, hubo 4298 registros auditivos y visuales.

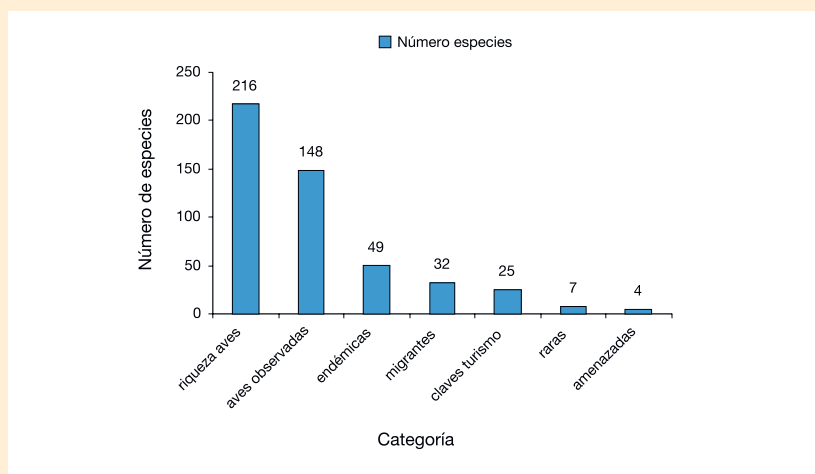
**Especies claves para el turismo**  
De acuerdo a la información facilitada por los guías naturalistas, 25 es-

pecies de aves despiertan un especial interés en el turista observador de aves. Para fines de este estudio, les llamaremos aves claves para el turismo. En el Cuadro 1 se indican las familias y los criterios de selección más relevantes que se siguieron para definir las aves claves para el turismo. De las 25 aves claves, ocho especies son las más atractivas, de acuerdo con los guías entrevistados (Figura 2).

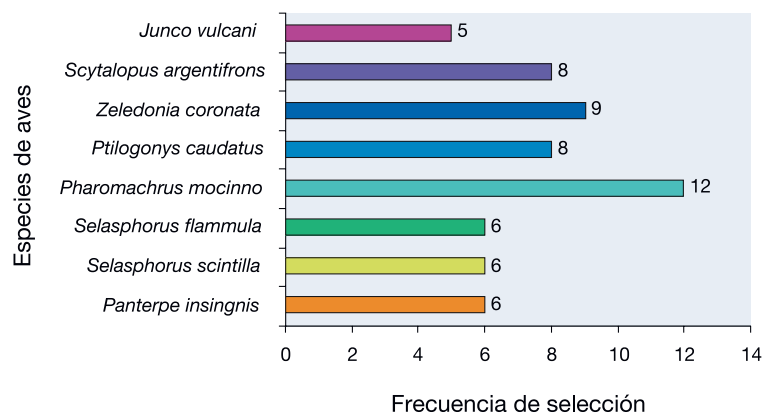


Foto: Orifa Rodríguez

En la región del Macizo de la Muerte se encuentran unas 216 especies de aves, alrededor de la cuarta parte del total de aves con que cuenta Costa Rica



**Figura 1.** Riqueza de aves encontradas en la región del Macizo de la Muerte



**Figura 2.** Especies de aves con mayor atractivo turístico en el Parque Nacional Tapantí Macizo de la Muerte, según guías entrevistados en San Gerardo, 2002

### Especies endémicas

El endemismo fue el criterio más relevante para escoger a las especies claves para el turismo. Las especies endémicas de un sitio o región son aquellas que ocurren naturalmente en ese sitio, sin considerar las expansiones de la distribución provocadas por los humanos, deliberada o accidentalmente (Primack *et al.* 2001). De las 25 especies claves para el turismo, doce son endémicas; entre las más nombradas estuvieron zeledonia, los colibríes garganta de fuego, chispita volcanera, chispita gorginaranja y el capulíneo colilargo (Cuadro 1).

BirdLife International ha identificado 221 áreas endémicas para aves en todo el mundo (EBA, por sus siglas en inglés ‘Endemic Bird Areas’). De estas, tres se encuentran en Costa Rica y Panamá. El Macizo de la Muerte se ubica en la ‘EBA de las tierras altas de Costa Rica y Panamá’; allí hay 53 especies de aves endémicas. Según Wolf (1976) las aves del Macizo de la Muerte son famosas por su alto grado de endemismo.

### Especies raras

Las especies raras son aquellas cuyas poblaciones son pequeñas y mucho más vulnerables que las especies comunes y abundantes. El término ‘raro’ es complejo e involucra al menos tres dimensiones ecológicas y demográficas 1) área de distribución geográfica, 2) requerimientos de hábitat y 3) tamaño de las poblaciones (Rabinowitz *et al.* 1986 en Primack 2001).

De acuerdo con el rango de abundancia de las aves registradas en la región, se identificaron siete especies raras: el tinamú serrano (*Nothocercus bonaparte*, Tinamidae), la pava negra (*Chamaepetes unicolor*, Cracidae), el colibrí esmeralda de coronilla cobriza (*Elvira cupreiceps*, Trochilidae) -especie endémica en Costa Rica-, el trepamusgo cachetón (*Pseudocolaptes lawrence*, Furnariidae), el tapaculo frentiplateado (*Scytalopus argentifrons*, Rhinocryptidae), la urraca gorgiplateada (*Cyanolitta argentula*, Corvidae) y zeledonia (*Zeledonia coronata*, Parulidae). Esta especie fue seleccionada como la segunda ave más atractiva para el turista, por ser endémica y difícil de ver.

### Especies indicadoras de la calidad del bosque

Algunas especies son consideradas indicadoras de la calidad del ambiente; sin embargo, uno de los principales problemas para definir esta condición radica en la dificultad de registrarlas, pues en general son raras debido a su baja densidad natural y, además, muchas de ellas requieren extensas áreas de bosque natural, lo cual complica aún más su detectabilidad. La protección del hábitat de especies indicadoras, también llamadas especies paraguas, garantiza la protección adecuada para otras especies de la comunidad (Primack *et al.* 2001). De acuerdo con Stiles (1991), las aves son más sensibles a la reducción del hábitat, al aislamiento y a la alteración que cualquier otro grupo de organismos.

Se identificaron cinco especies indicadoras de la calidad del bosque: la pava negra (*Ch. unicolor*), el trepamusgo cachetón (*P. lawrence*), la urraca gorgiplateada (*C. argentula*) y zeledonia (*Z. coronata*).

### Especies migratorias

Entre los bosques tropicales de América Central y los bosques templados de Norteamérica, cada año migran millones de aves pertenecientes a más de 120 especies de passeriformes y varias especies de colibríes (Primack *et al.* 2001). Las especies que migran estacionalmente dependen de dos o más tipos de hábitat; por lo tanto, el daño causado a cualquiera de estos puede poner en peligro su supervivencia. Las aves terrestres migratorias de Norteamérica representan un componente de gran significado ecológico en la avifauna costarricense (Stiles 1991).

Se registraron 21 especies migratorias estacionales. Entre las más comunes están el zorzal de Swainson (*Catharus ustulatus*, Turdidae), la reinita gorrinegra (*Wilsonia pusilla*), la reinita alidorada (*Vermivora crysoptera*), la reinita cejiamarilla

(*Dendrioca virens*) y la reinita de Townsend (*Dendroica townsendi*), todas ellas de la familia Parulidae.

### Especies amenazadas

De acuerdo con UICN (1994), cuatro especies encontradas en el Macizo de la Muerte forman parte de la lista roja de aves amenazadas a nivel mundial. En la categoría de ‘Bajo Riesgo’ están la pava negra y el quetzal; en la categoría de ‘Vulnerables’ están el pájaro campana (*Procnias tricarunculata*, Cotingidae) y el periquito alirrojo (*Touit contaricensis*, Psittacidae).

### Registros en la época seca y lluviosa

En la Figura 3 se observa el número de especies registradas, tanto en la época seca como en la lluviosa, en cada una de las áreas muestreadas. La diferencia en el número de especies registradas se debe a que en la época seca se registraron las especies migratorias del norte, las cuales constituyen un importante elemento de la diversidad de aves de Costa Rica. Al realizar una prueba de ‘t’ y un análisis de varianza ANDEVA se comprobó que la diferencia del número de especies en los tres sitios muestreados no es significativa.

### Demanda del turismo de naturaleza y observación de aves en Costa Rica

Para 1999, el turismo en Costa Rica ya se había convertido en la actividad económica más importante, pues aportaba el 6,9% del producto interno bruto y el número de visitantes extranjeros superaba el millón (ICT 2000, Monge 2001). Una encuesta aplicada por Instituto Costarricense de Turismo (ICT 2000) a 1500 turistas que visitaron Costa Rica en la temporada alta del 2000 (marzo y abril) indica que el 58% de los turistas participaron en actividades relacionadas con la naturaleza y, específicamente, el 35,9 % de estos observaron aves.

### Cuadro 1.

Especies de aves claves para el turismo en la Región del Macizo de la Muerte

Familia y nombre común	Nombre científico	Total de menciones	Criterios de selección
Familia Phasianidae Codorniz moteada	<i>Odontophorus guttatus</i>	3	Difícil de ver
Familia Strigidae Lechucita serranera Lechuza café	<i>Otus clarkii</i> <i>Ciccaba virgata</i>	3 3	Difícil de ver y llamativo Llamativo
Familia: Trochilidae *Colibrí garganta de fuego *Chispita gorginaranja *Chispita volcánica	<i>Panterpe insingnis</i> <i>Selasphorus scintilla</i> <i>Selasphorus flammula</i>	6 6 6	Endémico Endémico Endémico y pequeño
Familia: Trogonidae * Quetzal	<i>Pharomachrus mocinno</i>	11	Llamativo, historia cultural Llamativo
Trogón collarejo	<i>Trogon collaris</i>	1	Llamativo
Familia Ramphastidae Tucancillo verde	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	1	Llamativo
Familia Furnariidae Trepamusgo cuellirojizo	<i>Thripadectes rufobrunneus</i>	1	Endémico
Familia Picidae Carpintero careto	<i>Melanerpes formicivorus</i>	1	Llamativo y de colores
Familia Tyrannidae Pibí ocráceo Mosquito cabecinegro	<i>Contopus ochraceus</i> <i>Empidonax atriceps</i>	1 3	Raro Endémico
Familia: Ptilonotidae *Capulinerio colilargo	<i>Ptilonotus caudatus</i>	8	Endémico, esbelto
Familia: Vireonidae Vireo amarillo	<i>Vireo carmioli</i>	3	Endémico
Familia Parulidae Reinita garganta de fuego	<i>Parula gutturalis</i>	3	Llamativo y endémico
Reinita crinegra *Zeledonia	<i>Basileuterus melanogenys</i> <i>Zeledonia coronata</i>	2 9	Endémico Endémico, difícil de ver
Familia: Rinocriptidae *Tapaculo frentiplateado	<i>Scytalopus argentifrons</i>	8	Único en Centroamérica
Familia Tityridae Cabezón ondeado	<i>Pachirramphus versicolor</i>	1	Difícil de ubicar
Familia: Corvidae Urraca gorgiplateada	<i>Cyanolitta argentigula</i>	2	Endémico, difícil de ver
Familia: Troglodytidae Sotorrey de bambú	<i>Thryorchilus browni</i>	2	Difícil de ubicar
Familia: Thraupidae Tangara ventricastaña	<i>Tangara dowii</i>	2	Llamativo
Familia Emberizidae *Junco paramero Pico grueso ventriamarillo	<i>Junco volceni</i> <i>Pheucticus tibialis</i>	5 2	Endémico Endémico

\* Especies que más atraen al turista de naturaleza

En este sentido, Budowski<sup>1</sup> manifiesta que los turistas observadores de aves aun no representan un nicho de alto crecimiento aunque sí un nicho de crecimiento sostenido, lo cual abre camino a destinos turísticos importantes. Muchos de los interesados en observar aves también quieren conocer otros aspectos de la

naturaleza, la cultura y la historia de la zona que visitan. Durante el estudio, y como resultado de las entrevistas realizadas a los turistas extranjeros, se determinó que los atributos principales escogidos por estos para visitar Costa Rica son el bosque tropical, el clima y las aves (Figura 4).

<sup>1</sup> Budowski, T. 2002. San José, Costa Rica. Comunicación personal.



## Perfil del turista observador de aves

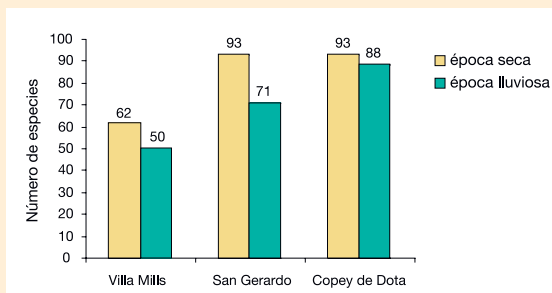
El turista que visita la región del Macizo de la Muerte se puede categorizar en cuatro grupos, utilizando la jerga propia de quienes trabajan en turismo.

**1. Observador de aves pesado, fuerte o fanático:** son generalmente profesionales adinerados entre 45 y 65 años de edad, que viajan a muchos países para aumentar la lista de aves vistas. Conocen mucho de aves y buscan compañías que provean servicios y guías especializados; invierten en equipo especial para la observación; no son muy exigentes en cuanto a logística y pueden estar en los sitios más primitivos con tal de observar aves.

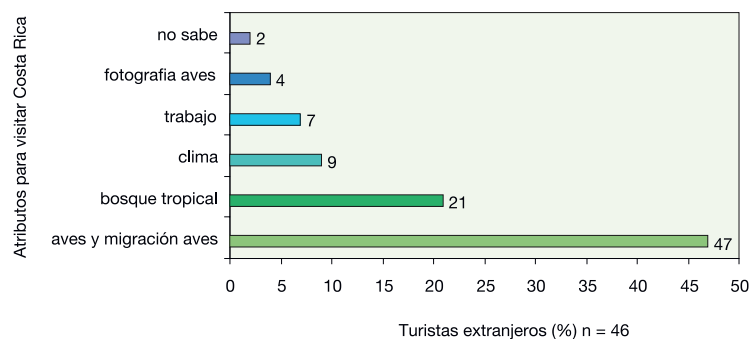
**2. Observador de aves mediano:** son turistas con similar afición pero sin tanto dinero; de edad madura, retirados, les interesa principalmente ver las aves, pero también otras cosas. Buscan comodidad; no se sacrifican tanto por ver un ave; desean estar más relajados. Les gusta descansar; estudian las aves pero no son fanáticos, el tour que buscan incluye aves, pero no identifican especies en particular.

**3. Observador de aves suave:** para este tipo de turista, ver las aves es parte de un contexto general; les gusta ver pájaros grandes, llamativos, como el quetzal o el guacamayo; no necesitan guías especializados, pueden viajar con un guía generalista.

**4. Turista naturalista generalista y/o de aventura:** no se interesa en particular por observar aves, ni por conocer las interrelaciones de los diversos organismos del bosque; disfruta estando al aire libre y realiza actividades ligadas con algún tipo de deporte (Budowski 1990), como la pesca, caminatas, paseo a caballo, montañismo, o simplemente visita un lugar para relajarse y disfrutar con su familia; generalmente no requiere de un guía.



**Figura 3.** Número de especies de aves en la época seca y lluviosa en las comunidades de Villa Mills (2600-2800 m), San Gerardo (2100-2400) y Copey de Dota (1800-2400 m)



**Figura 4.** Principales atributos para visitar Costa Rica, según turistas entrevistados en la Región del Macizo de la Muerte, 2002

La definición del perfil de los turistas observadores de aves va a permitir a las comunidades locales conocer las preferencias y exigencias de los visitantes, desde el punto de vista de mercado y de especies de aves que les interesa observar, lo cual les puede ayudar a orientar la oferta en el mercado internacional. De esta forma, las comunidades, con ayuda de las autoridades, pueden establecer estrategias diferenciadas para ofrecer paquetes atractivos a los diferentes tipos de turista que visitan la zona, de manera que se aproveche la actividad sin ocasionar impactos negativos ni al ecosistema ni a la dinámica social de las comunidades.

## Oferta regional para el turismo de observación de aves

Para determinar los atributos que los turistas privilegian en la Región del Macizo de la Muerte, se hizo un análisis comparativo entre las entre-

vistas realizadas a los 46 turistas nacionales y los 46 turistas extranjeros que visitaron el área durante el tiempo de la investigación. Los atributos escogidos por los turistas extranjeros varían de acuerdo con el tipo de turista y la nacionalidad; no obstante, los atributos más relevantes fueron “observar aves y quetzales” (34%), seguido por “observar aves” (28,3%) y “fotografiar aves” (8,7%) (Cuadro 2).

Para los turistas nacionales, el atributo más relevante para visitar el área fue el “bosque nublado” (39%), seguido por “tranquilidad que ofrece el lugar para descansar y conectarse con la naturaleza” con un 28%. Otros atributos como “pesca, caminatas, catarata y paseo a caballo” tuvieron un 17,4% de preferencias. Como se observa, el turista nacional no está particularmente interesado en observar aves, aunque algunos de ellos mencionaron el atri-

buto “bosque nublado y quetzales” (15%), ya que el lugar tiene fama como observatorio de quetzales.

En la Figura 5 se resumen los atributos escogidos por los turistas entrevistados. Como se ve, el recurso aves es el atributo de mayor relevancia para visitar la región del Macizo de la Muerte.

A continuación se resumen las condiciones observadas en relación con el potencial para el desarrollo del turismo de observación de aves en cada una de las tres comunidades, incluyendo consideraciones en los ámbitos social, ambiental y de infraestructura.

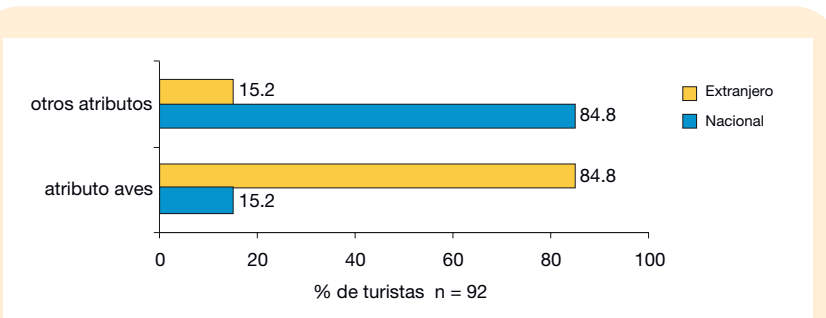
**Villa Mills.**- Aunque actualmente en la comunidad existe un grupo llamado Asociación de Productores Forestales de Villa Mills (ASOPROFOR), cuyos miembros están dando servicio de alimentación, limpieza, lavado y guía local a grupos de estudiantes y científicos que visitan el área, el capital humano para el desarrollo de actividades de turismo de aves es limitado, considerando la escasa formación de los pobladores en el tema. Un residente de origen venezolano, bilingüe, conoce las aves de la zona y tiene interés en el desarrollo turístico; en consecuencia, él podría actuar como promotor y capacitador.

A pesar de la cantidad y variedad de especies de aves en la zona, la diversidad de plantas epífitas y de hongos, la composición y estructura del bosque de robles y el manejo forestal demostrativo que se le dio al área en años pasados, han sido las principales motivaciones para conocer e investigar el bosque de Villa Mills, por parte de estudiantes y científicos nacionales y extranjeros. En la zona operan dos áreas de investigación en terrenos propiedad del estado, pero manejadas -por medio de convenios firmados con el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE)- por el CATIE y la Universidad Nacional, respectivamente. Estas son: el Área de Investigación y

**Cuadro 2.**

Atributos escogidos por los turistas nacionales y extranjeros entrevistados para visitar la región del Macizo de la Muerte

Atributos para visitar el Macizo de la Muerte	Turista Nacional		Turista Extranjero		Total	
	N	%	N	%	N	%
Observación de aves y quetzales	0	0	16	34,8	16	17
Observación de aves	0	0	13	28,3	13	14
Bosque nublado y quetzales	7	15,2	0	0	7	8
Fotografía aves	0	0	4	8,7	4	4
Bosque nublado y aves	0	0	6	13	6	7
Naturaleza	18	39,1	1	2,2	19	21
Tranquilidad	13	28,3	3	6,5	16	17
Caminatas, catarata, proyecto, pesca, cabalgatas	8	17,4	3	6,5	11	12
Total	46	100	46	100	92	100



**Figura 5.** Atributos escogidos por turistas nacionales y extranjeros para visitar la Región del Macizo de la Muerte, 2002

Demostración Villa Mills Siberia (AID-VMS) y el área de Ecología y Manejo de las Tierras Altas La Esperanza. El AID-VMS dispone de senderos educativos debidamente rotulados que cumplen funciones académicas y de capacitación en aspectos de manejo sostenible del bosque. Otros atractivos naturales disponibles en la zona son un área de turbera y un enorme árbol llamado ‘el abuelo de los robles’. ASOPROFOR posee un terreno de 1 ha para construir sus propias instalaciones y utilizarlas para recibir visitantes.

**San Gerardo.**- La comunidad cuenta con tres guías locales bilingües, conocedores de las aves y sus cantos, lo cual ha sido determinante en el desarrollo del turismo de naturaleza en el área. Los pobladores han sabido aprovechar esta actividad pa-

ra mejorar su calidad de vida y proteger los recursos naturales. En la zona se cultivan frutas de altura y se promociona la pesca de trucha, actividades que se combinan con el turismo y contribuyen con la economía local.

Aquí llegan aproximadamente 15.000 turistas al año, de los cuales alrededor de 10.000 son extranjeros. Según las encuestas realizadas, los turistas nacionales son atraídos por la naturaleza, el clima, el río, la pesca, las cataratas y el paseo a caballo. A los turistas extranjeros, en cambio, les atraen más las aves, especialmente el quetzal y las aves endémicas.

Como consecuencia del desarrollo turístico en la zona, ya se observan algunos impactos negativos en el ecosistema, como exceso de visitantes en los senderos, basura, ruido y destrucción de nidos de colibríes.

La inversión de capital privado ha permitido que la comunidad cuente con infraestructura instalada para satisfacer la demanda del turista nacional y extranjero; en la zona hay cinco hoteles y albergues. Dado el interés científico que despierta el área -y sobre todo el quetzal- se ha construido el Centro de Educación e Investigación el Quetzal (QERC, por sus siglas en inglés '*Quetzal Education Research Center*').

**Copey de Dota.**- La comunidad tiene interés en el desarrollo del turismo de naturaleza, especialmente en la observación del quetzal, pesca de trucha y cabalgatas. Según los pobladores, el conocimiento local y la experiencia para el desarrollo de actividades turísticas es escaso. Copey de Dota es una de las áreas más pobres de Costa Rica y una de las menos atendidas por los gobiernos, situación que ha provocado una alta migración de sus pobladores hacia Estados Unidos.

En la población hay tres grupos comunales: el Comité de Desarrollo Ecoturístico, la Asociación Ecológica conformada por el MINAE, la Municipalidad de Dota y la comunidad de Copey, y un grupo de mujeres que busca generar trabajo para las pobladoras más necesitadas. Algunos pobladores están asociados a la Cámara de Turismo de Los Santos y del Macizo de la Muerte. Esta organización promueve el desarrollo de proyectos turísticos en la zona.

En el área se registraron 155 especies de aves y una población considerable de quetzales, lo cual favorece el desarrollo futuro de actividades científicas y turísticas. La comunidad cuenta con sitios de vegetación atractiva que podrían utilizarse para el turismo de naturaleza, tales como 'la pelota de roble', la hacienda La Florida y fincas privadas de la zona de Quebrada Grande que actualmente están bajo el régimen de pago por servicios ambientales. También está la reserva biológica estatal Cerro Vueltas, pero solo puede

recibir turismo científico especializado por su categoría de protección. La infraestructura para turismo es limitada; el único albergue para turistas es el Tucanet Lodge, aunque como consecuencia del cultivo de la trucha, han surgido algunos restaurantes para turismo nacional.

A pesar de que las tres comunidades se encuentran en la misma región y presentan características ornitológicas interesantes muy parecidas, solamente la comunidad de San Gerardo está aprovechando el potencial del recurso aves para el desarrollo turístico y económico. Sus pobladores han sabido promocionar el área a nivel nacional e internacional, tomando como emblema a las aves de la zona, especialmente el quetzal y han gestionado sus propios recursos para invertir en infraestructura.

En Villa Mills y Copey de Dota, la situación es diferente, pero se están dando iniciativas para aprovechar la naturaleza y el potencial turístico de las aves. El trabajo conjunto con el MINAE, ONG, gobiernos y autoridades locales podría ayudar a superar dificultades y seguir el mismo camino que la comunidad de San Gerardo de Dota.

### Impacto humano sobre las aves y el ecosistema

Una amenaza latente en la región es la captura y el comercio ilícito de aves. Esta situación se presenta en mayor grado en Copey de Dota, donde los cazadores hacen de esta actividad una forma de sustento económico familiar. En Villa Mills se da en menor escala, pero no parece darse en San Gerardo, donde los pobladores tienen una alta conciencia ambiental.

Como producto del desarrollo turístico y la falta de planificación en aspectos como medidas de control, educación al visitante y un plan contingente en temporada alta, San Gerardo evidencia algunos impactos negativos: basura, número excesivo de turistas, ruido en los senderos, ruido

de autos y motocicletas, destrucción y abandono de nidos de aves, especialmente de colibríes. La basura es una de las mayores preocupaciones para los pobladores de la comunidad y guías de observadores de aves.

Desde el punto de vista turístico, los bebederos artificiales para colibríes resultan muy atractivos para los visitantes. Los guías naturalistas en su mayoría están de acuerdo con su uso, siempre y cuando se les dé mantenimiento y se tomen las debidas precauciones; también los valoran como instrumento de educación ambiental para hablar sobre la ecología de los colibríes y de la polinización. Sin embargo, entre los conservacionistas existe preocupación por los posibles efectos negativos en la ecología de los colibríes, los que generan dependencia de los bebederos y dejan de visitar las flores naturales, lo cual implicaría una interrupción en el proceso natural de la polinización que, a su vez, provoca escasez de frutos que son alimento para otras aves. No se encontró información documentada que respalde científicamente estos temores; es necesario realizar estudios en este sentido.

El uso adecuado de bebederos artificiales para colibríes exige cuidados como limpieza, hervir el agua, preparar adecuadamente el almíbar, renovarlo periódicamente y combinar el uso de los bebederos con la siembra de plantas nativas atractivas a los colibríes, que contribuyan a una dieta balanceada.

**Perspectivas del turismo basado en la observación de aves y el papel de las comunidades**  
Actualmente, para los turistas extranjeros observadores de aves en Costa Rica, la región del Macizo de la Muerte es un sitio alternativo a Monteverde. Los guías entrevistados afirman que a Monteverde llega un número excesivo de turistas, incompatible con la actividad de observar aves; en consecuencia, es mayor la dificultad para observarlas, especial-



mente al quetzal. Como ventaja adicional del Macizo de la Muerte mencionan la existencia de tres ecosistemas que no se dan en Monteverde: 1) la turbera, 2) el páramo y 3) el bosque de robles; a esto se suma la presencia de aves endémicas de las partes altas de Costa Rica y Panamá, especies que no hay en Monteverde.

Esta situación genera cierta inquietud entre los empresarios, pobladores locales y guías observadores de aves sobre el futuro de la región. Aunque la extensión de la región significa mayores opciones y alternativas para los visitantes, es preocupante la falta de control por parte de las autoridades locales en la planificación de la actividad turismo en aspectos como zonificación de áreas para construir infraestructura y otros usos del suelo, selección del turista, educación e información al visitante, entre otras.

### Conclusiones y recomendaciones

El número de especies de aves registradas en la región, el alto endemismo y la gran afluencia de observadores de aves extranjeros demuestran el potencial del recurso para el desarrollo del turismo. Ya hay pobladores locales involucrados en esta actividad; muchos han mejorado su calidad de vida y realizan actividades en pro de la recuperación del ambiente, como siembra y cultivo de plantas que sirven de alimento para las aves.

En consecuencia, el turismo basado en la observación de aves se proyecta como una actividad consolidada y en crecimiento, pero que requiere una acertada planificación para el desarrollo de la infraestructura y para mitigar los impactos negativos que la actividad podría ocasionar en el ecosistema y en las aves.

Las tres comunidades estudiadas tienen diferencias que influyen en su capacidad y potencial para aprovechar la observación de aves en el desarrollo del turismo. Actualmente solo San Gerardo de Dota tiene capacidad instalada para aprovechar el recurso aves como fuente de ingreso y empleo. Sin embargo, por la falta de control y planificación ya se notan impactos negativos causados por la actividad turística. La captura y comercio ilícito de aves silvestres constituye una amenaza latente en la región, que podría afectar las poblaciones de algunas especies de aves, lo cual no es compatible con el desarrollo de un turismo sostenible.

La situación descrita evidencia la necesidad de promover la planificación regional para el desarrollo y manejo del turismo; con ella, el MINAE se aseguraría el control sobre los permisos para el desarrollo de infraestructura, la zonificación de aquellas áreas que están siendo explotadas para el turismo y la identificación de áreas críticas y el control del ingreso de turistas. Además, es necesario conocer las especies de

aves de importancia económica, para integrar acciones al desarrollo del turismo en la región e incluir dentro de la planificación un programa regional de educación ambiental dirigido a escolares y pobladores.

Desde el punto de vista de mercado, la región debería contar con un elemento diferenciador o “marca” que la identifique en el mercado turístico, tanto en el ámbito regional, como nacional e internacional, que resalte el tema de las aves y otros aspectos propios de la zona. Por otro lado, para promover el potencial de las aves en la región es necesario despertar el interés de la gente local y generar una cultura alrededor de las aves y otros productos simbióticos, dado que las economías locales no podrán basarse exclusivamente en el turismo de aves. De esta forma, la observación de aves debe considerarse como una actividad entre varias no relacionadas con el turismo, para lograr el llamado desarrollo sostenible de la región.

En este contexto, es importante considerar lo argumentado por Kappelle (1996b) en referencia al ecoturismo sostenible y la conservación de la diversidad biológica en esta zona: “La participación activa de los pobladores residentes en la región y su interacción con los representantes políticos encargados de tomar las decisiones local, regional y nacionalmente, constituyen acciones impostergables para el desarrollo sostenible.”

### Literatura citada

- Budowski, T. 1990. Ecoturismo a la Tica. In *Hacia una Centroamérica Verde. Seis casos de conservación integrada*. San José, Costa Rica, Departamento Ecuménico de Investigaciones (DEI). 82 p.
- ICT. 2000. Encuesta Aérea de Extranjeros. Temporada Alta 2000. San José, Costa Rica, Instituto Costarricense de Turismo. 80 p.
- Kappelle, M. 1996a. Un bosque tropical montano nuboso: el robleal de altura en Costa Rica. *Revista Forestal Centroamericana* no. 17: 18-23.
- Kappelle, M. 1996b. Los bosques de roble (*Quercus*) de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica; biodiversidad, ecología, conservación y desarrollo. Heredia, Costa Rica, INBio/Universidad de Amsterdam. 336 p.
- Monge, X. 2001. Plan de acción para el desarrollo ecoturístico del Macizo de la Muerte. s.l., DEAGROTEC- Consultores en Desarrollo Empresarial y Agrotécnico S.A.
- Primack, R.; Roíz, R.; Feinsinger, P.; Dirzo, R.; Massardo, F. 2001. *Fundamentos de conservación biológica: perspectivas latinoamericanas*. México, DF, MX, Fondo de Cultura Económica. 797 p.
- Stiles, G. 1991. Aves. In Janzen, D. H., ed. *Historia natural de Costa Rica*. 2 ed. San José, Costa Rica, Instituto Nacional de Biodiversidad. p 515-555.
- UICN. 1994 Lista de especies de aves amenazadas en Costa Rica. Disponible en [http://www.redlist.org/info/categories\\_criteria1994.html#categories](http://www.redlist.org/info/categories_criteria1994.html#categories).
- Wolf, L. 1976. Avifauna of Cerro de la Muerte Region, Costa Rica. *American Museum of Natural History*. Nueva York, EU. p. 1-37.

# Creación y operación de un organismo de cuencas en la subcuenca del río Copán, Honduras

**Suyapa Aracely Otero Carvajal**

**Francisco Jiménez**

*CATIE. fjimenez@catie.ac.cr*

**Jorge Faustino**

*CATIE. jfaustino@catie.ac.cr*

*faustino@cablecolor.hn*

Las experiencias con organismos de cuencas en otros países de América Latina están orientadas a procesos de gestión de agua, fomentadas generalmente por iniciativas gubernamentales; caso contrario a Honduras, donde surgen por esfuerzos locales a nivel municipal o comunal.



Foto: Proyecto FOCUENCAS, CATIE

## Resumen

El objetivo de la investigación fue la creación de un organismo de cuencas especializado para el manejo de los recursos naturales, acorde con las condiciones y realidades locales de la subcuenca del río Copán, Honduras. El área de estudio abarca ocho municipios del occidente hondureño, aproximadamente 619 km<sup>2</sup>.

El organismo se diseñó siguiendo cinco etapas metodológicas: conocer experiencias en otros países de América Latina; caracterizar el área de estudio, sus problemas y potencialidades (base para asignar objetivos y funciones al organismo de cuencas); analizar el marco legal e institucional; analizar las Juntas Administradoras de Agua como estructuras locales asociadas al manejo de proyectos de abastecimiento de agua y de las áreas naturales; diseñar el organismo más apropiado para las condiciones encontradas. Como información base se utilizaron las metodologías de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL) y del CATIE para la creación de organismos de cuencas en El Salvador.

Se determinó que el organismo de cuencas más apropiado es a partir de una estructura local ya existente: la Mancomunidad de los Municipios de Santa Rita de Copán, Copán Ruinas y Cabañas (MANCORSARIC). Por la presencia municipal, el organismo se vislumbra como la mejor opción para el manejo integral de los recursos naturales y arqueológicos a favor del desarrollo de las comunidades que habitan en la subcuenca.

**Palabras claves:** Manejo de cuencas; recurso hídrico; abastecimiento de agua; municipios; gobierno local; administración de recursos; Río Copán; Honduras.

## Summary

**Creation and operation of a basin organism in Copán sub-watershed, Honduras.** This work was intended to design a basin organism for the management of natural resources, according to the local conditions of Copán River sub-watershed, Honduras. The sub-watershed comprises eight districts in Western Honduras (619 km<sup>2</sup>).

The design covered five methodological steps: review similar experiences in other Latin America countries; characterize the area to be managed (problems and potential) to define objectives and tasks for the basin organism; analyze the legal and institutional framework; analyze the local water administration organisms; design the most appropriate organism for the local conditions. Basic information was gathered from methodologies developed by the Economic Commission for Latin America (CEPAL) and CATIE for the creation of basin organisms in El Salvador.

It was determined that the most appropriate basin organism should be an existing local one: the Association of Local Governments from Santa Rita de Copán, Copán Ruinas y Cabañas (MANCORSARIC). Due to the local government participation, this organism is foreseen as the best option for the management of archeological and natural resources, and the promotion of communal development within the sub-watershed.

**Keywords:** Watershed management; water resources; water supply; municipalities; local government; resource management; Copán river; Honduras.



**D**urante muchos años, los proyectos, programas y acciones de manejo de cuencas han tratado de controlar los procesos de degradación de los recursos naturales y aunque hay logros importantes, todavía quedan muchos retos por superar. El deterioro aumenta y los conflictos cada vez son más graves. Por esta razón, la creación de entidades y organismos de cuencas constituye un paso muy importante para contribuir a controlar efectiva, eficiente y sosteniblemente las acciones dentro de las cuencas hidrográficas.

Los 'organismos o entidades de cuencas' se definen como unidades administrativas especializadas en el manejo de cuencas hidrográficas orientadas a la gestión sostenible de las mismas, en el contexto del desarrollo regional y nacional de un país. En general, las entidades y organismos de cuencas buscan regular, controlar y monitorear la demanda y oferta de recursos en las cuencas, mediante la asignación de formas eficientes de uso y la vigilancia con criterios sociales, económicos y ambientales.

En Honduras, los organismos o estructuras de cuencas no tienen un verdadero sustento normativo. A nivel local, existen las juntas administradoras de agua, y a nivel gerencial las redes de coordinación para el manejo de los recursos naturales; sin embargo, no hay una instancia política institucional que ofrezca respaldo legal y económico. Para consolidar la sostenibilidad futura de las acciones del proyecto Fortalecimiento de la Capacidad Local en Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres Naturales (FOCUENCAS) y otros proyectos que se desarrollan en la zona, es fundamental contar con la colaboración de los actores locales. Los organismos de cuencas podrían ser esas organizaciones referidas; sin embargo hasta ahora no existe un análisis detallado, ni mucho menos una propuesta metodológica que

permita fundamentar y guiar la constitución de estos organismos.

El presente trabajo tiene como propósito diseñar un organismo de cuencas funcional para la subcuenca del río Copán, con base en los principios establecidos por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), experiencias en otros países e información local. La investigación se realizó con un enfoque cuantitativo no experimental; no hubo un control directo sobre las variables independientes porque sus manifestaciones ya ocurrieron o sencillamente no son manipulables. Las inferencias acerca de las relaciones entre variables se hacen sin una intervención directa a partir de la variación concomitante de las variables dependientes e independientes. Por la naturaleza y planteamiento no experimental de la investigación no fue necesario definir una hipótesis, sino que el trabajo se desarrolló con base en objetivos.

### **Metodología**

#### **Localización del área de estudio**

La investigación se realizó en la subcuenca del río Copán, Occidente de Honduras, entre 14°43' y 14°58' latitud Norte y entre 88°53' y 89°14' longitud Oeste. El área comprende la totalidad de los territorios de las jurisdicciones municipales de Santa Rita y Cabañas, la parte central de Copán Ruinas, parte de Concepción, San Agustín, Paraíso, La Unión y San Jerónimo. Su extensión aproximada es de 619 km<sup>2</sup>. Esta cuenca es en realidad una subcuenca del río Motagua que sirve de línea fronteriza entre Honduras y Guatemala.

Se utilizaron los principios recomendados por la CEPAL (1999), la metodología sugerida por el CATIE (Jiménez y Faustino 2000) para la constitución de organismos de cuencas en El Salvador y experiencias de otros países de la región. La metodología seguida se divide en cinco etapas, cada una de las cuales busca responder a preguntas claves específicas.

La investigación trató de determinar el tipo de organismo de cuencas que mejor responda a la realidad socioeconómica y biofísica de la zona de estudio. Por lo extenso del área de estudio, los esfuerzos se concentraron en las zonas Norte, Central y Oeste de la subcuenca, que corresponden a los municipios de Santa Rita de Copán, Cabañas y Copán Ruinas.

### **Etapas del estudio**

#### **ETAPA I. Análisis del contexto regional y experiencias en otros países**

*¿Qué modelos de organismos de cuencas en América Latina son aplicables a las cuencas de Honduras?*

Se identificaron experiencias de organismos de cuencas en Colombia, México, Costa Rica y El Salvador. Se determinaron los elementos relevantes en aspectos como origen, estructura organizativa, marco legal y financiamiento.

#### **ETAPA II. Caracterización biofísica y socioeconómica de la subcuenca del río Copán**

*¿En qué estado se encuentran los recursos naturales y humanos en la subcuenca del río Copán?  
¿Cuáles son sus principales problemas y potencialidades?*

Se identificaron fuentes de información primaria y secundaria. En la primera categoría se realizaron dos recorridos en la subcuenca con el fin de conocer los sistemas tradicionales de cultivos y condiciones biofísicas (con el apoyo de fuentes referenciales con GPS en puntos altos de la subcuenca). Como parte de la información secundaria se consideraron aspectos como tenencia de la tierra, fuentes de empleo/ingresos, salud, educación e índice de desarrollo humano.

Esta etapa permitió ampliar conocimientos sobre los recursos existentes y su estado actual, y la identi-

ficación de problemas y potencialidades en la subcuenca. La información biofísica considerada fue: precipitación, temperatura, red hídrica, pendiente, suelo, uso actual del suelo. En la información socioeconómica se consideraron aspectos como población y pobreza en el municipio.

### ETAPA III. Marco legal e institucional para la creación de organismos de cuencas en Honduras

*¿Existe un marco legal e institucional adecuado para la creación y operación de organismos de cuencas en Honduras?*

En esta etapa fue necesario revisar y analizar el marco legal e institucional para la gestión de cuencas y la creación de organismos de cuencas en Honduras. Para ello se revisaron las leyes del país relacionadas con el manejo de los recursos naturales en las cuencas hidrográficas. Luego, se diseñó una encuesta semi-estructurada, la cual se aplicó a expertos en gestión de cuencas e instituciones locales. La población encuestada tenía las siguientes características: experiencia mínima de cinco años en gestión de cuencas, un grado académico de maestría y/o estar laborando actualmente en el tema. La información primaria complementó la ya recabada en aspectos como base legal, marco institucional y actores claves.

### ETAPA IV. Identificación y análisis de la estructura de las Juntas Administradoras de Agua (JAA) en la subcuenca del río Copán

*¿Cuál es la estructura organizativa y cómo funcionan las JAA locales?*

Las JAA representan la experiencia local en manejo de los proyectos de abastecimiento de agua. Para recabar la información se preparó una encuesta semi-estructurada donde las municipalidades como máxima autoridad local proporcionaron y sirvieron de enlace para que otras instancias aportaran informa-



Foto: Programa FOCUENCAS, CATIE

El empobrecimiento de los suelos, la disminución de las fuentes de agua, la desaparición de la vida silvestre, son evidencias de la degradación a la que son sometidos los recursos en la subcuenca del río Copán

ción necesaria (en talleres participativos y entrevistas al presidente y secretario de las JAA). Para valorar la estructura y funcionamiento de las JAA, se consideraron factores establecidos en la metodología del CATIE para la creación de organismos de cuencas en El Salvador: estructura organizativa, coordinación, capacidad de gestión y fuentes de financiamiento.

Los factores se estimaron mediante índices contruidos de la siguiente manera:

1. Se asignaron variables de medición a los factores establecidos (preguntas de encuesta semi-estructurada).
2. A cada variable se le asignó un valor ponderado según su relevancia.
3. Se aplicaron medidas de centralización y dispersión.
4. La calificación del índice por factor fue:

0 – 19,9	muy bajo
20 – 39,9	bajo
40 – 59,9	medio
60 – 79,9	alto
80 – 100	muy alto

5. Se calculó un índice general para conocer el estado de todos los factores mediante la suma de los índices independientes resultantes por factor y la división entre el número total de factores.

### ETAPA V. Diseño del organismo de cuencas

*¿Cuál es la estructura idónea funcional para un organismo de cuencas en la subcuenca del río Copán?*

En el diseño del organismo se consideraron los aspectos siguientes:

- Estructura organizativa: identificación del órgano de dirección, técnico y operativo
- Operación: objetivo, base legal y funciones
- Fuentes de financiamiento: donaciones, fondos gubernamentales, pago por servicios ambientales, impuestos, multas por contaminación, tarifas...

Los principios de la CEPAL usados para la creación del organismo fueron los siguientes:

- Para la creación de un organismo de cuencas se debe partir de información sobre actores, usuarios de la cuenca, autoridades e institucio-

nes competentes en gestión de los recursos naturales, caracterización de la cuenca, conocimiento de la actividad humana sobre el medio ambiente, opciones de financiamiento y cobranza.

- La creación de un organismo de cuencas debe ser una necesidad sentida.
- Los objetivos de creación y las funciones del organismo deben ser claros y precisos.
- Las funciones del organismo de cuencas no deben reemplazar ni sustituir a los organismos existentes.
- En cada cuenca debe haber un local debidamente ocupado y claramente identificado, donde funcione el organismo de cuencas.

La metodología del CATIE (Jiménez y Faustino 2000) para la constitución de organismos de cuencas en El Salvador y el criterio de los expertos e instituciones ayudó al diseño del organismo en lo que se refiere a los modelos alternativos para la creación y estrategias de financiamiento.

## Resultados

### Experiencias con organismos de cuencas en otros países de América Latina

La creación y diseño de organismos de cuencas en países de la región gira alrededor del recurso hídrico, bajo estructuras organizativas bien elaboradas y una normativa legal favorable en los casos de Colombia y México. Nos obstante, aún con un marco legal que favorece las iniciativas estables, es necesario esclarecer mecanismos de financiamiento sostenibles, roles institucionales y participación de las estructuras locales.

En general, los organismos de cuencas en los países de la región están orientados a procesos de gestión del agua a nivel de cuencas pero con diferentes tipos de iniciativas, como:

- Iniciativas del Estado, en la mayoría de los casos en México y Colombia. Las estructuras tien-

den a ser centralizadas, bajo un marco legal que alberga iniciativas del gobierno central y un esquema de coordinación inter-institucional, aunque en la práctica la gestión integrada no siempre ha funcionado.

- Iniciativas de los usuarios del agua en El Salvador y Costa Rica. En estos casos, las probabilidades de éxito son escasas, ya que usualmente en estas estructuras organizativas predomina un sesgo sectorial y una limitada voluntad de tratar temas complejos como inundaciones o sequías.

En Honduras, las iniciativas de creación de organismos de cuencas nacen de abajo hacia arriba; es decir, por el interés de algunos grupos por proteger sus áreas naturales. Sin embargo, aún no hay voluntad política ni institucional que ofrezca un marco legal tendiente a fortalecer dichas iniciativas.

En Honduras, las iniciativas de creación de organismos de cuencas nacen de abajo hacia arriba; es decir, por el interés de algunos grupos por proteger sus áreas naturales, principalmente donde se ubican las fuentes de agua. Sin embargo, aún no hay voluntad política ni institucional que ofrezca un marco legal tendiente a fortalecer dichas iniciativas.

## Caracterización de la subcuenca del río Copán

### Aspectos biofísicos

La subcuenca del río Copán es una de las áreas más lluviosas de Honduras (1375-1760 mm/año), con temperatura promedio de 21°C (12 - 24°C). La red hídrica es bastante extensa (475 ríos permanentes y 146 quebradas) e irregular (0-45%). La altitud oscila entre 600 y 1600 msnm; predominan los suelos cuya capacidad de uso es la vegetación permanente, cultivos ocasionales, cultivos en rotación, tala selectiva y bosque protector. En contradicción con el uso, el mayor porcentaje de suelos se utilizan para actividades agropecuarias que provocan alto grado de erosión al suelo, pues no se emplean medidas de protección adecuadas.

### Aspectos socioeconómicos

El crecimiento poblacional es acelerado; estudios realizados en 1993 y 2000 registraron 93.220 habitantes y 115.751, respectivamente (Instituto Nacional de Estadísticas 2000). La pobreza del municipio se determinó con base en los criterios del Banco Mundial (dotación de agua, desnutrición, saneamiento básico y analfabetismo). Las principales fuentes de empleo son las actividades agrícolas, manufactureras y el comercio. Los cultivos anuales y permanentes (tabaco y café) y la ganadería de doble propósito constituyen la base de la economía local. Los índices de salud y poblacional están por debajo de la media poblacional.

La calidad y productividad del suelo ha ido disminuyendo por el continuo proceso erosivo. El empobrecimiento de los suelos, la disminución de las fuentes de agua, la desaparición casi total de la vida silvestre son evidencias de la degradación a la que son sometidos los recursos. Según los actores, las principales causas de los problemas son la destrucción del bosque y, en general, de los recursos naturales debido a los



incendios forestales, prácticas destructoras y técnicas agropecuarias no sostenibles. Los recursos son cada vez más frágiles (contaminación del agua, disminución del recurso forestal, erosión del suelo), lo que redundará en la reducción de los índices de producción de alimentos, pobreza y migración (Figura 1).

#### Potencial de la subcuenca

El mayor potencial de la subcuenca se vislumbra en sus recursos históricos y naturales. En el Municipio de Copán Ruinas se encuentran las Ruinas de Copán, declaradas por la UNESCO como patrimonio de la humanidad. El componente histórico y la belleza escénica del lugar representan un atractivo que bien podría ser aprovechado para promocionar otras áreas de la subcuenca con fines ecoturísticos.

#### Marco legal e institucional para la creación y operación de organismos de cuencas en la subcuenca del Río Copán

**Marco legal.-** En la legislación hondureña, varias disposiciones jurídicas hacen alusión al tema de las cuencas hidrográficas en forma directa o indirecta, aunque no al tema de los organismos de cuencas.

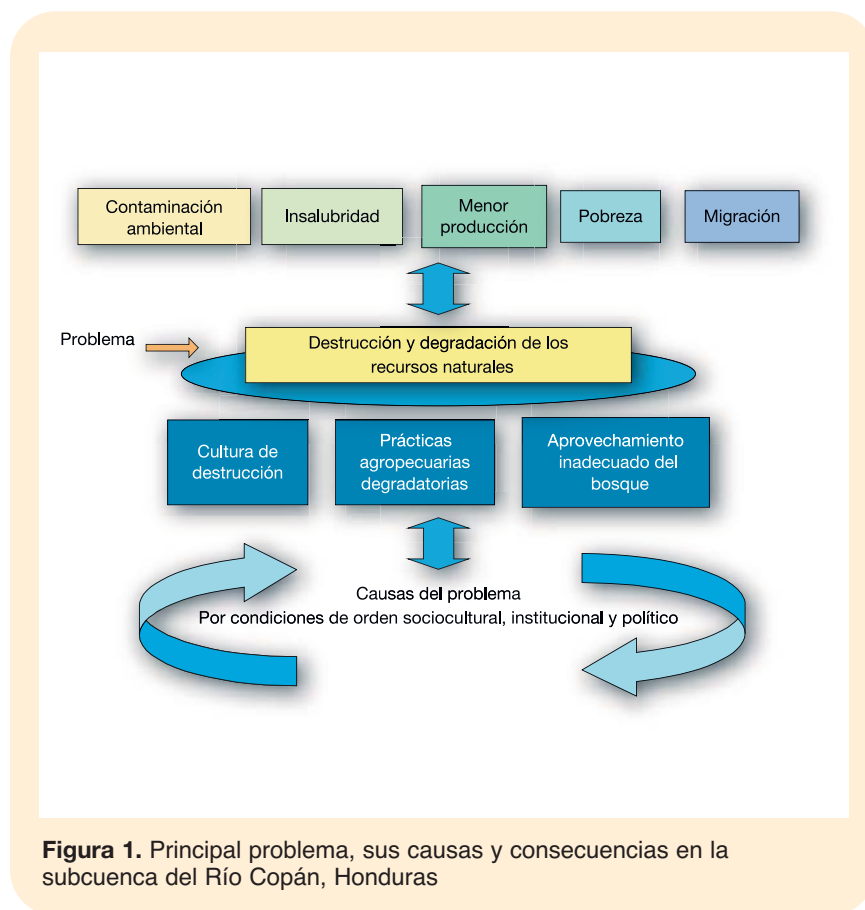
La Ley General del Medio Ambiente (1999) crea mecanismos de concertación y coordinación válidos para las cuencas hidrográficas. El título VII de Disposiciones Finales, artículo 100, establece la creación de la Red Nacional de Cuencas Hidrográficas con el fin de coordinar la administración de los recursos hídricos. En el proyecto-ley Marco de Aguas actualmente en discusión en el Congreso Nacional se establece que para el manejo integral de una cuenca se podría constituir un organismo de cuencas con participación de los usuarios del agua. Estos organismos se crearían mediante iniciativa de la Dirección General de Recursos Hídri-

cos que depende de la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente, y actuarían como ejecutores de los planes de manejo integral de las cuencas, responsables del desarrollo y conservación de la infraestructura hidráulica y de los recursos de la cuenca.

**Marco institucional.-** En la subcuenca hay diversos actores que interactúan y se relacionan con el manejo de los recursos naturales. Tales actores van desde personas individuales, organizaciones locales comunales, hasta instituciones de gobierno, proyectos de desarrollo, organizaciones no gubernamentales y asociaciones. A nivel local, las estructuras con mayor peso son los patronatos que participan y gestionan ante las instituciones casi la totalidad de los proyectos comunales; sin embargo, tienen una visión poco integradora del desarrollo.

Se logró determinar que en el área de estudio, las instituciones tienen como rol principal el desarrollo de las comunidades participantes. No obstante, se da énfasis a rubros específicos que limitan el manejo integrado de la subcuenca; la enseñanza formal, el manejo integral y aspectos normativos son considerados como menos importantes. Un objetivo importante, pero poco tomado en cuenta por las instituciones, es la investigación en aspectos sociales y ambientales; orientar esfuerzos hacia ese objetivo permitiría generar propuestas de proyectos con soluciones apropiadas a la problemática de la subcuenca.

La Mancomunidad de Municipios de Copán Ruinas, Santa Rita de Copán y Cabañas (MANCORSARIC) es uno de los actores más relevantes en la zona. La MANCORSARIC es una iniciativa de las autoridades lo-



**Figura 1.** Principal problema, sus causas y consecuencias en la subcuenca del Río Copán, Honduras

cales que nació como resultado de los desastres ocasionados por el huracán Mitch en 1998, con la finalidad de aunar esfuerzos para contribuir al progreso integral y sostenible de los municipios mancomunados, enfrentar los retos del desarrollo y mejorar el bienestar de las comunidades, en el marco de una mayor protección y uso racional de los recursos naturales y arqueológicos.

### Diseño del organismo de cuencas

El proceso seguido a lo largo de la investigación permitió determinar un modelo adaptado a las condiciones locales. Fue preciso conocer el contexto regional, las características biofísicas y socioeconómicas, el marco legal y el rol y acompañamiento de las instituciones y otros actores locales para poder diseñar el organismo de cuencas más adecuado.

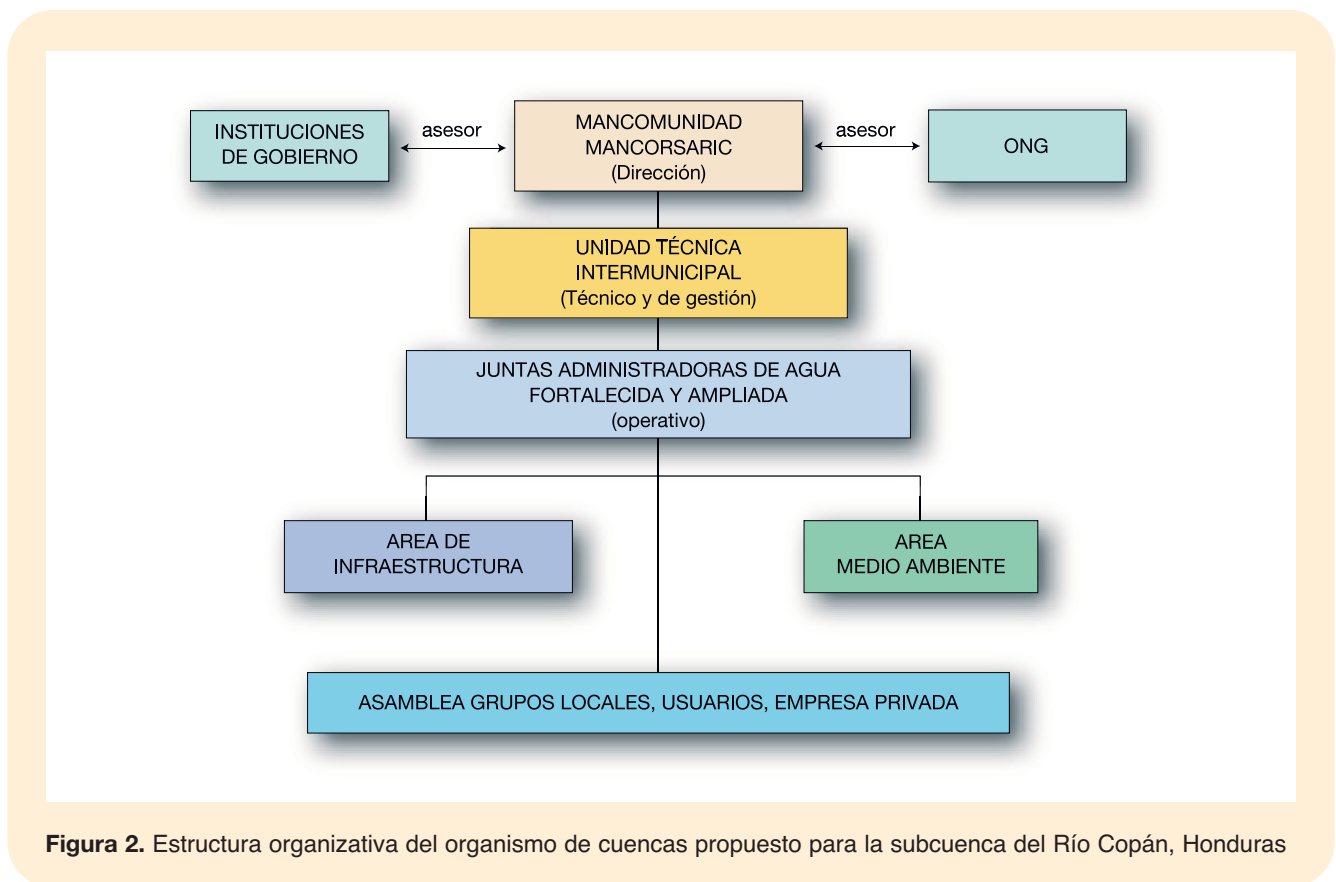
El organismo de cuencas propuesto para la subcuenca del río Copán parte de un modelo alternativo de instituciones presentes en el área, de acuerdo con la realidad y necesidades locales. El modelo propuesto se basa en MANCORSARIC como órgano de dirección, e involucra una unidad técnica intermunicipal a nivel administrativo y de coordinación local, además de las Juntas Administradoras del Agua, como órganos operativos. Este esquema aglutina el compromiso de actores importantes representados en las municipalidades y las bases locales. Esta configuración tiene las siguientes fortalezas: las organizaciones de base han sido creadas por voluntad de autoridades locales con la misión de liderar aspectos ambientales y de desarrollo comunal en la subcuenca; están legalmente amparadas por el Artículo 20 de la Ley de Municipalidades; no existen obstáculos burocráticos para

su conformación, sino que más bien la legislación hondureña fomenta la asociación entre municipios; cuentan con apoyo de organismos de desarrollo relacionados con la gestión de cuencas y del desarrollo rural sostenible.

Los objetivos del organismo de cuencas propuesto son 1) contribuir a los esfuerzos para el manejo integral sostenible de los recursos naturales y arqueológicos, y 2) enfrentar los retos del desarrollo y la búsqueda del bienestar de las comunidades en el marco de una mejor protección y uso racional de los recursos naturales, con énfasis en los recursos agua y arqueológicos.

El organismo de cuencas propuesto posee tres niveles: dirección, técnico y gestión local (Figura 2).

El nivel de dirección será ocupado por MANCORSARIC; otras agencias de gobierno y organizaciones no gubernamentales serán coo-



**Figura 2.** Estructura organizativa del organismo de cuencas propuesto para la subcuenca del Río Copán, Honduras

perantes y asesores voluntarios. Del sector gobierno se recomienda la participación regional y central de instituciones como la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), sector salud y educación; entre las instancias no gubernamentales es importante contar con el Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Local en Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres Naturales (FOCUENCAS), la Comisión de Acción Social Menonita (CASM), la Cooperación Técnica Holandesa (APSO), el Organismo Cristiano de Desarrollo Integral de Honduras (OCDIH) y el Proyecto PROMAYA. El nivel de dirección será la máxima autoridad del organismo, en él se concentrará la responsabilidad de comunicación con el gobierno y entes externos para la gestión y administración de fondos, al igual que la participación en la formulación de políticas encaminadas al desarrollo de las cuencas y sus comunidades.

La Unidad de Medio Ambiente Intermunicipal deberá asumir un rol técnico y de gestión local, de tal forma que permita a la dirección enfocar esfuerzos en gestión financiera y coordinación institucional. También será responsable de elaborar, dar seguimiento y retroalimentar propuestas de proyectos, gestión de capacitación en áreas específicas, establecer mecanismos de concertación y

comunicación con bases locales y elaborar el reglamento de operación del organismo.

El órgano exclusivamente operativo estará a cargo de las JAA fortalecidas y ampliadas a nivel técnico, administrativo y de gestión de proyectos, ya que la sostenibilidad del organismo descansa en este nivel operativo. Las Juntas serán instancias de cooperación orientadas al manejo de los recursos naturales, con énfasis en el recurso agua. Sus áreas de trabajo serán el mantenimiento de acueductos y de infraestructura y la protección al medio ambiente. Las JAA facilitarán el acercamiento, aceptación e internalización de procesos en las comunidades. Para su buen funcionamiento será indispensable fortalecerlas.


Las bases del organismo son los usuarios y grupos locales comunales, comunidades en general, patronatos, empresa privada, cafetaleros organizados, el Consejo Nacional Indígena Maya Chorti de Honduras (CONIMCHH) y la Cooperativa Regional Agroforestal el Buen Amigo (COPROBAL). Esta será una instancia de consulta con la que deberá mantenerse una comunicación directa y horizontal.

La MANCORSARIC tendrá la potestad de recaudar sus propios fondos, los cuales deberá reinvertir en beneficio de los recursos naturales y humanos de la subcuenca; por ejemplo, la elaboración de un plan estratégico de manejo para la subcuenca, un plan de ordenamiento territorial, mejora a los servicios, investigación.

## Conclusiones

El diseño y operación de un organismo de cuencas requiere de procesos participativos que incluyan a actores institucionales, beneficiarios y usuarios de las cuencas. Es necesario que el proceso se construya por etapas, de manera que se vayan creando actitudes, responsabilidades y beneficios. Las experiencias con organismos de cuencas en otros países de América Latina están orientadas a procesos de gestión de agua, fomentadas generalmente por iniciativas gubernamentales; caso contrario a Honduras, donde surgen por esfuerzos locales a nivel municipal o comunal.

La base legal es muy importante para la creación del organismo de cuencas. Sin embargo, para que el cambio sea perdurable en el campo, más que una base legal es preciso que las comunidades se convezan de la necesidad, beneficios y obligaciones que la creación y sostenibilidad de estos organismos representa.

En la subcuenca del río Copán, es necesario promover un proceso de creación de un organismo de cuencas dado que no existe un marco legal e institucional que permita el manejo adecuado de los recursos en la subcuenca. Este debe partir de un modelo alternativo de instituciones presentes en el área, y basarse en la realidad y necesidades locales. Las funciones del organismo de cuencas pasan por el manejo de todos los recursos naturales y arqueológicos, con el fin de promover el desarrollo de las comunidades ubicadas en la subcuenca. 

## Literatura citada

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 1999. Gestión de cuencas y ríos vinculados con centros urbanos. s.l., CEPAL. p. 85-146.
- Congreso Nacional de Honduras. 1993. Ley General del Ambiente. Decreto No. 104-93. 199 p.
- EMPRENDE Consultores S.de R.L. 1999. Diagnóstico participativo de la cuenca del Río Copán. Tegucigalpa, Honduras. 42 p.
- Faustino, J. 2001. Diseño y establecimiento de entidades y organismos de cuencas: aspectos claves en el diseño y establecimiento de los organismos de cuencas. San Salvador, FOCUENCAS. p.1-8.
- Jiménez, F; Faustino, J. 2000. Organismos de cuenca. Estudio de caso: diseño de organismos de cuenca en cuatro subcuencas de El Salvador. CATIE, Turrialba, C.R. 29 p.



# Municipalización de las cuencas productoras de agua en San Pedro Sula, Honduras

## Estudio de caso

**Rolando Meza**

*rolo\_1232003@yahoo.com*

En Honduras, algunas municipalidades han practicado la asignación de incentivos para la adopción e implementación de tecnologías conservacionistas, como sistemas agroforestales, agricultura orgánica y educación ambiental en cuencas productoras de agua.



Foto: Proyecto FOCUENCAS, CATIE

## Resumen

Durante los últimos años, el problema de abastecimiento de agua potable para poblados y ciudades en Honduras se ha agravado tanto que los racionamientos se hacen más frecuentes y por períodos de tiempo cada vez más largos. Algunos entes municipales, ante la necesidad de asegurar el suministro del líquido, desarrollaron procesos de adquisición y control de áreas estratégicas, como compra de terrenos, pago por mejoras, firma de convenios para la protección y el manejo, incentivos a los productores, propietarios o usuarios instalados en las partes estratégicas de donde proviene el agua.

En el municipio de San Pedro Sula se avanzó significativamente en un proceso de municipalización de cuencas hidrográficas. El mismo se desarrolló en la zona urbana y en las cuencas que nacen en la sierra del Merendón, donde se ubican más de diez comunidades.

Este artículo presenta un estudio histórico de la evolución del proceso de San Pedro Sula, hasta la concesión de los servicios de distribución de agua a la ciudad a manos de una empresa privada, y la situación actual en las partes altas del Merendón. El estudio incluyó giras de campo, un taller de investigación social en la parte alta del Merendón, revisión de documentación y talleres participativos con las fuerzas vivas del municipio sampedrano; todo parece indicar que el recurso hídrico de San Pedro Sula se tambalea y se inclina peligrosamente hacia una degradación de la calidad y disminución de la cantidad. Es necesario implementar un programa de recuperación del recurso que involucre a todos los actores principales aguas arriba y aguas abajo, a la empresa concesionaria y las fuerzas municipales.

**Palabras claves:** Agua potable; recurso hídrico; manejo de cuencas; abastecimiento de agua; municipios; gobierno local; Honduras.

## Summary

### **Municipalisation of the producing water watershed in San Pedro Sula, Honduras - Case of study.**

In the last years, drinkable water supply in Honduras has become a growing problem for the population. Year by year, the rationing is becoming more and more frequent and extended. Some municipal organizations have been devoted to develop strategies that assure the control of important areas for water production. Among the strategies are buying lands, payment for improvements, agreements for protection and management, incentives for forest owners, producers and/or users established upstream.

The San Pedro Sula municipality has developed a different process, called "municipalisation of watersheds", and intended to acquire, control and manage strategic areas in the Merendón Range. More than ten settlements are located in that area, which provides drinkable water to San Pedro Sula and surrounding towns.

This paper describes the historical evolution of the San Pedro Sula's process, culminating with the concession of drinking water distribution to a private company. The study included field trips, social research workshops in the Merendón highlands, document analysis, and a SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats) analysis. The main actors in the watersheds participated in the process. Results are not very promising for San Pedro Sula: the water resources from Merendón Range suffer from a steady degradation both in quality and in quantity. It is urgent to implement a recovery program with the participation of upstream and downstream actors, concessionary and municipal actors.

**Keywords:** Drinking water; water resources; watershed management; water supply; municipalities; local government; Honduras.

En la República de Honduras existen leyes específicas que orientan a los gobiernos locales sobre las formas de preservación y manejo de las cuencas hidrográficas. El artículo No. 30 de la Ley General del Ambiente dice textualmente “Corresponde al estado y las municipalidades de su respectiva jurisdicción, el manejo, protección y la conservación de las cuencas y depósitos de agua, incluyendo la preservación de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico...” (Decreto # 104-93). Además, el artículo No. 294 de la Constitución de la República dice que “El territorio nacional se dividirá en departamentos, su creación y límites serán decretados por el Congreso Nacional. Los departamentos se dividirán en municipios autónomos, administrados por corporaciones electas por el pueblo”. Lo anterior revela que existen las leyes adecuadas y las estructuras organizativas correspondientes para conducir procesos de municipalización del recurso hidrológico local, como una forma única e impostergable de garantizar agua en cantidad y calidad para sus poblaciones.

La Ley de Municipalidades (Decreto 134-90) de Honduras convierte a los gobiernos locales en organismos con poder de decisión sobre sus recursos naturales, ya que el Estado -a través del Poder Legislativo- sancionó la nueva ley de municipalidades que, entre otros, devuelve la autonomía de los recursos naturales ubicados dentro del territorio municipal, incluyendo la captación de ingresos por explotación y aprovechamiento de sus recursos naturales. Por ejemplo, el impuesto del 1% a la explotación y aprovechamiento de los recursos naturales, ingresos por otorgamiento de licencias de aprovechamiento forestal, ingresos derivados de actividades forestales dentro de su territorio (Ley de Municipalidades, Honduras, 1990).

Un punto de apoyo en la gestión municipal del recurso hídrico son los artículos 8,142 y 143 del Decreto Ley 103, que gestó la creación de la AFE-COHDEFOR (Administración Forestal del Estado). Dicho decreto faculta y da competencia a la institución en la declaratoria de zonas protegidas ubicadas en cuencas productoras de agua, la formulación de planes de ordenación hidrológica y, eventualmente, la adquisición de los terrenos (Artículo 40, inciso a, Decreto-Ley 85 de Honduras).

En Honduras existen las leyes adecuadas y las estructuras organizativas correspondientes para conducir procesos de municipalización del recurso hidrológico local, como una forma única e impostergable de garantizar agua en cantidad y calidad para su población.

Se espera que los gobiernos locales lideren los procesos de identificación, administración y manejo de cuencas hidrográficas en el marco de sus leyes y programas de desarrollo y gestión urbana. Sin embargo, pese a las responsabilidades contenidas en las leyes y el interés de las autoridades locales, gran parte de las municipalidades carecen de la suficiente capacidad tecnológica, organizacional y económica para ejecutar medidas y acciones concretas en materia ecológica o hidrológica (Administración Municipal y Protección Ambiental 1991).

En Honduras, algunas municipalidades han practicado la asignación de incentivos para la adopción e implementación de tecnologías conservacionistas, como sistemas agroforestales, agricultura orgánica y educación ambiental en cuencas productoras de agua. Dichas medidas buscar revalorizar el papel de las personas que viven aguas arriba, quienes con el desarrollo de sus actividades productivas y forma de vida afectan la calidad y cantidad de agua que llega aguas abajo. La idea es, entonces, generar procesos de concertación y negociación que posibiliten la armonía de las actividades con el entorno ambiental, de tal forma que se produzca un efecto positivo en los recursos hídricos (Pérez *et al.* 2000, Diócesis de Trujillo 2000).

Sin embargo, por diversas razones, esto no es posible en la gran mayoría de municipios de Honduras. En primer lugar, la dispersión institucional en el manejo del recurso: la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) -institución estatal vinculada con la generación de electricidad mediante el recurso hídrico- tiene obligaciones legales relacionadas con el manejo y preservación de cuencas, pero no las implementa. El Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) administra el servicio de abastecimiento de agua potable a varias poblaciones; sin embargo, no desarrolla acciones significativas en las partes altas y medias de las cuencas. El Ministerio de Salud Pública se ocupa del control de la calidad del agua que llega a la población, pero no ejerce un rol protagónico. La AFE-COHDEFOR es responsable por la formulación y ejecución de planes de ordenación hidrológica (SEDA 1993). No hay coordinación entre los entes descritos anteriormente, o si la hay, es deficiente.

En segundo lugar, se puede mencionar el aspecto de la tenencia de la tierra en la parte alta y media de las cuencas que producen agua, los ma-



los usos de la tierra en áreas sensibles y los conflictos biofísicos y socioeconómicos. En el istmo centroamericano, más del 60% de la tierra de uso agrícola o ganadero se encuentra en zonas montañosas, y más del 50% de los bosques en zonas de ladera (Ramakrishna 1997).

En tercer lugar, el nivel socioeconómico de los municipios que conforman el territorio hondureño es muy heterogéneo, y su capacidad de visión, planificación y establecimiento de esquemas de municipalización de los recursos naturales puede variar significativamente de un lugar a otro. Ese desbalance socioeconómico es evidente en la jerarquía propuesta por la Asociación de Municipios del país (AMHON): nivel 1 (ciudades principales del país, como San Pedro Sula y Tegucigalpa), nivel 2 (municipios intermedios con potencial de desarrollo asociado a las ciudades de influencia) y nivel 3 (municipios aislados, donde el grado de gestión y visión del entorno ecológico y económico es deficiente) (Uclés, s.f.).

Ante el problema cada vez mayor de escasez de agua en todo el país, de los procesos iniciados en varias municipalidades de Honduras, el de San Pedro Sula parece el modelo más coherente y apropiado. Sin embargo, un análisis del proceso detecta graves deficiencias que deben subsanarse si es que se quiere replicar el modelo. No obstante, la experiencia es muy valiosa e ilustrativa para el resto de municipios de Honduras.

### La municipalización de cuencas hidrográficas en San Pedro Sula

El municipio de San Pedro Sula se halla en la región noroeste de Honduras, en el Valle de Sula (Figura 1). Cuenta con una población aproximada de 452.000 habitantes (BCH 2000). El consumo de agua en el municipio es de 66.500 m<sup>3</sup>/año, un 55% más que el consumo conjunto



**Figura 1.** Área de estudio: Municipio de San Pedro Sula, región noroeste de Honduras

de las ciudades de Comayagüela y Tegucigalpa, capital del país (BCH 2000). La región donde se encuentra situada la ciudad es la zona industrial y económica más importante del país. El Valle de Sula ha tenido un fuerte desarrollo económico e industrial; allí proliferan industrias maquiladoras que emplean un número aproximado de 249.000 personas (BCH 2000). En consecuencia, el crecimiento poblacional del municipio se ha visto incrementado, con el consecuente aumento en la demanda por recursos como agua y energía eléctrica.

El Merendón es una cordillera muy amplia que se extiende desde la Bahía de Omoa, en el Caribe hondureño (noreste), hasta el extremo sur del departamento de Copán. La Reserva del Merendón, de donde proviene el agua que se consume en San Pedro Sula y lugares circunvecinos, se localiza entre 88°0' y 88°15' de longitud oeste y entre 15°25' y 15°35' de latitud norte. La Reserva está situada en el Municipio de San Pedro

Sula, Departamento de Cortés y fue creada mediante el Decreto Ley 46/90 Protección del Merendón. Sus límites generales son, al norte, la línea de cumbres de la misma cordillera del Merendón; al sur, el valle de Chamelecón; al este, el Valle de Sula, y al oeste, el río Naco. La Reserva comprende un área de 39.588 ha, con altitudes desde 200 a 2242 msnm. La zona productora de agua para el municipio de San Pedro Sula es de 9408 ha; además, hay un área productora de agua para Cofradía y Naco (poblados vecinos) de 2200 ha. En la Reserva hay nueve cuencas principales, 53 subcuencas y 213 microcuencas (DIMA 1997).

La Ley de Protección al Merendón incluye, entre otras, las cuencas hidrográficas de los ríos Piedras y Santa Ana (5554 ha). La Municipalidad de San Pedro Sula compró los terrenos de estas dos microcuencas en 1917, por lo cual actualmente tiene dominio pleno sobre ellas. Con esta adquisición, se previó desde aquella fecha la futura demanda de

agua para la ciudad. Esta zona productora de agua abastece de agua potable por gravedad a una población de 700.000 personas diarias, que incluyen la población estable de San Pedro Sula más aproximadamente 160.000 personas de población flotante que llegan a la ciudad por diversas razones como trabajo, compras, trámites, negocios, etc.

El proceso de municipalización de las microcuencas se ha venido dando por parte de gobiernos locales sucesivos, y ha surgido como resultado de la necesidad sentida por la población y la visión a largo plazo de sus fuerzas vivas. Actualmente, San Pedro Sula es la ciudad más importante de la república y la de mayor crecimiento económico y social. Esto parece ir aparejado con la calidad de los recursos humanos que llegan a dirigir los destinos del municipio, los cuales son personas calificadas y con buen nivel de planificadores.

**La División Municipal de Aguas**  
Mediante el Decreto Legislativo 202-83 y reformado por el Decreto 15-84, se creó la División Municipal de Aguas (DIMA) como organismo descentralizado de la municipalidad de San Pedro Sula, con capacidad para la ordenación y manejo de las cuencas hidrográficas.

La DIMA nació como una unidad ejecutora de la municipalidad de San Pedro Sula con facultades para administrar y manejar técnicamente la prestación del servicio de agua potable, drenaje y alcantarillado, así como la protección de los recursos hídricos del municipio. Entre sus funciones se incluyen la aplicación de medidas correctivas necesarias, multas y arrestos a quienes violen las disposiciones relativas a la conservación de los recursos naturales de la región.

Con la creación de la DIMA se organizó la sección de cuencas hidrográficas responsable de la gestión, manejo y ordenación de las

cuencas productoras de agua potable, ubicadas en la zona de reserva. Asimismo, el Departamento de Recursos Hídricos, operativo desde 1992, es la unidad técnica que vela por el estricto control de las responsabilidades, leyes, mandatos y regulaciones que conlleva todo el proceso del manejo del recurso agua. La DIMA cuenta con el respaldo de organismos afines del Estado que colaboran y coordinan cuando se requiere. Asimismo, la División actúa en nombre y representación de la municipalidad en todo lo relacionado con la prestación del servicio público de agua; por consiguiente, la municipalidad es responsable por las actuaciones de la DIMA, la que a su vez forma parte del patrimonio municipal.

Los ingresos que la DIMA genera con la prestación del servicio son recaudados directamente y no pueden ser transferidos a ninguna otra dependencia de la municipalidad. Dichos ingresos se han de aplicar obligatoriamente al funcionamiento y mantenimiento del servicio público, y la amortización de los empréstitos y pago de intereses; el excedente se emplea en el mantenimiento y mejoramiento del servicio.

A pesar de su gran importancia, la Reserva no cuenta con un plan de manejo debido a la aparente falta de medios económicos y de conocimiento sobre su necesidad, aunque el artículo 4 del Reglamento 156-90 lo exige. Sin embargo, sí se desarrollan planes operativos anuales para resolver problemas puntuales, como los planes de protección forestal en la época de mayor incidencia de incendios forestales, los planes de reforestación de áreas compradas por la municipalidad, planes de cooperación con productores asociados a organizaciones comunitarias, promoción e introducción de sistemas agroforestales como café con sombra, frutas y maderables de valor.

### Concesión del recurso hídrico

Con base en la necesidad de incrementar la eficiencia y la calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado y con el fin de resolver los problemas económicos e institucionales de la DIMA, la municipalidad inició un proceso de privatización del servicio de suministro del recurso hídrico a la población de San Pedro Sula, a finales de la década de 1990.

Mediante esa concesión, la Municipalidad de San Pedro Sula traspasó todas las responsabilidades de inversión, operación, mantenimiento y gestión comercial de los servicios de agua y alcantarillado, antes bajo la responsabilidad directa de la DIMA. El 7 de octubre del 2001 -bajo el amparo de la Ley de Municipalidades (Decreto 134-90 sus reformas y Reglamento) y la Ley para la Promoción y Desarrollo de Obras Públicas y de Infraestructura Nacional (Decreto 283-98 del 20 de noviembre de 1998 y su Reglamento)- se concesionaron los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. Dicha concesión fue autorizada por la Corporación Municipal en sesión extraordinaria del 10 de agosto del 2000, por un período de 30 años prorrogables por 10 años o más, de común acuerdo entre las partes.

Para asignar la concesión se diseñó un proceso de precalificación de las empresas oferentes; las bases del concurso fueron publicadas en diarios de circulación masiva del país y en el diario oficial La Gaceta de Honduras. La empresa mercantil "Aguas de San Pedro S.A. de CV", de capital italiano, fue la adjudicataria; el contrato fue firmado a finales de octubre del 2000 y consta de 10 capítulos y 93 cláusulas.

Un aspecto importante del contrato (cláusula No. 9, párrafo tercero) es que la empresa Aguas de San Pedro explotará los recursos hídricos superficiales provenientes de las fuentes de agua que bajan del Merendón y los acuíferos subterráneos que son alimentados por la Reserva. Así, el agua que la empresa distribu-

ye a la población proviene, el 40% de aguas superficiales y el 60% de aguas subterráneas (Experco Internacional 2001). Asimismo, la empresa controla y autoriza, previo estudio y pago de una tasa, las explotaciones privadas de aguas subterráneas existentes y futuras en toda la región.

Si bien la empresa Aguas de San Pedro tiene autorización para aprovechar las aguas superficiales o subterráneas que bajan del Merendón, no tiene ninguna responsabilidad por el manejo, protección y conservación de las áreas productoras de agua, según lo determinado en el contrato de concesión. Esta responsabilidad sigue en manos de la municipalidad, a través de DIMA.

Otro aspecto importante del contrato de concesión es la cláusula No. 73, que expresa textualmente: *“Con periodicidad anual, el Concesionario facilitará a la Municipalidad información estadística de los servicios prestados, incluyendo datos comerciales y de operación... En ese sentido, la Municipalidad y el Concesionario se comprometen a tratar de forma confidencial la información y documentación recibida en el marco del presente contrato de concesión.”*

Una lectura detenida al contrato de concesión revela que no hay ninguna cláusula específica ni general que describa un aporte directo por parte de la empresa a los costos de manejo y conservación de las cuencas que suministran o alimentan los depósitos subterráneos o superficiales del recurso agua.

Prins (1998) señala para el caso de concesiones, dos aspectos importantes. 1) La exclusión del acceso y usufructo a terceros que no pertenecen al grupo social: si dichos terceros pueden cosechar los frutos del esfuerzo ajeno, ninguna comunidad va a invertir en hacer mejoras. 2) El principio de reciprocidad: quienes se aprovechan de los recursos deben contribuir a su mantenimiento y reposición. Debe haber proporcionalidad entre beneficios y costo y entre derechos y obligaciones.

### Canon de la concesión

Según lo estipulado en la cláusula No. 77 del contrato de concesión, el concesionario se obliga ante la Municipalidad al pago de un canon que tiene dos componentes:

■ **Canon anual fijo.** La empresa Aguas de San Pedro pagará en el término del primer trimestre de cada año a la Municipalidad de San Pedro Sula una suma anual fi-

### DIMA actual

Como resultado de la concesión del recurso hídrico, la DIMA pierde buena parte de sus funciones operativas, y parte de su personal ha sido despedido o reclutado por Aguas de San Pedro, como los técnicos de laboratorio especializado y el personal de mantenimiento de las redes locales de acueductos. La DIMA se ha convertido en un organismo nor-



Foto: Proyecto FOCUENCAS, CATIE

En el Merendón esquemas agroforestales más sostenibles, como el café con sombra, son abandonados por razones económicas y falta de apoyo al productor

ja de tres millones de Lempiras (actualmente, US\$181.000). Dicho monto se ajustará anualmente por inflación, con base en los datos proporcionados por el Banco Central de Honduras.

■ **Canon anual variable.** El Concesionario pagará a la Municipalidad un canon variable equivalente al 5% de la facturación total de los servicios concesionados durante el año anterior. Para determinar este canon se utilizarán los datos reflejados en los estados financieros auditados, correspondientes al período fiscal inmediatamente anterior.

mativo, según lo que expresan los documentos de la concesión. En estas circunstancias, la DIMA se ha reestructurado para cumplir con sus responsabilidades en las cuencas hidrográficas.

La nueva DIMA ya no tiene razón de ser llamada División Municipal de Aguas, ya que no administra el recurso hídrico que consume y paga la población de San Pedro Sula. Sin embargo, dentro del organigrama general de la Municipalidad existe una dependencia denominada DIAM encargada, entre otras tareas, de las auditorías y otorgamientos de licencias ambientales para el casco urbano de la ciudad de San Pedro Sula.



Mediante acuerdo municipal y según acta No. 84-001 se fusionó la DIMA actual y el DIAM, a fin de generar una nueva DIMA: División Municipal Ambiental. Esta medida ha provocado el rechazo del sindicato municipal pues DIMA, el patrono original, virtual y administrativamente ha desaparecido, lo que demanda un procedimiento laboral de pago de prestaciones sociales y recontractación parcial o total de los empleados.

### **Análisis del caso**

El proceso que se ha desarrollado en la ciudad de San Pedro Sula es un mosaico de situaciones y elementos en vista de la gran cantidad de factores que entran en juego. Sin embargo, a partir del análisis de la información existente, opiniones de expertos, trabajo en el campo y dos talleres participativos llevados a cabo en la zona alta y baja del Merendón se pueden extraer las siguientes lecciones.

### **Lecciones aprendidas en San Pedro Sula**

- El proceso de municipalización del servicio de agua potable en San Pedro Sula se empezó a gestar desde hace muchos años, cuando en 1917 las autoridades municipales adquirieron tierras privadas para garantizar a futuro el suministro de agua de calidad y en cantidad para una ciudad que desde ese entonces prometía convertirse en un polo de desarrollo. Empresas transnacionales, como la Standard Fruit Company (banano, palma y otros cultivos tropicales), así como los cultivos agrícolas en gran escala (caña de azúcar), industria y comercio florecían en la región del valle de Sula desde inicios del siglo XX.
- Según documentos, en 1917 había unos 300 habitantes en la parte alta y media del Merendón; sin embargo, en 1990 se calculaba una población de 45.000 habitantes distribuidos en 69 comunidades (Awad 2001).
- Según información documental, el uso inadecuado del suelo, la tala de bosques y la colonización desordenada son los problemas más graves en la parte alta y media del Merendón (Awad 2001, Experco Internacional 2001). A lo anterior hay que sumar la rotación de cultivos en varios puntos de la zona. Muchos productores están cambiando el cultivo de café por cultivos de temporada, principalmente tomate, por su mayor rentabilidad, fuerte demanda de hortalizas en el Valle de Sula y la fuerte caída del precio del café.
- La creación de la División Municipal de Aguas (DIMA) supuso el surgimiento de una entidad especializada, autónoma y técnica para el manejo y aprovechamiento de los recursos hídricos provenientes del Merendón. De hecho, el mandato de creación la definía como una unidad ejecutora de la Municipalidad de San Pedro Sula, con amplias facultades de administración, financieras y técnicas para establecer políticas e implementar las acciones necesarias para la prestación del servicio público de agua potable, drenaje y alcantarillado, así como la protección de los recursos hídricos del municipio. La aprobación y entrada en vigencia del Decreto 46-90 convirtió a la municipalidad de San Pedro Sula en la máxima autoridad legal de aproximadamente 40.000 ha de tierra pertenecientes a la Reserva del Merendón. Con ello, la DIMA asumía el control absoluto de la Reserva. Una serie de regulaciones, prohibiciones y normativas para el uso de la tierra, explotación de los recursos, asentamiento humano, construcción de obras, acciones de otros entes públicos y privados, fueron parte del quehacer de la División desde su creación.
- La época de mayor esplendor de la DIMA va desde su creación hasta mediados de 1995. Durante ese tiempo, obtuvo varios premios y menciones ambientales, además de que su ejemplo positivo de municipalización trascendió fronteras. Como máxima autoridad en la Reserva del Merendón, la DIMA permitió, reguló, coordinó y supervisó el ingreso de organizaciones privadas, públicas e internacionales a la zona, lo que generó buenas, regulares y malas experiencias con los recursos hídricos y naturales. Sin embargo, debido a su papel normativo -y a veces represivo- según mandato del decreto 46-90, la DIMA también se convirtió en la entidad más indeseable entre los pobladores de la zona alta y media del Merendón (Experco Internacional 2001).
- Por su solvencia financiera y técnica, la DIMA se convirtió en sumidero de puestos políticos; durante su corta existencia, hubo un desfile de gerentes en la Dirección. Awad (1995) menciona rotaciones y despidos de técnicos especialistas por personas con poca o ninguna idea de la misión institucional; además, por razones políticas, se mantuvieron fijas las tarifas del agua, lo que hizo que la Dirección operara en términos deficitarios<sup>1</sup>. A finales de 1990, la situación económica e institucional de la DIMA era caótica.
- Uno de los mandatos del Decreto 46-90 estipulaba el diseño y ejecución de un plan de manejo y ordenación para la zona de reserva. Sin embargo, nunca se realizó por falta de interés de los distintos gerentes y por los altos costos de realización y ejecución. Las actividades del Departamento de Recursos Hídricos (creado en 1992) se hacen sobre la base de planes operativos anuales. Existe un Plan de Manejo y Protección de los Recursos Hídricos en el Municipio de San Pedro Sula, desarrollado por un consultor independiente (Haase *et al.* 1993); el plan tiene serias limitaciones financieras, es

<sup>1</sup> López, MA. 2002. Taller en San Pedro Sula (entrevista). Aguas de San Pedro.

muy general y no fue autorizado por la AFE-COHDEFOR, la cual es el organismo estatal que certifica, evalúa y aprueba estas herramientas técnicas.

Para el año 2000, la Sección de Recursos Hídricos, responsable del manejo y protección de la Reserva del Merendón (casi 40.000 ha) contaba con un presupuesto anual de 680.800 lempiras (US\$43.000). Sin embargo, casi el 100% se gastaba en actividades no operativas: salarios Lps 532.000, servicios no personales Lps 74.160 y maquinaria y equipo Lps 73.840 (Experco Internacional 2001).

■ Debido a la necesidad de incrementar la eficiencia y la calidad de los servicios de agua potable y alcantarillado y resolver los problemas económicos e institucionales, en octubre del 2000 la municipalidad concesionó a la empresa Aguas de San Pedro la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario en el Municipio de San Pedro Sula. Lo anterior trajo como lógica consecuencia una serie de modificaciones en la misión y estructura organizativa de la DIMA y, obviamente, la reducción sustantiva de sus ingresos por la venta del recurso agua. Sin embargo, la responsabilidad por el manejo y protección de la Reserva del Merendón, según mandato legal del Decreto 46-90, continúa a cargo de la Municipalidad de San Pedro Sula, a través de la DIMA.

El contrato de concesión no especifica ninguna obligación por parte de Aguas de San Pedro sobre el manejo y protección de la reserva. Sólo se estipula el pago de un canon anual de 3 millones de Lempiras y un canon variable del 5% de la facturación total de los servicios concesionados durante el año anterior. Tales pagos los recibe la Municipalidad de San Pedro Sula.

■ El plan de protección forestal para el año 2002 tiene un costo de 1.501.138 de lempiras (US\$

93.900), sin incluir el Plan Operativo Anual de las demás secciones del Departamento de Recursos Hídricos y otros departamentos de la DIMA, ni gastos no operativos. Las autoridades actuales de la nueva DIMA encaminan diversas estrategias para generar fondos que les permitan cumplir con su misión; entre ellas, crear un tributo especial para la zona productora del agua del Merendón. Esto, sin embargo, debe ser debidamente diseñado, a fin de no generar conflictos sociales entre la población. Otra alternativa es aumentar

participantes señalaron la asistencia técnica de parte de algunas instituciones en lo concerniente al establecimiento de fincas cafetaleras, la creación de Cajas Rurales (sistema de autocrédito comunitario), los proyectos de letrización y de hornillas mejoradas, el fomento de la organización campesina, la asistencia técnica para cultivos no tradicionales, el apoyo para enfrentar desastres naturales. Sin embargo, la mayoría de las acciones parecen haber sido muy puntuales y sin correspondencia con las necesidades reales de los productores.



Foto: Archivo INBio

La percepción de los pobladores del Merendón reconoce que la presión urbana, la migración del campo a la ciudad, el mal uso de la tierra y el uso indiscriminado de químicos son amenazas serias al recurso agua

las tarifas de agua a la población, pero para ello es necesario concertar con los niveles superiores de la Municipalidad y Juntas de Agua, que incluyen representantes de los usuarios y, por supuesto, de la empresa Aguas de San Pedro que ofrece el servicio a la comunidad.

#### Los de arriba y los de abajo

Como resultado de un taller rural con líderes comunales en la zona del Merendón, se detectaron varios aspectos importantes sobre su situación y las acciones institucionales en la zona. Como aspectos positivos, los

Como aspectos negativos señalan el mal estado de las vías de acceso que en un periodo del año los deja incomunicados y sin posibilidades de sacar su producción al mercado. La zona no cuenta con servicio médico, los servicios educativos son deficientes, las escuelas están mal dotadas y el personal docente poco preparado. El quehacer de la DIMA lo perciben como muy negativo, ya que les restringe ciertas actividades productivas, la construcción de nuevas viviendas y el aprovechamiento de los recursos forestales.

Los líderes comunales participantes en los talleres manifestaron el poco apoyo que reciben de la Municipalidad de San Pedro Sula, a pesar que sus tierras son las que abastecen de agua a los pobladores del municipio. Entre sus expectativas están el apoyo financiero a los productores mediante el suministro de insumos, capacitación y asistencia técnica para la producción; incentivos para el desarrollo de prácticas agroecológicas beneficiosas; la electrificación de la zona y el mejoramiento de la seguridad ciudadana en sus comunidades.

Un aspecto fundamental observado en la zona, es la proliferación de cultivos estacionales no tradicionales. La disminución en los precios del café ha ocasionado el abandono de este cultivo para establecer plantaciones de tomate, que es más rentable pero también más contaminante.

Un taller desarrollado en el área urbana con las fuerzas vivas de San Pedro Sula permitió conocer las percepciones de los pobladores, quienes reconocen que la presión urbana, la migración del campo a la ciudad, el mal uso de la tierra, el uso indiscriminado de químicos en el Merendón son amenazas serias al recurso agua. Mencionan que el marco legal en materia de recursos hídricos es obsoleto y no se aplica (actualmente en Honduras está por aprobarse una nueva ley general de aguas). Reconocen como una debilidad, la carencia de un plan de manejo y ordenación para la parte alta y media del Merendón. Sin embargo, observan como una oportunidad los retos que se presentan en la parte alta de las cuencas, ya que ofrece la posibilidad de coordinar acciones interinstitucionales para atacar los diversos problemas que se dan en la cuenca, acelerar la aprobación y aplicabilidad de la nueva ley de aguas, coordinar y mejorar el accionar de las ONG que trabajan en la cuenca, y generar incentivos para los productores (pago por servicios ambientales).

Como fortalezas municipales, se reconoce el hecho de haber varias instituciones disponibles para trabajar en la cuenca, el buen dominio en algunas áreas, la ley de municipalidades y la existencia del decreto 46-90, además del interés de varias fuentes internacionales de financiamiento para resolver problemáticas en cuencas productoras de agua. Algunos manifestaron que los procesos de municipalización de cuencas hidrográficas parecen facilitarse cuando se enmarcan dentro de la planificación a mediano y largo plazo (10-20 años), y que la sostenibilidad se garantiza cuando hay participación ciudadana y voluntad política en el ámbito local y gubernamental. Asimismo, el municipio debe tener cierta solvencia económica para impulsar un proceso de este tipo, ya que exige capacidad de planificación y gestión, aspectos correlacionados con el nivel socioeconómico del municipio. Finalmente, los organismos que manejan estos procesos deben ser apolíticos y eficientes en el cumplimiento de sus objetivos.

### **Conclusiones y recomendaciones**

- La DIMA, protagonista principal del proceso de San Pedro Sula, fue durante varios años una excelente vitrina y ejemplo de control municipal sobre los recursos naturales. Por aspectos exógenos a su misión, como la injerencia política y falta de capacidad de sus diferentes gerentes en cuanto al manejo integrado de la Reserva del Merendón, no se tomó en cuenta a la población aguas arriba para los esquemas de planificación.
- Los talleres participativos reflejan un divorcio claro entre los intereses de los actores de arriba y los de abajo, y una falta de valoración del recurso agua. Pareciera que la ausencia de un plan general de manejo conduce a metas cortoplacistas, más que al logro de objetivos, sin buscar el equilibrio entre los sistemas agroecológicos y el recurso agua.

- Si bien existe una reglamentación específica para el uso de los suelos, se observan nuevas viviendas en áreas restringidas; además, vastas zonas del Merendón han sido descombradas para introducir cultivos más exigentes y contaminantes como el tomate. Esquemas agroforestales más sostenibles, como la caficultura, son abandonados por razones económicas y por falta de apoyo al productor aguas arriba. Se recomienda diseñar y consolidar un Plan de Manejo Integrado y Participativo que considere a los principales actores del recurso agua, tanto en las partes altas como en el valle.
- Si el recurso agua es muy importante para el desarrollo socioeconómico del valle de Sula, se debe ponderar el rol que ejercen los productores que interactúan desde donde se gesta y fluye el líquido en su curso aguas abajo hasta el valle. Es importante pensar en la equidad entre los productores y los beneficiarios; esto incluye la internalización de los costos ambientales y sociales por parte de los productores, cuando los beneficios son para una gran colectividad instalada aguas abajo. Deben crearse esquemas de mutualismo socioambiental que equilibren los beneficios y la participación de todos los actores.
- El contrato de concesión asignado a la empresa Aguas de San Pedro cubre la prestación del servicio de agua y no el manejo de la cuenca, lo que plantea la pregunta de si el mecanismo de concesión persiguió solo el objetivo de sacudirse el déficit que arrastraba la DIMA y no se previó garantizar la sostenibilidad financiera y social del recurso agua que nace en el Merendón.
- La pérdida de ingresos por la comercialización del agua constituye una situación difícil para las nuevas autoridades de la DIMA, No obstante, el decreto 46-90 constituye su herramienta más importante, que les da la máxima autoridad y poder decisorio sobre estas áreas.




- Se recomienda que la nueva DIMA se constituya como un organismo apolítico y técnico que actúe como un eje en torno al cual giren los organismos privados y públicos afines, y que en forma articulada y ordenada trabajen en beneficio de la Reserva. Es importante lograr una visión más emprendedora e intensiva por parte de las autoridades del gobierno local, a fin de consolidar el apoyo de instituciones regionales, nacionales e internacionales afines a estos retos ambientales.
- Una prioridad de la actual DIMA es el diseño y ejecución de un Plan de Manejo Integrado, con la participación de los líderes comunales

del Merendón y que considere el manejo de cuencas hidrográficas. Dicho plan deberá ser sostenible, a largo plazo y realista; además, deberá estar bajo la responsabilidad administrativa, financiera y técnica de la Municipalidad de San Pedro Sula, a través de la DIMA.

- Los participantes en el taller urbano desarrollado en el marco de este estudio concuerdan en que las leyes relativas al recurso agua son anticuadas y no se aplican. Afortunadamente, en estos días se estará aprobando una nueva ley nacional de aguas. También consideran que la ley de municipalidades es una fortaleza y oportunidad, ya que significa un manejo rápido y eficiente

de los problemas locales y favorece la participación ciudadana; sin embargo, la AMHON debe ser más activa en la promoción de acciones y convenios intermunicipales, cuando se comparten cuencas hídricas de importancia estratégica.

- El contrato de concesión fue un antecedente controversial para los recursos naturales, principalmente el hídrico. Se recomienda desarrollar estrategias legales, éticas y gremiales a fin de que la empresa Aguas de San Pedro apoye económicamente el manejo y protección de la Reserva del Merendón, ya que esta constituye la maquinaria de donde proviene su principal bien de venta: el agua. 

## Literatura citada

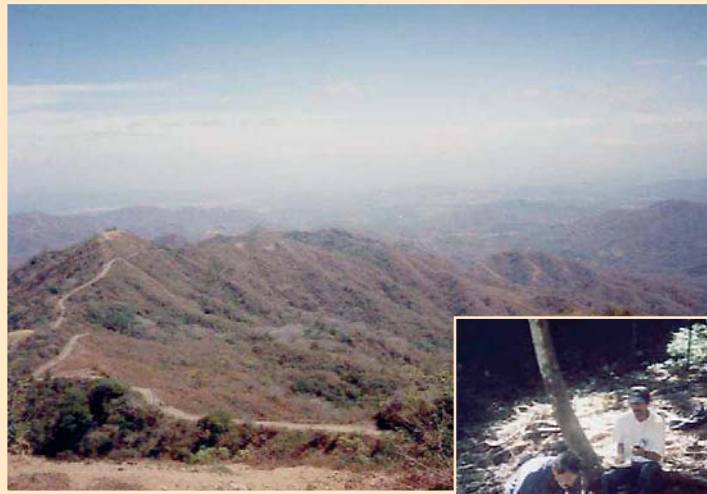
- Awad, C. 2001. División municipal de aguas (DIMA), Zona de reserva, decreto 46/90 ley de protección del Merendón, análisis de vulnerabilidad. San Pedro Sula, Honduras. 7 p.
- BCH (Banco Central de Honduras). 2000. Honduras en cifras 1997/1999, Tegucigalpa, MDC, HN. 56 p.
- COHDEFOR (Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal, HN) 1995. Descripción biofísica y declaratoria de áreas de vocación forestal para la protección de microcuencas río Tulián. Tegucigalpa, HN. s.p.
- Congreso Nacional de Honduras. 1990. Decreto 46-90. La Gaceta, Tegucigalpa, HN. Jul.12. s.p.
- Congreso Nacional de Honduras. 1990. Ley de municipalidades. Decreto No. 134-90. 146 p.
- Congreso Nacional de Honduras. 1993. Ley General del Ambiente. Decreto No. 104-93. 199 p.
- Diócesis de Trujillo. 2000. Pastoral de la Tierra y Medio Ambiente. Experiencia de pago por servicios ambientales en el departamento de Colón, Honduras. Trujillo, Honduras. 23 p.
- División Municipal de Aguas 1995. DIMA, un ejemplo a considerar sobre la municipalización de los sistemas de agua potable y alcantarillados. San Pedro Sula, Honduras, DIMA. 11 p.
- División Municipal de Aguas. 1993. Plan de protección y manejo de los recursos hídricos en el municipio de San Pedro Sula, Cortés. San Pedro Sula, Honduras, DIMA. 72 p.
- División Municipal de Aguas. 1996. Reglamento para el control de usos del suelo para la protección de las aguas subterráneas en San Pedro Sula, Cortés. San Pedro Sula, Honduras, DIMA. 19 p.
- División Municipal de Aguas. 1997. Perfil de la zona de reserva. San Pedro Sula, Honduras, DIMA. s.p.
- División Municipal de Aguas. 2002. Plan de protección forestal, periodo enero-julio año 2002. San Pedro Sula, Honduras, DIMA. 9 p.
- Experco Internacional. 2001. Definición de un nuevo marco institucional y legal para el manejo de los recursos hídricos de la municipalidad de San Pedro Sula, República de Honduras. Québec, Canadá. 233 p.
- Haase P; Sagastume M; Enamorado CB.1993. Plan de protección y manejo de los recursos hídricos en el municipio de San Pedro Sula, Cortés. División Municipal de Aguas. San Pedro Sula, Honduras. 73 p.
- Haase, P. 1996. El reglamento para el control de usos del suelo para la protección de las aguas subterráneas en San Pedro Sula, Cortés. División Municipal de Aguas. San Pedro Sula, HN 19 p.
- López, CJG. 2000? El manejo de las cuencas hidrológicas en Puerto Rico; la autonomía municipal frente a la crisis del agua potable en el área metropolitana (en línea), Puerto Rico. Consultado el 14 sep. 2001. Disponible en <http://adec.upr.clu.edu/AnalisisADEC-1-99/Colaboraciones/C-Gilbe.htm>
- Martínez, HA. 2000. La administración municipal en el manejo de los recursos naturales renovables en Guatemala, Consultora Privada. Guatemala. 62 p.
- MSPS (Municipalidad de San Pedro Sula, HN).2000. Contrato de concesión para los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario. San Pedro Sula, HN. 92p.
- MSPS (Municipalidad de San Pedro Sula, HN).Unidad de Cuencas Hidrográficas. 2001. Subproyecto gestión integral de los recursos naturales para la prevención de desastres naturales en la zona de reserva del Merendón. San Pedro Sula, HN. s.p.
- Pérez, CJ; Barzev, R; Herlant, P. 2000. Los servicios ambientales: elementos para la concepción de acciones de pagos por servicios ambientales. Programa para la agricultura sostenible en laderas de América central (PASOLAC). Doc. No. 259 (Serie técnica 1/2000).
- Prins, K. 1998. Gestión y manejo de recursos en condominio: el caso de las concesiones forestales comunitarias. Revista Forestal Centroamericana 7(23):6-9.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: Conceptos y Experiencias. San José, Costa Rica, IICA. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. 338 p.
- SEDA (Secretaría de Estado en el Despacho del Ambiente). 1993. Plan de acción ambiente y desarrollo. Junio, 1993, Tegucigalpa, Honduras.
- Sturzinger, U; Bustamante, B. 1999. Pago por servicios ambientales: participación equitativa a favor del medio ambiente. Laderas, Revista Centroamericana 2(5):25-27.
- Uclés, R. s.f. Nuevo enfoque de la planificación municipal (estratégica y sostenible). Honduras. 6 p.
- Urquiza, JE. 1997. Plan de desarrollo municipal sostenible, Gobierno Municipal de Samaipata, entidad ejecutora CEASE, Santa Cruz, Bolivia.

# Valoración económica del agua potable del agua potable en la cuenca del río Endemedio

Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica

Orlando Merayo Calderón

Aunque la voluntad de pago de los pobladores de la cuenca del río Enmedio es alta, el monto que están dispuestos a pagar adicional a la tarifa actual no es suficiente para cubrir los costos reales del agua.



## Resumen

En Costa Rica la presión por las fuentes de agua para uso doméstico se ha venido incrementando debido al acelerado y no planificado crecimiento de la población, lo que conlleva a un deterioro ambiental de las cuencas productoras de agua para consumo humano. Actualmente al agua no se le da el valor real que debiera tener, ya que solo se contabilizan los aspectos operativos del servicio: recolección, conducción, mantenimiento.

El presente estudio busca aproximar el valor económico total del agua potable para uso doméstico producido en la cuenca del río Enmedio. El estudio se estructura en dos secciones: en la primera se determina la voluntad de pago (VDP) de los usuarios de agua potable por el mejoramiento de la calidad del agua a través del método de Valoración Contingente. La media de la VDP por familia o usuario es de 425 colones (US\$1,49) adicionales a la tarifa que actualmente pagan. Las variables que estadísticamente influyen en la VDP son el BID (tarifa propuesta a los encuestados), el precio que pagan los usuarios por el agua y el ingreso familiar. Estos resultados son consistentes con la teoría económica que sustenta estos modelos econométricos.

En la otra sección del estudio se busca determinar el costo real del agua potable. Para que haya sostenibilidad financiera y ambiental del recurso hídrico en la zona de estudio, la tarifa actual debe conformarse con los siguientes componentes: costos de producción del agua (US\$0,116/m<sup>3</sup>), costo de mantenimiento de la producción de agua (US\$0,0163/m<sup>3</sup>), costo de limpieza de aguas servidas (US\$0,2172/m<sup>3</sup>) y fondo de reserva (US\$0,0341/m<sup>3</sup>). Al sumársele la tarifa actual (US\$0,2446/m<sup>3</sup>), obtendremos un costo total de (US\$0,6282/m<sup>3</sup>).

**Palabras claves:** Agua potable; recursos hídricos; manejo de cuencas; calidad del agua; valoración económica; análisis de costos; precio al consumidor; río Enmedio; Costa Rica.

## Summary

**Economic valuation of the potable water in the river basin of the Enmedio river, Santa Cruz, Guanacaste, Costa Rica.** Pressure on drinking water in Costa Rica is rising rapidly due to the population growth. As a consequence, the watersheds that produce drinking water are deteriorating. In addition, the price of water only includes the operative costs: collection, piping and maintenance.

This study tries to determine the actual economic value of water for domestic use in the Enmedio river watershed. The user's willingness to pay (WTP) for water quality amelioration is determined through contingent valuation. Mean WTP per family or user is 425 colones (US\$1,49) additionally to present rate. Statistical variables that influence on the WTP are the proposed rate, present rate and familiar income. These results are consistent with the economic theories on which econometric models are based upon.

Also, the study tries to determine the real cost of drinking water in the Enmedio river watershed. Financial and environmental sustainability of water resources in the watershed is gotten with a rate composed by the following elements: production cost (US\$0,116/m<sup>3</sup>), maintenance (US\$0,0163/m<sup>3</sup>), cleaning of disposal water (US\$0,2172/m<sup>3</sup>) and reserve fund (US\$0,0341/m<sup>3</sup>). Adding the present rate (US\$0,2446/m<sup>3</sup>), a total cost of US\$0,6282/m<sup>3</sup> is obtained.

**Keywords:** Drinking water; water resources; watershed management; water quality; economic valuation; cost analysis; consumer prices; Enmedio river; Costa Rica.



De los servicios ambientales producidos por los bosques, el agua es uno de los de mayor relevancia para la sociedad, ya que es un insumo básico para los procesos productivos (agricultura, industria y otros) y un líquido vital para los seres vivos. Costa Rica ha venido experimentando un acelerado crecimiento poblacional en las últimas décadas; en consecuencia, aumenta la presión sobre los recursos naturales y sobre las fuentes de agua, así como el deterioro causado por contaminación, agotamiento y deforestación.

En Costa Rica, el 63% de las aguas para consumo humano son extraídas del subsuelo (Calvo 1991 citado por Reynolds 1997). No obstante, la mayoría de las cuencas del país presentan diferentes grados de deterioro ambiental que reducen las posibilidades de captación de agua para consumo humano. Por esta razón es necesario que los decisores políticos establezcan lineamientos con una perspectiva a largo plazo, necesaria para enfrentar la degradación del recurso.

En Costa Rica, las tarifas de agua para uso doméstico, agrícola o industrial no se calculan de manera realista, ya que solo se contabilizan los aspectos de recolección, conducción y distribución que las entidades administradoras del recurso cobran con la finalidad de cubrir sus gastos operacionales e inversiones en equipo y maquinaria. El costo de producción (captación, filtración natural), que se da en las cuencas con cobertura boscosa (áreas de recarga acuífera) que alimentan y suministran el recurso, no se incluye en la tarifa. Siempre se ha pensado que el agua es un recurso ilimitado y gratuito, y aunque se han venido desarrollando estudios de las causas y consecuencias que el crecimiento poblacional y económico tiene sobre los recursos hídricos, es necesario aumentar los esfuerzos tendientes a fortalecer la valoración de los ecosistemas, de

manera que dichos estudios sirvan como base técnica en la planificación y elaboración de políticas de manejo del recurso hídrico en el país.

En la zona de Guanacaste, el agua es escasa en verano y, considerando que el valor actual no refleja el costo real desde un punto de vista sostenible, este estudio busca determinar el costo real que el recurso hídrico debe tener en la zona de estudio; con ello se pretende garantizar los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del servicio de agua potable y de las áreas productoras de agua.

### Metodología

#### Valoración Contingente

La Valoración Contingente (VC) determina mediante encuestas la disposición de los individuos a pagar por mejoramientos hipotéticos en diferentes tipos de recursos naturales o servicios ambientales sin precio de mercado (Shultz 1997).

La pregunta usada para determinar la Voluntad de Pago (VDP) fue “¿Estaría usted dispuesto a pagar en la tarifa de agua un monto adicional de \_\_\_\_ (Colones) en la época de verano, que se destine a proteger los bosques donde se capta gran parte del agua que usted consume, con la finalidad de mejorar así la calidad y suministro permanente de agua en su comunidad?”

#### Procedimiento de análisis

El análisis Logit del formato dicotómico corresponde a la técnica no lineal de la estimación de Máxima Verosimilitud (MLE) que ha sido usado para analizar la relación entre una variable dependiente binaria o dicotómica y una o más variables independientes continuas o discretas. En un estudio de VC, la ecuación logística describe el patrón de respuestas positivas y negativas (sí/no) que se obtiene ante cantidades alternativas de dinero de VDP propuestas a los encuestados. El rango de

valores de disponibilidad de pago usado debe determinarse previamente con una encuesta piloto con preguntas abiertas (Loomis 1988). La siguiente ecuación expresa la probabilidad logística estimada de respuestas ‘sí/no’:

(1)

$$Z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n + u_i$$

Z es la variable dependiente y está asociada a la ecuación 2:

(2)

$$Z = \log \frac{(\text{probabilidad de sí})}{(\text{probabilidad de no})}$$

Donde:

$b_0, \dots, b_n$  = coeficientes estimados de los parámetros

$x_1$  = disponibilidad de pago expresada en cantidad de dinero

$x_2, \dots, x_n$  = variables independientes que influyen en la VDP

$u_i$  = término del error

El método de análisis utilizado fue el Límite Simple (*Single Bounded* (SB)). Con este método se hace una sola pregunta de VDP a los encuestados.

#### Estimación de la media del valor de voluntad de pago

La fórmula que se usó para determinar el valor promedio de la VDP en el análisis logístico depende en gran medida del modelo utilizado. Hanemann (1984) propone la siguiente ecuación para modelos que utilizan variables independientes adicionales, con el propósito de cambiar la expresión logística y mejorar la bondad de ajuste del modelo:

(3)

$$\Delta v = \alpha - \beta A$$

Con  $\beta > 0$ , y donde  $\alpha$  es una constante que se calcula al multiplicar cada uno de los coeficientes obtenidos por su media, excepto la variable VDP.

Los coeficientes se obtienen por estimación de la regresión logística. Estos productos se suman y agregan a la constante original o valor del intercepto. Beta ( $\beta$ ) es el coeficiente para la variable voluntad de pago (A).

Variable	Coefficientes
Intercepto	$B_0$
BID	$B_1$
$X_2$	$B_2$
$X_3$	$B_3$

En este modelo particular, la mediana de la distribución del verdadero valor de la VDP coincide con su media. El estimado de la mediana se obtiene al dividir la constante  $\alpha$  por el coeficiente de la disponibilidad de pago  $\beta$ :

$$\text{mediana} = \frac{\alpha}{\beta_1} = \text{media}$$

$$\alpha = B_0 + (B_2 X_2 + B_3 X_3 + \dots + B_n X_n)$$

Esta fórmula permite asumir valores de VDP negativos, independiente del signo de  $\alpha$ .

#### Estimación de los valores económicos

##### Costo de la producción hídrica del bosque

Para poder calcular el costo de la producción del bosque hay que reconocer sus funciones como regulador de la escorrentía superficial (controlador de inundaciones), generador de bajas tasas de erosión (agua más limpia y potable), regula-

dor de la velocidad de infiltración (sus complejos sistemas radiculares incrementan la permeabilidad de los estratos superficiales del suelo) (Stadtmüller 1994). Para llegar al costo de producción hídrica del bosque es necesario valorar la cantidad de agua captada o disponible, a través del costo de oportunidad de la mejor alternativa de uso de la tierra; o también, valorar la cantidad de agua captada por el costo real de la tierra. Esta metodología fue la que se utilizó en este caso. Por lo tanto, el valor de captación del bosque se calculó de la siguiente forma.

$$PH = \alpha * CT * H / VA$$

Donde:

PH = Costo de producción hídrica del bosque (US\$/m<sup>3</sup>)

CT = Costo promedio del valor de la tierra (US\$/ha)

H = Número de hectáreas de la cuenca del área de recarga (ha)

VA = Volumen de agua en la cuenca (producción mínima de agua) (m<sup>3</sup>/año)

$\alpha$  = Peso al valor de la función hídrica de los bosques (0,56)<sup>1</sup> como servicio ambiental

##### Costo de mantenimiento de la producción hídrica de la cuenca

Este costo se conforma con los gastos necesarios para el mantenimiento y mejoras en la cuenca.

$$CM = GAV + Gi + GEA + IEA$$

Donde:

CM = Costo de mantenimiento y protección de la cuenca

GAV = Gastos en administración y vigilancia

Gi = Gastos en prevención y control de incendios

GEA = Gastos en educación ambiental

IEA = Inversiones en equipo anualizados (CAUE) (Salguero 1996)

$$CM^3 = \alpha * CM / VA = (\$/m^3)$$

Donde

CM<sup>3</sup> = Costo de mantenimiento por metro cúbico (m<sup>3</sup>)

CM = Costo de mantenimiento y protección de la cuenca

VA = El volumen mínimo disponible en la cuenca

$\alpha$  = Coeficiente que explica el nivel de importancia que tiene la protección en función del recurso hídrico (0,56%)

##### Costos de limpieza del agua (costos defensivos)

Para el cálculo de los costos de la limpieza de aguas servidas se consultó con funcionarios del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA), encargados de la construcción y operación de la planta. Así se obtuvieron los costos de inversión (inicial y actual), los costos de operación (mantenimientos e insumos) y los metros cúbicos que se procesan por año.

$$CL = \frac{CI + CO}{M}$$

Donde:

CL = Costo de limpieza del agua

CI = Costo de inversión

M = Metros cúbicos procesados anualmente

CO = Costo de operación anual de la planta

<sup>1</sup> Barrantes y Castro (1998) calcularon un peso promedio de 56% al valor de la productividad de los bosques en Costa Rica como bancos exclusivos de producción de agua. Este promedio fue el resultado de una consulta a nivel nacional en que se valoró el bosque en términos de los servicios ambientales que ofrece, y se estimó considerando un valor hipotético de los bosques en términos de producción (captación de agua) en seis regiones del país.

### Costo de la tarifa actual

De los registros se obtuvo la tarifa mensual promedio pagada por los usuarios del servicio de agua potable de la ciudad de Santa Cruz.

CTA = Costo de tarifa actual (precio/m<sup>3</sup>) pagado por los usuarios del servicio de agua potable

TM = Tarifa promedio mensual

$$CTA = \frac{TM}{C} (\$/m^3) \quad (9)$$

C = Consumo promedio mensual

### Fondo de reserva

Se aplicó un margen base como fondo de reserva equivalente a la tasa de interés bruto de los certificados de depósitos en dólares (Libor 12 meses) de 5,75% en junio de 1999, según el Banco Central de Costa Rica. Ese margen base tiene como objetivo ir recuperando la inversión con el crecimiento de la población, lo cual significa mayores demandas tanto sobre el recurso hídrico como sobre el servicio de suministro de agua.

## Resultados

### Valoración Contingente

#### La encuesta

Se procedió a formular un modelo donde la variable dependiente (o de respuesta) fue el logaritmo natural de la probabilidad de una respuesta afirmativa 'sí' sobre la probabilidad de una respuesta negativa 'no' a un BID (tarifa) ofrecido en la encuesta (B1). Como variables independientes se consideraron todas las variables socioeconómicas además de la variable BID.

Las variables BID, precio del agua que pagan los usuarios e ingreso familiar son las de mayor relevancia para explicar la voluntad de pago para que se mejore la calidad del

### Cuadro 1.

Modelo reducido para el cálculo de la media de la VDP

Variable	Coficiente	Error estándar	Wald Chi-cuadrado	PR> Chi-cuadrado	Media
Intercepto *** (Constante)	6,7821	1,2605	28,9478	0,0001	
BID ***	-0,00650	0,00125	27,0511	0,0001	289,256
Jefe familia **	1,2089	0,5344	5,1140	0,0235	0,8787
Edad **	-0,0289	0,0131	4,8523	0,0276	42,50
Ingreso					
<30.000 ***	4,0021	1,0556	14,3865	0,0001	0,2479
31.000-50.000 **	2,9799	1,0676	7,7901	0,0053	0,1818
51.000-75.000 **	2,8281	1,0875	6,7629	0,0093	0,6552
76.000-100.000	2,1184	1,1321	3,5016	0,0613	0,1404
101.000-150.000	2,1104	1,2660	2,7788	0,0955	0,0771

N=363; -2 logaritmo del valor de máxima verosimilitud=347,160; Chi-cuadrado (8 g.l.)=76,367 (p=0,0001)

Nivel de significancia ( $\alpha$ )= 0,05 (\*\*), 0,01 (\*\*\*)

Concordancia = 82,5%, Discordancia = 17,3%.

agua en la comunidad. El modelo reducido tiene un valor de Chi-cuadrado, prueba que se realiza para determinar la significancia en conjunto de las variables independientes. El efecto combinado de las variables (Chi-cuadrado = 76,367) es significativo a un nivel de p = 0,0001. También, el valor de Chi-cuadrado = 347,160 para el test de Lagrange, lo cual indica una relación significativa entre las variables independientes y la variable dependiente con un valor de p = 0,0001.

El modelo también predice correctamente la relación de respuestas 'Sí/No' al 82,5% de las veces versus una tasa de discordancia de 17,3%. Es importante hacer notar que los anteriores resultados son consistentes con la teoría económica que sustenta este tipo de modelos.

#### Estimación de la VDP

El Cuadro 2 muestra la media de la VDP de los usuarios de agua potable de Santa Cruz. El resultado obtenido nos indica que el 77,8 % de estos usuarios están dispuestos a pagar \$425 adicionales a la tarifa de agua que pagan actualmente

por el mejoramiento de la calidad de agua potable. Este monto adicional equivale a un 18% de la tarifa promedio que pagan los usuarios actualmente.

#### Voluntad de Pago Agregada

El cálculo de la voluntad de pago agregada para el mejoramiento de la calidad del agua potable en la cuenca del río Enmedio (Cuadro 3) se determinó tomando en cuenta dos opciones: *Opción A*- que todos los usuarios del servicio paguen \$425 (US\$1,49) adicionales a la tarifa que pagan ahora; según registros de la oficina del AyA en Santa Cruz, a marzo 1999 eran 2936 usuarios. *Opción B*- que ese monto lo paguen un 77,8% de los usuarios (porcentaje de los encuestados que respondieron 'Sí' a la pregunta de la VDP. Es importante recalcar que la pregunta consideraba el pago adicional solo en los meses de verano en la zona (enero - abril).

A continuación se presentan algunas alternativas de actividades que podrían cubrirse, parcial o totalmente, con la (Opción B); estas alternativas son excluyentes.



- Pago por Servicios Ambientales (Modalidad de Certificado de Protección del Bosque, CPB). Se podría aprovechar el sistema que está funcionando y es oficial en Costa Rica desde hace varios años, para el pago por servicios ambientales. El Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) podría dar prioridad a la protección de los recursos hídricos en la cuenca del río Enmedio y el dinero generado mediante la Opción B entregarse al Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) para el pago de CPB en el área de estudio. Con ese dinero (US\$13.624/año) se podría pagar el CPB a 324 ha/año para fomentar la recuperación parcial de áreas degradadas de la cuenca o prioritarias para la productividad hídrica; en diez años se habrían recuperado 648 ha de bosque secundario.
- Compra de tierras. El promedio del valor de la tierra en la cuenca media y alta es de US\$649/ha. El dinero generado alcanzaría para comprar 21 ha/año.
- Programa de Control y Prevención de Incendios. El costo del programa es de US\$18.770/año; o sea que el dinero generado alcanzaría para cubrir el 73% del costo de implementación.
- Programa de Educación Ambiental. El monto de ejecución por año es de US\$20.082; la Opción B cubriría solo el 68% del programa.
- Administración y Vigilancia. El costo anual asciende a US\$22.278, lo que quiere decir que el dinero generado con la Opción B cubre el 61%.

#### Costo real del agua para consumo humano

Para determinar el costo real del agua para uso doméstico en la cuenca del río Enmedio se propone una estructura tarifaria constituida por los siguientes componentes:

**Cuadro 2.**  
Media de la VDP

Modelo	$\alpha$	$\beta$	Media VDP	
			Colones	US Dólares*
Reducido	-2,7676	-0,00650	425	1,49

\* Tasa de cambio: US\$1 = ₡285 (junio 1999)



Foto: Orlando Merayo

El dinero pagado por los usuarios que respondieron afirmativamente a la pregunta de la VDP no sería suficiente para el mantenimiento de la infraestructura y el manejo y protección de la cuenca

#### Costo ambiental del agua:

- Costo de la producción hídrica anual de los bosques en la cuenca (US\$0,116)
- Costo de mantenimiento y protección de la cuenca (US\$0,016)

#### Costo financiero:

- Costo de los montos de la tarifa actual, incluyendo todos los costos de operación, inversión, etc. (US\$0,245)
- Costo de limpieza del agua (US\$0,217)
- Fondo de reserva (US\$0,034)

El costo ambiental del agua en los bosques de la cuenca media y alta del río Enmedio es de US\$0,132/m<sup>3</sup>

(producción y mantenimiento). Si se incorpora este costo, la tarifa actual (US\$0,245/m<sup>3</sup>) aumentaría en un 54% (US\$0,251/m<sup>3</sup>). De los costos financieros, el tratamiento post-servicio (limpieza) es uno de los valores más altos, y corresponde a un 35% del costo real calculado. Estos datos nos dan indicios de por qué la mayoría de los servicios de agua del país no tienen tratamiento post-servicio, con lo que los cauces de los ríos reciben cada vez mayor contaminación. Si todos los valores presentados se incorporan a la tarifa actual, el incremento sería de 152% (US\$0,628/m<sup>3</sup>), con lo que se lograría un suministro sostenible de agua potable en el área de estudio.

**Cuadro 3.**  
Voluntad de Pago Agregada de los usuarios de la cuenca

Opción	Media VDP Mensual		No. de usuarios (marzo 1999)	Media VDP Anual	
	Colones	Dólares		Colones	Dólares
Opción A	425	1,49	2936	4.991.200	17.512
Opción B	425	1,49	2284	3.882.800	13.624

Tasa de cambio: US\$1 = ₡285 (junio 1999)

### Voluntad de pago total vrs costo real del agua

La voluntad de pago total de los usuarios del agua potable para mejorar la calidad del agua está constituida por el costo de la tarifa actual (US\$0,245/m<sup>3</sup>/año) más la media de la voluntad de pago calculada (Valoración Contingente), la cual se expresa en forma de costo anual por volumen (US\$0,044 m<sup>3</sup>/año). Como resultado, la voluntad de pago total es de US\$0,289/m<sup>3</sup>/año.

Además, el costo real del agua para uso doméstico se calculó en US\$0,377/m<sup>3</sup> anual. En consecuencia, la voluntad de pago total sería de (US\$0,272/m<sup>3</sup>), o sea, menor que el costo real del agua. Por lo tanto, los programas propuestos (compra de tierras, programas de educación ambiental, control y prevención de incendios, compra de equipo, programa de administración y vigilan-

cia) no se pueden implementar en forma completa, ya que la voluntad de pago de los usuarios es menor que los costos de tales programas.

Evidentemente, el gobierno deberá seguir subsidiando el suministro de agua potable en la zona de estudio, ya que con las condiciones socioeconómicas imperantes (niveles de ingresos muy bajos) es prácticamente imposible cobrar el costo real del agua. Aunque la voluntad de pago de los pobladores es alta (77,8%), el monto que están dispuestos a pagar (US\$1,49/mes) adicional a la tarifa actual no es suficiente para cubrir los costos reales del agua.

### Conclusiones

- Si se considera el costo de la función natural de los bosques existentes en la cuenca media y alta del río Enmedio, desde la perspectiva de producción hídrica, la tari-

fa actual se incrementaría en un 54%. Este monto base podría cobrarse o negociarse como servicio ambiental producido por los bosques de la cuenca a instituciones, empresas y poblaciones que se benefician del recurso.

- Si se incorporan todos los componentes del costo real del agua, la tarifa actual se incrementaría en un 152%, con lo cual se podría dar contenido económico a las operaciones de mantenimiento de la infraestructura existente y el manejo y protección de la cuenca, con el objetivo de asegurar una oferta continua y permanente del recurso hídrico para el abastecimiento de la población.
- Las condiciones socioeconómicas imperantes en la cuenca (niveles de ingresos muy bajos) imposibilitan el cobro del costo real del agua.

### Literatura citada

- Barrantes, G; Castro, E. 1998. Valoración económica ecológica del agua en Costa Rica: Internalización de los servicios ambientales. Informe 2. San José, Costa Rica, Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE). 51 p.
- Hanemann, MW. 1984. Welfare evaluations in contingent valuation experiments with discrete response data. *American Journal of Agricultural Economics* 66(3):332-341.
- Loomis, JB. 1988. An introduction to contingent valuation using dichotomous choice models. *Journal of Leisure Research* 20(1):46-56.
- Reynolds, J. 1997. Evaluación de los recursos hídricos en Costa Rica: Disponibilidad y utilización. San José, Costa Rica, CCTICINPE. Informe del proyecto cuencas ambientales.
- Salguero, ER. 1996. Valoración económica de la contaminación de las fuentes de agua por los desechos de la industria del beneficiado húmedo de café: El uso del concepto de costo defensivo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- Shultz, S. 1997. La valoración de recursos naturales y ambientales no basados en el mercado en Centroamérica y El Caribe. *Revista CEPAL* no. 63:65-76.
- Stadtmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo. Turrialba, CR, CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 246. 62 p.

# Metodología para la gestión de proyectos de pago por el servicio ambiental hídrico en microcuencas rurales de Honduras

**Raquel Chirinos**  
*raquelchirinos@hotmail.com*  
**Francisco Jiménez**  
*CATIE. fjimenez@catie.ac.cr*

El PSA no representa solo un mecanismo de conservación de los recursos, sino también un generador de ingresos para las áreas rurales, el cual debe ser reconocido como parte de las estrategias de desarrollo a nivel local para brindar una mayor protección a las cuencas hidrográficas.

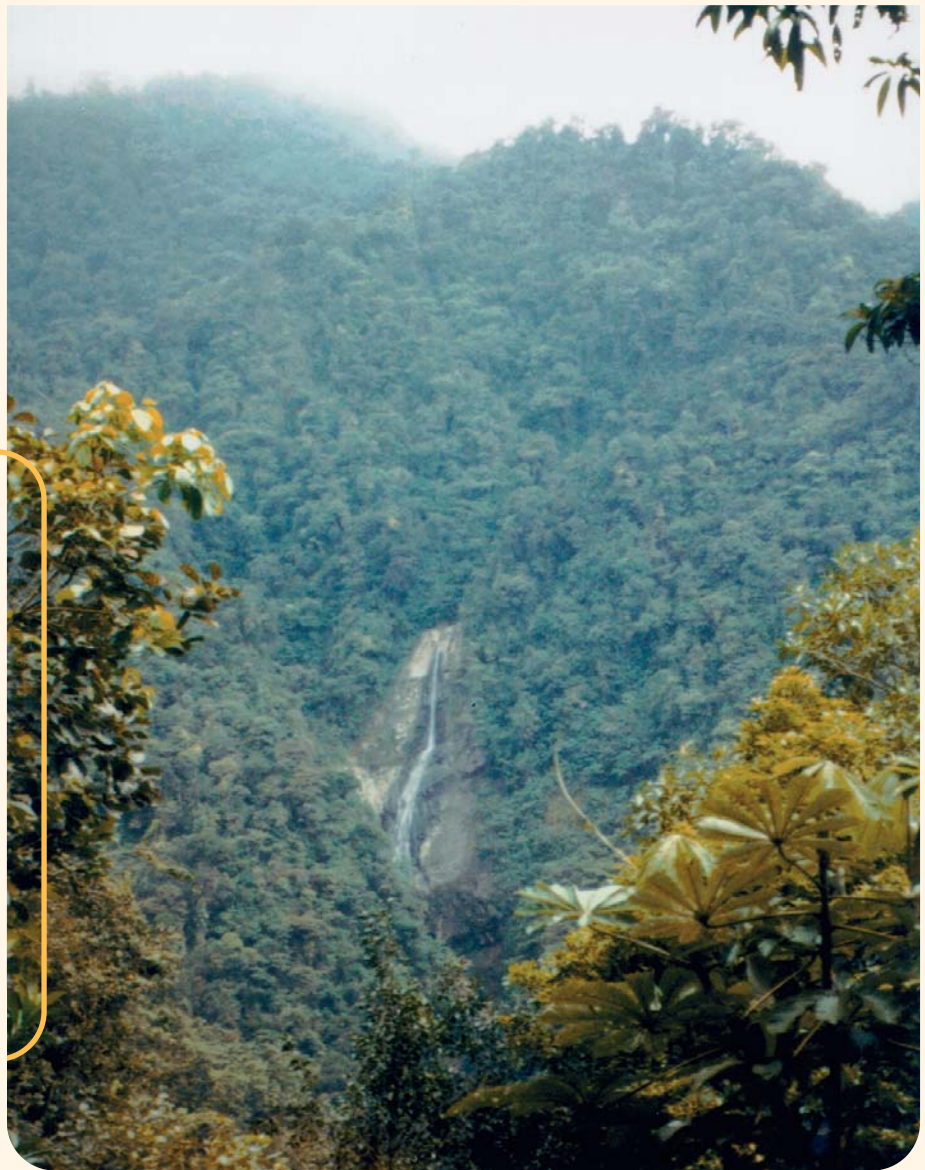


Foto: Andrés García

## Resumen

La presente investigación fue desarrollada con el propósito de contribuir al conocimiento del manejo sostenible y participativo de las microcuencas rurales de Honduras, principalmente para el manejo del recurso agua. La metodología propuesta se basa en el estudio de caso de la microcuenca Quebrada Seca ubicada en el municipio de Catacamas, departamento de Olancho, Honduras. Esta microcuenca abastece de agua a unas 390 familias, que en verano tienen problemas de escasez debido al poco caudal disponible.

El estudio se desarrolló mediante información recolectada en tres diferentes niveles: información secundaria, información primaria directa e información primaria indirecta. La propuesta consta de cinco pasos principales: 1) definición de la función del servicio hídrico; 2) recolección y sistematización de la información (microcuenca, oferta y demanda); 3) definición de los ámbitos y construcción del modelo de pago por servicio ambiental hídrico (PSAH); 4) puesta en práctica del proyecto de PSAH; 5) seguimiento y evaluación.

**Palabras claves:** Metodología; pago por servicio ambiental hídrico; gestión; microcuenca; propuesta; proyecto.

## Summary

**Methodology for water payment determination in rural micro-watersheds in Honduras.** This study pretends to provide new information about sustainable and participative management of rural micro-watersheds in Honduras, especially that related to water management. A methodology was developed basing on a case study: micro-watershed Quebrada Seca, Olancho department, Honduras. This micro-watershed provides water to 390 families who, during the dry season, suffer from water scarcity.

Information was gathered in three levels: secondary information, direct and indirect primary information. The proposal comprises five steps: 1) definition of water services; 2) gathering and analysis of information (micro-watershed, supply and demand); 3) definition of sceneries and development of a model for the determination of water payment, as an environmental service; 4) project's execution; 5) follow up and evaluation.

**Keywords:** Methodology, water environmental service payment, management, execution, micro-watershed, proposal, project.



La literatura dispone de diversas definiciones para referirse a lo que conocemos como pago por servicios ambientales (PSA). La mayoría de ellas enfatizan la razón del establecimiento de los PSA, e identifican a los actores involucrados en el proceso. Burstein *et al.* (2002) cita una definición elaborada en un taller de experiencias de PSA realizado en Chiapas; en esa, los PSA son considerados como una transacción mediante la cual los dueños de las tierras son retribuidos por los usuarios de los servicios ambientales. Los PSA son una innovación social que no emerge espontáneamente (Camacho *et al.* 2000), y constituyen un mecanismo financiero mediante el cual los consumidores de servicios ambientales compensan a los propietarios de los recursos por la cantidad y calidad de servicios brindados durante un tiempo dado (Mejías y Segura 2002).

Es importante destacar que estos servicios están siendo reconocidos cada vez más en el continente americano; cuatro son los más frecuentes: protección de agua para consumo humano y generación hidroeléctrica, biodiversidad, belleza escénica y contribución para resolver el problema del cambio climático mediante la captura de carbono (IICA 1999).

En Honduras, la iniciativa sobre los servicios ambientales ha surgido de lo local hacia lo nacional. En el país, se identifican principalmente dos casos: la experiencia de la cuenca del Embalse El Cajón, la cual busca proteger la cuenca con el propósito de abastecer de agua suficiente y de calidad para la producción hidroeléctrica, consumo humano, industrial y agropecuario. La otra iniciativa ha sido desarrollada por la Pastoral de la Tierra y el Medio Ambiente de la Diócesis de Trujillo, departamento de Colón. Esta experiencia tiene como objetivo proteger las fuentes de agua del departamento para consumo humano y elaborar

una propuesta de PSA que tenga incidencia a nivel nacional (Mejías y Segura 2002).

La presente investigación fue desarrollada con el propósito de contribuir al conocimiento del manejo sostenible y participativo de las microcuencas rurales de Honduras, principalmente el manejo del recurso agua. La implementación de actividades con enfoque de manejo de cuencas facilita la conservación de ecosistemas que permiten generar servicios para la sociedad, a los cuales, en la actualidad, se les reconoce un valor económico, de manera que los beneficiarios paguen a los productores de los mismos.

te de las microcuencas rurales de Honduras.

El objetivo principal de la propuesta es brindar lineamientos generales para un proyecto de Pago por Servicio Ambiental Hídrico (PSAH), que forme parte de una estrategia para aliviar, a mediano o largo plazo, los problemas de escasez y contaminación del agua que actualmente experimentan la mayoría de las microcuencas rurales del país. Los pasos metodológicos que a continuación se detallan pueden y deben ajustarse a las situaciones particulares de cada microcuenca, o, si fuera necesario, agregar nuevos pasos.



Foto: Proyecto FOCUENCAS, CATIE

El modelo de funcionamiento del proyecto PSAH debe construirse de forma participativa de manera tal que permita socializar el proyecto e identificar las potenciales funciones de los actores en la implementación del mismo

### Metodología

Esta propuesta está basada en el estudio de caso de la microcuenca Quebrada Seca (MQS) ubicada en el municipio de Catacamas, departamento de Olancho, Honduras (Chirinos 2002). Además, se han revisado estudios de casos similares en América del Norte, Centro y Sur y se han tenido en cuenta las condiciones biofísicas, socioeconómicas e institucionales que predominan en la mayor par-

### Resultados y discusión

Como pasos de esta propuesta se sugieren: 1) definición de la función del servicio ambiental hídrico en la microcuenca; 2) recolección y sistematización de la información (microcuenca, oferta y demanda); 3) definición de los ámbitos y construcción del modelo de PSAH; 4) puesta en práctica del proyecto de PSAH y 5) seguimiento y evaluación. Cada uno de estos pasos se detalla a continuación.

### Definición de la función del servicio ambiental hídrico en la microcuenca

El agua es un recurso que tiene diferentes usos; por lo tanto, para efectos de ejecución de la propuesta es importante definir la función del recurso en el contexto de la microcuenca en la cual se pretende trabajar. Entonces, hay que identificar si el agua es usada para consumo humano, para microriego, para uso industrial, piscicultura u otros. El campo de acción del proyecto de PSAH, los actores involucrados y el tipo de información que se debe recolectar y sistematizar se definen según la función del recurso.

### Recolección y sistematización de la información

La información puede ser recolectada y analizada en tres diferentes niveles:

- Información secundaria
- Información primaria directa
- Información primaria indirecta

Entre la **información secundaria** se encuentran todos los documentos, mapas, censos y bases de datos relacionadas con el área y los actores locales involucrados en el proyecto de PSAH. La **información primaria directa** se obtiene a partir de talleres, encuestas, entrevistas semiestructuradas, conversaciones con informantes claves, visitas de campo, medición de calidad y cantidad de agua, entre otros. La **información primaria indirecta** se genera a partir del análisis de datos; por ejemplo, imágenes de satélite, fotografías aéreas, u otros. Cualquiera sea el tipo de información, debe estar orientada a caracterizar las funciones del recurso hídrico y los actores involucrados en esas funciones.

La recolección y sistematización de la información debe conducirnos a obtener los siguientes productos:

### Caracterización de la microcuenca

Para caracterizar una microcuenca es fundamental contar con la participación de los actores locales, instituciones y proyectos para los cuales sea de interés el establecimiento de un proyecto de esta naturaleza. La caracterización debe incluir aspectos como:

- Tenencia de la tierra
- Uso actual de la tierra
- Capacidad de uso de la tierra
- Detección de conflictos de uso de la tierra

El agua es un recurso que tiene diferentes usos; por lo tanto, para efectos de ejecución de la propuesta es importante definir la función del recurso en el contexto de la microcuenca en la cual se pretende trabajar. Entonces, hay que identificar si el agua es usada para consumo humano, para microriego, para uso industrial, piscicultura u otros.

- Aforo de caudales
- Análisis bacteriológicos de calidad del agua
- Caracterización de los sistemas de producción
- Identificación de los beneficiarios del agua producida en la microcuenca
- Identificación de infraestructura presente en la microcuenca

### Caracterización socioeconómica de los productores (oferta)

La información de interés puede obtenerse mediante encuestas o talleres participativos. También se puede consultar las bases de datos de los

proyectos de desarrollo o instituciones que realizan algún tipo de trabajo con los actores involucrados.

### Caracterización socioeconómica de los usuarios (demanda)

Mediante encuestas directas a una muestra representativa de los usuarios del agua de la microcuenca se logra una caracterización socioeconómica apropiada. En el estudio de caso realizado en la MQS se consideró una muestra del 25% escogida al azar del total de usuarios, a los cuales se aplicó un cuestionario que, entre otros aspectos, medía el ingreso promedio familiar mensual, la escolaridad del entrevistado, el sexo, la voluntad de pago por un servicio de mejor calidad del que había recibido hasta la fecha y para que la microcuenca fuera protegida, y la voluntad para trabajar en pro del mejoramiento y conservación de la microcuenca.

### Definición de los ámbitos y construcción del modelo de PSAH

#### Definición de los ámbitos del proyecto de PSAH

Antes de construir el modelo de funcionamiento del proyecto de PSAH, es importante definir los ámbitos que lo integran. En esta propuesta se proponen cuatro ámbitos: biofísico, social, institucional y administrativo. El ámbito biofísico está compuesto por variables como uso actual de la tierra, capacidad de uso, conflictos de uso, cantidad y calidad de agua. El ámbito social lo conforman los oferentes y los demandantes del servicio ambiental hídrico. Al ámbito institucional corresponden la Municipalidad, proyectos de desarrollo, dependencias gubernamentales del Ministerio de Salud, Ministerio de Educación, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Ministerio de Recursos Naturales y Ambiente, ONG, Patronatos Comunales y Juntas de Agua. El ámbito administrativo surge de la interacción entre los

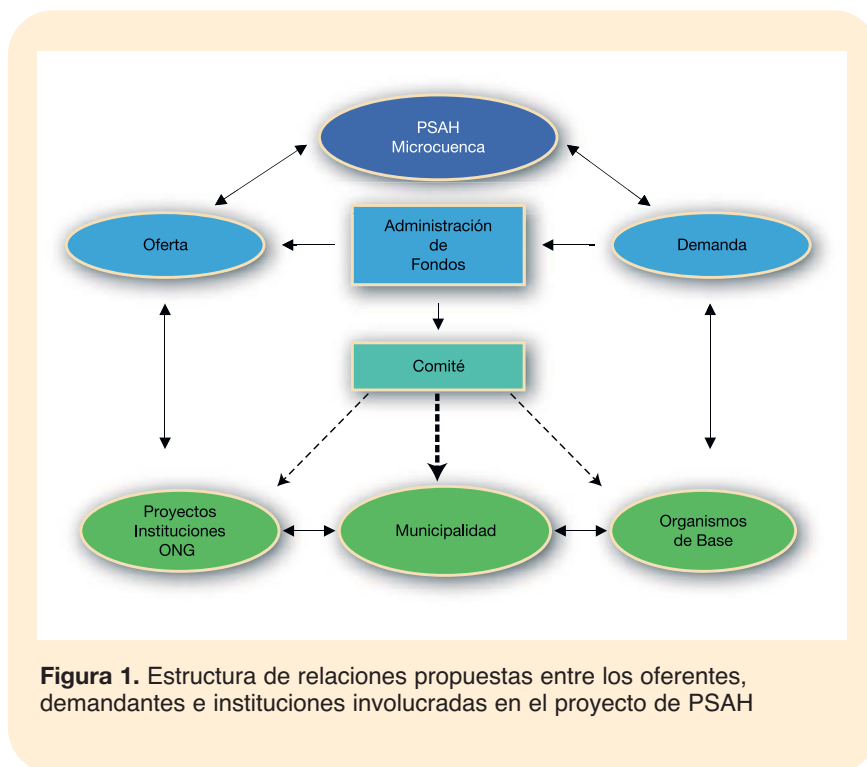
tres ámbitos anteriores, y está compuesto por los integrantes del Comité Administrador de los fondos del proyecto de PSAH.

#### Construcción del modelo de funcionamiento del proyecto de PSAH

El modelo de funcionamiento del proyecto PSAH debe construirse de forma participativa, involucrando a los oferentes y demandantes del servicio ambiental, la Municipalidad local y los diferentes proyectos e instituciones que ejercen influencia en la microcuenca sujeta a planificación. Un modelo participativo permite ir socializando el proyecto e identificando las potenciales funciones de los actores en la implementación del mismo. Además, la participación de todos los actores locales en este proceso permite identificar nuevas funciones del servicio ambiental hídrico y, por consiguiente, la incorporación de más actores al proceso.

La Figura 1 presenta la propuesta de un modelo de operación de un proyecto de PSAH en el cual se han identificado la demanda y oferta del servicio ambiental, los actores locales involucrados y una forma de administración de los recursos financieros o en especie destinados a compensar a los oferentes del servicio. Este modelo es apto para microcuencas rurales donde, por lo general, hay presencia municipal y de organismos de base como los Patronatos Comunales y Juntas de Agua, proyectos de desarrollo, ONG y dependencias gubernamentales de los Ministerios de Salud, Educación, Recursos Naturales y Ambiente y Agricultura y Ganadería. Sin embargo, este modelo puede modificarse de acuerdo con las características propias de cada escenario.

En el modelo propuesto se observan las relaciones entre el servicio ambiental hídrico (ámbito biofísico), la oferta y la demanda del servicio (ámbito social), las instituciones presentes en la microcuenca



**Figura 1.** Estructura de relaciones propuestas entre los oferentes, demandantes e instituciones involucradas en el proyecto de PSAH

(ámbito institucional), y el Comité Administrador de los fondos del proyecto de PSAH liderado inicialmente por la Municipalidad e integrado por representantes de proyectos de desarrollo y otras instituciones con influencia en la microcuenca (ámbito administrativo).

#### Puesta en práctica del proyecto de PSAH

Uno de los aspectos más importantes en la ejecución de esta propuesta es definir cómo llevar a la práctica el modelo de trabajo propuesto. En este punto debe determinarse el valor que tiene el agua para los usuarios, definir y reglamentar el mecanismo de pago a los demandantes, crear mecanismos de internalización del pago a los oferentes del servicio ambiental hídrico y lograr la sostenibilidad del proyecto.

El valor que tiene el agua para los usuarios (demanda) se puede definir haciendo uso de la valoración contingente, la cual consiste en preguntarle a los usuarios cuánto estarían dispuestos a pagar para que

el servicio o producción de agua se mantenga y/o se mejore, y se realicen actividades que promuevan la sostenibilidad del mismo a través del tiempo. Como mecanismo de pago de los demandantes puede utilizarse el recibo mensual del agua potable o cualquier otro que se determine.

El mecanismo de internalización de los pagos a los oferentes que decidan involucrarse en un sistema de PSAH se identifica, por lo general, mediante consulta directa a los actores locales o mediante la realización de un taller participativo. En el estudio de caso de la MQS se identificaron mediante consulta directa. Es importante definir los montos con los que se compensará a los productores, otros tipos de compensaciones que podrían incluirse, las condiciones para optar al PSAH y, algo muy importante, cómo se van a manejar los fondos y quiénes serán los responsables de hacerlo.

La sostenibilidad financiera del proyecto es uno de los aspectos más importantes. Para lograrlo



es necesario contar con la participación de todos los actores locales y, además, crear conciencia entre los pobladores sobre la importancia y necesidad del proyecto. Para alcanzar la sostenibilidad se cuenta con el aporte de los usuarios del agua, pero quizás este aporte no sea suficiente para desarrollar todas las actividades que un proyecto de PSAH implica. Es necesario, entonces, elabo-

- Identifica las instituciones y proyectos de desarrollo presentes en la microcuenca, destacando la función potencial de cada uno de ellos en la implementación de un sistema de PSAH y su posible aporte para co-financiar el proyecto.
- Caracteriza los productores presentes y su grado de compromiso con el proyecto de PSAH.

#### *Estimación de los montos de las compensaciones del proyecto de PSAH*

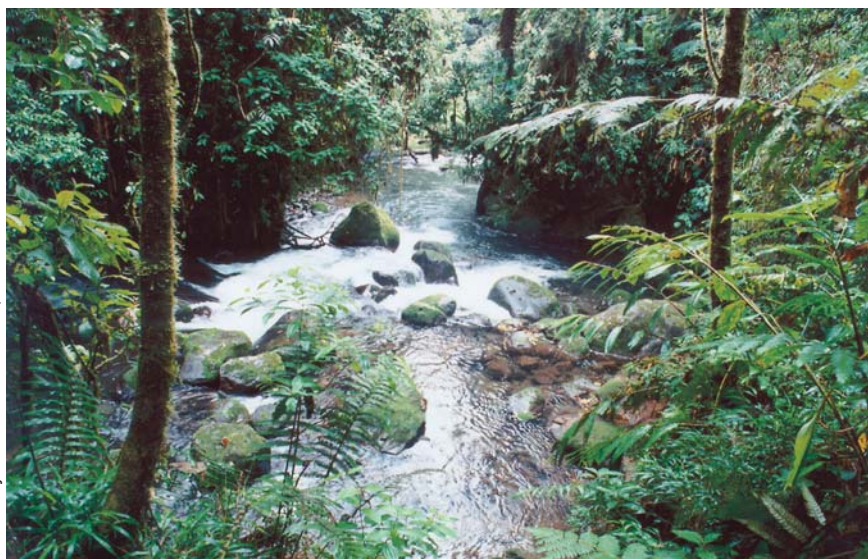
Es recomendable ejecutar el proyecto en períodos definidos. Antes de establecer los montos es necesario definir, entonces, cuánto tiempo va a durar la primera etapa del proyecto (1 año, 2 años, etc.). Tomando como base la duración de esta primera etapa, se planifican las actividades del proyecto y se estiman los montos de las compensaciones. Para facilitar y organizar la estimación de estos montos se propone dividir la parte administrativa del proyecto en componentes, los cuales podrán incrementarse o disminuir dependiendo de cada situación en particular (Figura 2).

Para estimar los montos compensatorios se recomienda usar el criterio de costo de oportunidad; es decir, cuánto deja de percibir el dueño de una extensión determinada de bosque por no aprovecharlo, o cuánto deja de percibir el dueño de una parcela ubicada en un área crítica por no cultivar esa tierra definida o indefinidamente y dejarla para que sea reforestada o para que se regenerare naturalmente.

#### **Seguimiento y evaluación**

Siempre de manera participativa, es importante definir indicadores para el monitoreo y la evaluación del proyecto de PSAH. Los indicadores deben poder ser medidos sin dificultad por miembros de la misma población involucrada en el proyecto, o por una comisión específica nombrada para tal fin. Como complemento, pueden utilizarse los indicadores propuestos en esta metodología, los cuales están agrupados por ámbitos (Cuadro 1). Al finalizar cada una de las etapas del proyecto, se recomienda hacer evaluaciones para corregir errores, fortalecer debilidades y procurar nuevo financiamiento para etapas posteriores. Además, es importante sistematizar la experiencia para que pueda servir a otras microcuencas interesadas en repli-

Foto: Proyecto TRANSFORMA, CATIE



Para efectos de establecer un PSAH es importante definir la función del agua en el contexto de la microcuenca

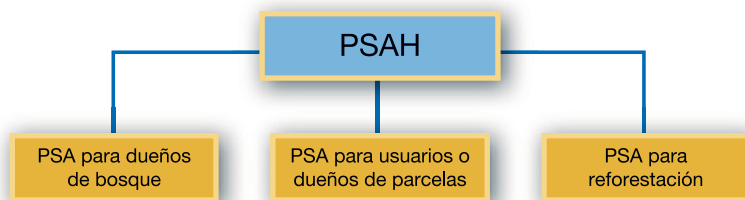
rar una propuesta para la búsqueda de co-financiamiento con la Municipalidad o con algún proyecto de desarrollo que tenga influencia en la microcuenca.

Al escribir la propuesta, se debe procurar hacer un uso eficiente de toda la información que se haya generado y que las personas más indicadas asuman la responsabilidad por la elaboración y gestión de la misma, ya que de esto depende gran parte del éxito. La propuesta es un documento que:

- Presenta una caracterización de la microcuenca debidamente respaldada con los productos generados (mapas, análisis de laboratorio, caudales medidos, etc.).

- Caracteriza a los usuarios del agua producida en la microcuenca y resalta la voluntad de pago que ellos tienen para co-financiar el proyecto, así como su voluntad por involucrarse en labores de protección de la microcuenca.
- Menciona los tipos de compensación propuestos por los actores locales.
- Estima los montos que serán necesarios para la implementación y desarrollo de las actividades del proyecto durante un tiempo determinado.
- Incluye cualquier otra información que se considere relevante y que podría ayudar en la consecución de fondos.





**Figura 2.** Diagrama de componentes propuestos para la parte administrativa del proyecto de PSAH

**Cuadro 1.** Indicadores propuestos para el seguimiento y la evaluación del proyecto de PSAH

Ámbitos	Indicadores
Biofísico	Número de prácticas sostenibles implementadas Número de hectáreas de bosque bajo protección Número de hectáreas reforestadas o bajo reforestación Calidad de agua Cantidad de agua
Social	Número de familias que incorporan prácticas sostenibles Número de familias que conservan bosques Número de familias que reforestan Número de familias que pagan un monto extra en su recibo de agua potable
Institucional	Número de instituciones participantes Número de representantes de instituciones que participan Grado de motivación de los participantes (alto, medio, bajo) Grado de compromiso de las instituciones participantes (alto, medio, bajo)
Administrativo	Número de instituciones que integran el Comité Administrador de los fondos Grado de motivación de los integrantes del Comité (alto, medio, bajo) Ingresos Egresos

car el proyecto. Es fundamental que la gestión e implementación de un proyecto de PSAH vaya acompañada por procesos de educación y concientización ambiental a nivel formal y no formal.

### Conclusiones y recomendaciones

La metodología propuesta en este estudio ha sido diseñada para trabajar en microcuencas rurales de Honduras; sin embargo, es lo bastante flexible para ser ajustada a cada escenario en que se desarrolle. En el contexto de esta propuesta, el PSA no representa solo un mecanismo de conservación de los recursos, sino también un generador de ingresos para las áreas rurales, el cual debe ser reconocido como parte de las estrategias de desarrollo a nivel local para brindar una mayor protección a las cuencas hidrográficas.

Se recomienda completar las etapas de la metodología que aún no se han desarrollado en la Microcuenca Quebrada Seca y documentar la experiencia y validar la metodología en microcuencas que presenten un escenario óptimo. Esto es, microcuencas donde haya liderazgo local y alta conciencia ambiental entre los pobladores; microcuencas en donde los actores estén dispuestos a realizar campañas de concientización ambiental antes y durante el estudio, y microcuencas donde haya productores con procesos mínimos de conservación en sus parcelas o que estén dispuestos a iniciarlos.

### Literatura citada

- Burstein, J; Chapela y Mendoza, G; Aguilar, J; León, E. de. 2002. Informe sobre la propuesta de pago por servicios ambientales en México. Informe realizado en el marco del proyecto "Pago por Servicios Ambientales en las Américas". S.I., s.e. 101 p.
- Camacho, MA; Segura, O; Reyes, V; Aguilar, A. 2000. Pago por servicios ambientales en Costa Rica. Informe preparado en el marco del proyecto PRISMA-Fundación Ford. s.n.t.
- Chirinos, R. 2002. Metodología para la gestión de proyectos de pago por servicio ambiental hídrico en microcuencas rurales de Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 99 p.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. 1999. El pago de servicios ambientales y el desarrollo sostenible en el medio rural. San José, CR, IICA. 58 p. Serie de publicaciones RUTA No. 2.
- Mejías Esquivel, R; Segura Bonilla, O. 2002. El pago de servicios ambientales en Centroamérica. Heredia, CR, UNA, Centro Internacional de Política Económica para el Desarrollo Sostenible (CINPE). 90 p.

# Calidad del agua y su relación con los usos actuales en la subcuenca del río Jucuapa, Nicaragua

**Arlen Córdoba**

*acordoba@catie.ac.cr*

*arlencordoba@yahoo.com*

**Bommat Ramakrishna**

*krishloai@hotmail.com*

**Diego Gómez**

*CATIE. dmgozmez@yahoo.com.mx*

En la subcuenca del río Jucuapa, departamento de Matagalpa, la caficultura tiene un alto impacto en la parte alta debido al vertido de agua miel en los ríos.

Esta situación es preocupante debido a la falta de información precisa sobre la realidad del agua para consumo humano y riego.



Foto: Gerardo Bermúdez

## Resumen

Se realizó un estudio sobre el impacto de los usos actuales en la calidad del agua en la subcuenca del río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua. Se seleccionaron puntos de contaminación en las haciendas cafetaleras, en afluentes de la parte alta de la subcuenca. Se hicieron muestreos mensuales durante los meses de febrero, marzo y abril del 2002, antes y después de la descarga de contaminantes. Se evaluaron variables físico-químicas como temperatura, pH, conductividad eléctrica, sólidos sedimentables, demanda biológica de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y nitrógeno amoniacal, y bacteriológicas como coliformes fecales en fuentes de abastecimiento de agua potable. Los resultados de los indicadores físico-químicos demuestran una reducción de la calidad del agua en febrero en la Hacienda Los Angeles, lo cual manifiesta la presencia de contaminantes orgánicos (pH 5,41, DBO 84,88 mg/L y DQO 213,82 mg/L). Los otros puntos evaluados no parecen haber sido afectados por contaminantes. También se evaluó la percepción de la población local, instituciones gubernamentales y no gubernamentales sobre la calidad del agua. Si bien los pobladores tienen un conocimiento general sobre el estado actual del río Jucuapa, hay poca conciencia ambiental y poco conocimiento sobre el impacto y consecuencias de las actividades que se realizan en la subcuenca.

**Palabras claves:** Calidad del agua; manejo de cuencas; contaminación del agua; río Jucuapa; Nicaragua.

## Summary

### **Quality of the water and its relation with the present uses in the sub-watershed of the river Jucuapa, Nicaragua.**

A study was carried out to determine the impacts of current uses over water quality in the sub-watershed of Jucuapa River, Matagalpa, Nicaragua. Several pollution sources were located upstream in coffee haciendas with human settlements. A monthly monitoring was undertaken during February, March, and April 2002, before and after the discharge of pollutants. The following physical-chemical variables were measured: Temperature, pH, electric conductivity, sedimentable solids, biological demand of oxygen, biochemical demand of oxygen, and ammoniac nitrogen. In addition, the presence of faecal coliforms on drinkable water sources was determined. In February, the physical-chemical indicators showed a reduction of water quality in Hacienda Los Angeles with a decrease of pH to 5,41, and increases of DBO 84,88 mg/L, and DQO 213,82 mg/L. These results confirm the presence of organic pollution produced by the coffee activities. The other points evaluated did not show water quality decreasing. Perceptions of local population, governmental and non-governmental organizations about water quality were also analyzed. People have a general knowledge about the current situation; however, environmental awareness and knowledge about the impact and consequences of current activities in the sub-watershed are deficient. Slight inter-institutional coordination impedes a correct management of water resources in the zone.

**Keywords:** Water quality; watershed management; water pollution; Jucuapa river; Nicaragua.



Las actividades económicas que se realizan en la zona norte de Nicaragua, especialmente las relacionadas con la caficultura en el departamento de Matagalpa, tienen un alto impacto negativo en las partes altas de las cuencas debido al vertido del aguamiel en los ríos. Esta situación es muy preocupante, ya que en todos los municipios de Matagalpa existe la costumbre -y en muchos casos la necesidad- de utilizar los ríos como fuente de agua para consumo humano (Blondón *et al.* 1993). La subcuenca del río Jucuapa, municipio de Matagalpa no escapa a esta realidad. En ella, los productores de café de la parte alta, y especialmente las haciendas, vierten el aguamiel y pulpa de café en los afluentes del río. La subcuenca tiene grandes problemas de desarrollo y manejo adecuado de los recursos debido a la falta de información precisa sobre la calidad del agua para los usos actuales más importantes: consumo humano y riego. Esto impide mejorar la situación actual de los recursos, ya que no hay elementos que ayuden a la toma de decisiones y a la elaboración de programas en pro del bienestar de la población y el uso racional del recurso agua. Es necesario, entonces, generar información acerca del estado y la calidad del agua en la subcuenca para poder así garantizar un buen uso del recurso.

El estudio planteó como objetivo general, diseñar una línea de base informativa para el monitoreo de la calidad del agua en la subcuenca del río Jucuapa, según los usos actuales del agua. La línea de base informativa incluye información sobre las fuentes de captación de agua para consumo humano, análisis físicos, químicos y bacteriológicos; niveles y agentes de contaminación de los cuerpos de agua en la subcuenca, así como también la percepción de la población local sobre la calidad del agua para sus usos actuales y el diseño de alternativas para mejorar el uso y control de la calidad del agua.

### Metodología

La subcuenca del río Jucuapa tiene una extensión de 41 km<sup>2</sup> y se ubica entre 80°02'29.9", 85°53'38.25" longitud oeste y 12°50'06.19", 12°53'35.68" latitud norte. La altitud va de 700 a 1400 msnm, con 23-30°C de temperatura y una precipitación media anual de 1164 mm.

El análisis de cloro residual señala la ausencia de éste en todas las fuentes estudiadas. Estos resultados permiten concluir que no hay vigilancia efectiva por parte de las instituciones gubernamentales ni de los comités locales de agua en cuanto a la calidad del agua, lo cual representa un riesgo alto para la salud de los habitantes.

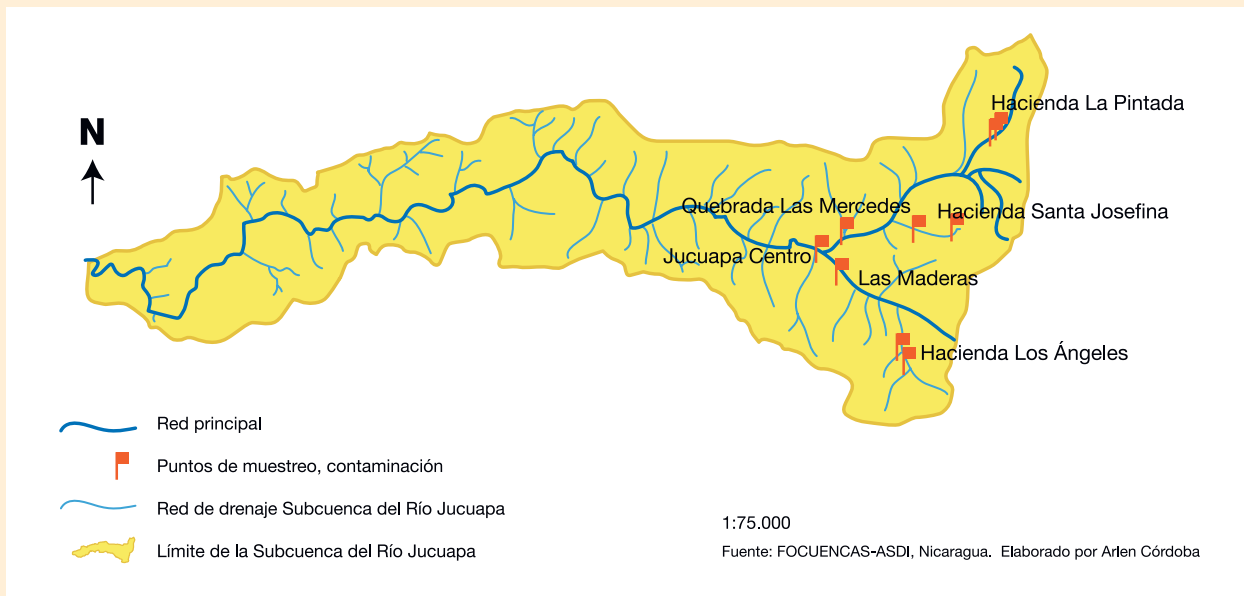
El estudio se realizó entre los meses de febrero a abril, que corresponden al período seco. Mediante un recorrido *in situ* se identificaron los manantiales a fin de caracterizarlos y ubicarlos en un mapa haciendo uso de GPS y posteriormente del Sistema de Información Geográfica (SIG) con el programa Arcview, tomando como herramienta los mapas de uso actual del suelo y pendientes, para analizar la influencia de las actividades antropogénicas en los manantiales.

Por la importancia y el rol social de numerosos manantiales, se realizó un monitoreo de la calidad del agua por medio de dos análisis de coliformes fecales en abril y mayo, en los manantiales que abastecen el agua para consumo a las distintas

comunidades de Jucuapa (pozos excavados con bomba de mano y miniacueductos por gravedad). En cada muestreo se aplicó un formato de encuesta sanitaria para determinar los riesgos de contaminación de las fuentes por medio de un cuadro de "riesgo de contaminación". Las pruebas se realizaron con un laboratorio portátil tipo OXFAN.

Para analizar las fuentes de contaminación y los efectos del beneficiado del café se realizó un monitoreo físico-químico en fuentes puntuales de contaminación, como los beneficios de café que descargan sus desechos a los afluentes que al unirse aguas abajo forman el río Jucuapa. Para tal fin, se realizaron tres muestreos en los meses de febrero, marzo y abril; se seleccionaron diez puntos de muestreos: seis en los afluentes del río Jucuapa, ubicados en la parte alta de la subcuenca en las haciendas cafetaleras Los Angeles, Santa Josefina y La Pintada. En cada hacienda se seleccionaron dos puntos de muestreo (uno antes de la descarga y otro después de la descarga de pulpa y aguamiel), a fin de obtener un punto de comparación. Los otros cuatro puntos de muestreo se seleccionaron aguas abajo, con el fin de observar el comportamiento de los contaminantes. Estos puntos se ubicaron, uno en la quebrada Las Mercedes que recoge las aguas provenientes de La Pintada y Santa Josefina, dos en la finca Las Maderas aguas abajo de la finca Los Angeles y el último en Jucuapa centro, donde todas las aguas convergen para formar el río Jucuapa (Figura 1).

Las variables físico-químicas medidas fueron: pH, temperatura, conductividad a 20°C, sólidos sedimentables, oxígeno disuelto, demanda química de oxígeno, demanda biológica de oxígeno y nitrógeno amoniacal; además, se midieron los coliformes fecales en fuentes de abastecimiento de agua potable. Las muestras se llevaron preservadas en un



**Figura 1.** Muestreo en afluentes del Río Jucuapa, Matagalpa, Nicaragua

termo con abundante hielo al laboratorio del Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua (CIRA/UNAN), donde fueron analizadas. Los resultados del análisis bacteriológico se compararon con la norma CAPRE (1994); para los indicadores físico-químicos se tomó como referencia el Decreto No. 33-95 (Nicaragua 2000) sobre las “Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias” y los valores para las aguas naturales de McNeely *et al.* (1984). Junto con el monitoreo, se aplicaron 58 encuestas en las fincas ubicadas en las riveras del río para caracterizar las actividades productivas y su influencia en la calidad del agua.

Finalmente, se evaluó la percepción sobre la calidad del agua en los centros poblados y entre los productores encuestados. La información recopilada se procesó con el programa Statistical Analysis System (SAS); los resultados se analizaron con estadística descriptiva para encontrar las frecuencias relativas.



Foto: CATIE

En Matagalpa existe la costumbre -y en muchos casos la necesidad- de utilizar los ríos como fuente de agua para consumo humano

### Resultados y discusión

Se identificaron un total de 38 manantiales, casi todos en la parte alta de la subcuenca, la mayoría en propiedades privadas. Entre los usos más importantes de los manantiales se señalan: consumo (en tiempos de sequía), agua para la parcela, usos do-

mésticos (especialmente para el lavado de ropa), o bien fueron donados por sus dueños a proyectos de agua para consumo humano. Se seleccionaron nueve manantiales que abastecen de agua para consumo (cinco en miniacueductos por gravedad y cuatro pozos excavados) y se tomaron

muestras para determinar la presencia de coliformes fecales. En dos de los pozos excavados en Jucuapa abajo se encontraron tres y dos colonias de coliformes fecales. El análisis de cloro residual señala la ausencia de éste en todas las fuentes estudiadas. Estos resultados permiten concluir que no hay vigilancia efectiva por parte de las instituciones gubernamentales ni de los comités locales de agua en cuanto a la calidad del agua, lo cual representa un riesgo alto para la salud de los habitantes.

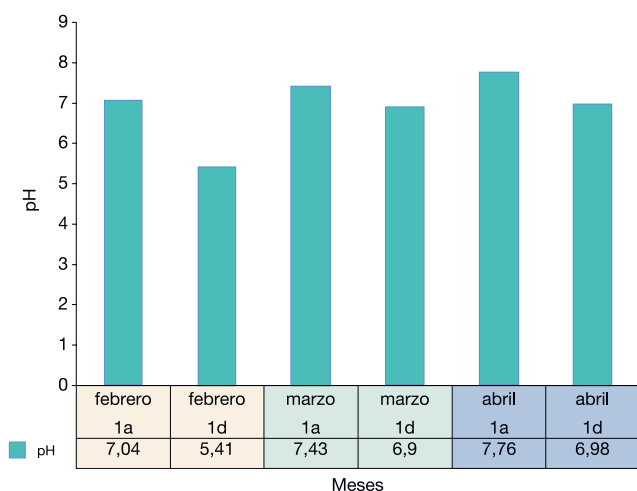
cafetalera. En los meses de marzo y abril en el mismo punto se observa un leve aumento del pH, el cual es siempre ligeramente más alcalino antes de la descarga en todas las evaluaciones (Figura 2).

Estos resultados demuestran que las actividades relacionadas con el café son las responsables de los cambios en el pH, debido a que los componentes orgánicos (azúcares y proteínas) del agua residual provocan la fermentación y acidez de las aguas (Ayuda en Acción, 1999). La 'Disposición pa-

no se realizaron mediciones del caudal, se observó que las descargas son mayores que el caudal, lo que aumenta el impacto aguas abajo en las épocas de cosecha.

La demanda química de oxígeno (DQO) indica la contaminación orgánica de origen sintético o no biodegradable<sup>1</sup>, y la demanda biológica de oxígeno (DBO) es la cantidad de oxígeno requerido para que las bacterias establezcan la descomposición de la materia orgánica (Sawyer *et al.* 1994). La relación entre DQO y DBO muestra, nuevamente, valores extremos en el punto 1d que sobrepasan los valores para aguas naturales (10 mg/L DBO), según McNeely *et al.* (1984) y los límites máximos permisibles establecidos en el Art. 38 (120 mg/L DBO y 200 mg/L DQO) (Figura 3). Se observó una fuerte carga contaminante<sup>2</sup> debida principalmente a la pulpa del café, que por su composición química sufre un proceso de fermentación por lo general en condiciones aeróbicas, y que se manifiesta como sólido suspendido y material orgánico. En el mes de marzo se observaron valores de DQO más altos que los de DBO (142,42 mg/L y 84,88 mg/L, respectivamente), lo que indica una fuerte contaminación con materia no biodegradable acarreada por el aguamiel, la cual aporta los mayores DQO, si el caudal de descarga es constante.

En los otros puntos de muestro, las actividades del beneficiado de café no contaminan significativamente los cuerpos de agua. Es probable que este comportamiento se deba a que los muestreos se realizaron en las etapas finales de la cosecha. En Los Ángeles y La Pintada, las actividades antropogénicas causaron aumentos mínimos en algunas variables (conductividad eléctrica y nitrógeno amoniacal), a causa de la deposición de excretas y desechos de las actividades agrícolas en los



**Figura 2.** Comportamiento del pH, Hacienda Los Angeles, Matagalpa, Nicaragua

De acuerdo con los análisis de calidad del agua mediante indicadores físico-químicos, se determinó que el punto 1 ubicado en la hacienda Los Angeles (Figura 1) presenta la situación más crítica. En el mes de febrero, el punto 1a (antes de la descarga) tuvo un pH de 7,04 (ligeramente alcalino), en tanto que en el punto 1d (después de la descarga) era de 5,41 (ácido), debido posiblemente a la finalización de la cosecha

ra el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias de la República de Nicaragua' establece, en su Artículo 38, que los rangos y límites máximos permisibles de pH deben de estar entre 6,5 – 9. El valor encontrado en el punto 1d en febrero (5,41) está por debajo de ese límite, lo que hace pensar que haya contaminación causada por la pulpa y aguamiel del café. Aunque

<sup>1</sup> Rodríguez, A.2002. Indicadores físico-químicos del agua (entrevista). San José, CR, Universidad de Costa Rica.

<sup>2</sup> Carga contaminante: cantidad de contaminante descargada a un cuerpo receptor expresada en unidades de DBO y DQO/día (Ayuda en Acción, 1999).



cuerpos de agua. Si no se toman medidas correctivas a tiempo, podrían darse graves problemas en las comunidades asentadas aguas abajo.

Los resultados de la caracterización productiva advierten el uso excesivo de agroquímicos en áreas pequeñas, sin la orientación adecuada sobre la aplicación y el manejo de los desechos de estos productos.

Las encuestas sobre la percepción de la calidad del agua en los centros poblados y entre los productores indican que ambos grupos reconocen al río Jucuapa como su principal fuente de agua para distintos usos; no obstante, reconocen que el agua no es de buena calidad. El problema es más serio para muchas familias de la cuenca baja, quienes no tienen otras alternativas y deben utilizar el agua del río para todas sus necesidades.

### Conclusiones y recomendaciones

Las comunidades de la subcuenca del río Jucuapa poseen numerosos manantiales que de alguna manera han solventado el problema del agua en épocas de escasez; sin embargo, son necesarios estudios más detallados sobre el caudal, así como estudios hidrogeológicos para analizar el verdadero potencial. Por otro lado, no existe una vigilancia eficaz y eficiente sobre el buen uso y la calidad de las aguas para consumo humano, tanto por parte de las autoridades gubernamentales, como por los grupos locales encargados del manejo. La promoción de grupos locales de mujeres en estas labores es una buena opción.

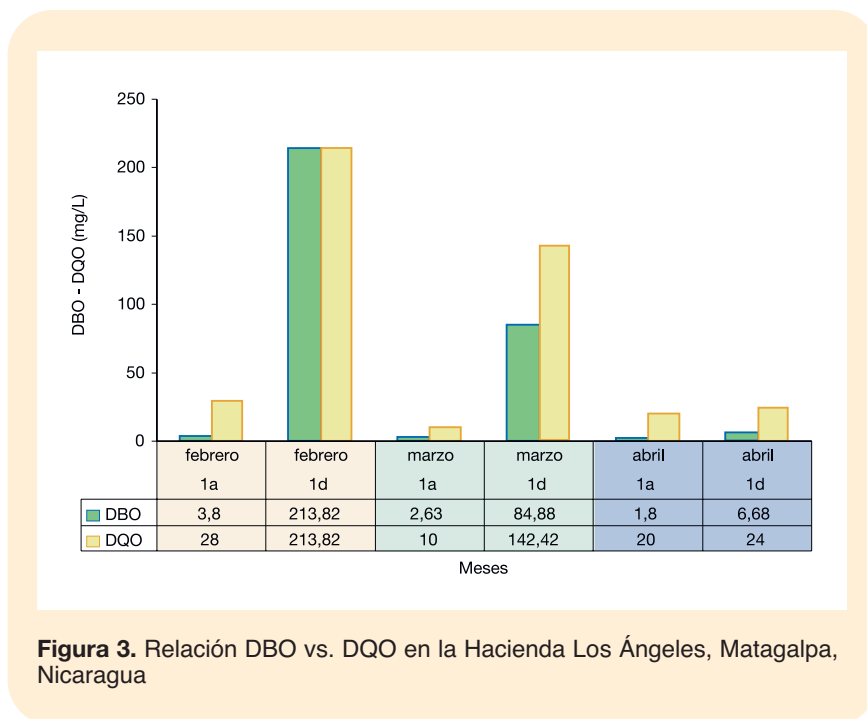


Figura 3. Relación DBO vs. DQO en la Hacienda Los Ángeles, Matagalpa, Nicaragua

Los procesos y actividades derivados de los usos actuales en determinadas épocas del año -como el beneficiado del café-, así como también otras prácticas agrícolas y antropogénicas, causan impactos en la calidad del agua del río Jucuapa. Se requieren estudios desde el inicio de la cosecha cafetalera y en diferentes períodos (seco y lluvioso), y la consideración de otros indicadores físico-químicos que permitan resultados más detallados sobre la calidad del agua del río.

Entre los habitantes de la subcuenca hay poca conciencia ambiental, ya que no reconocen los impactos y consecuencias de sus acciones; esto se debe a la falta de co-

nocimiento y de orientación sobre el manejo adecuado de los recursos, aunado a la poca presencia y coordinación interinstitucional. Es necesario fortalecer, crear conciencia y dar capacitación sobre aspectos relacionados con el buen uso del recurso agua, en diferentes niveles. Es fundamental promover la participación de las autoridades locales, instituciones y ONG en la orientación y planificación adecuada del uso del recurso. Además, es primordial trabajar sobre la base de los resultados obtenidos en los estudios que se realicen en la subcuenca, para lograr la coordinación interinstitucional y orientar las estrategias de trabajo en una misma dirección.

### Literatura citada

- Ayuda en Acción. 1999. Manejo de aguas mieles y construcción de filtros sanitarios. Ocotol, Nueva Segovia, NI. 64 p.
- Blandón, R; Dávila, V; Ismael, F; Mendiola, J; Romero, S; Wasser, R. 1993. Diagnóstico sanitario Cuencas Molino Norte y San Francisco. Acción Cuencas, Matagalpa, NI. 34 p.
- CAPRE (Comité Coordinador Regional de Instituciones de Agua Potable y Saneamiento de Centroamérica, Panamá y República Dominicana). 1994. Norma Regional de Calidad de agua. s.l
- Gobierno de la República de Nicaragua. 2000. Diario Oficial La Gaceta. Disposiciones para el control de la contaminación proveniente de las descargas de aguas residuales domésticas, industriales y agropecuarias. Decreto No. 33-95. Art. 38. Managua, Nicaragua. 79 p.
- McNeely, RN; Neimanis, VP; Dwyer, L. 1984. Water Quality Sourcebook: A guide to water quality parameters. s.l
- Sawyer, C; McCarty, P; Parkin, G. 1994. Chemistry for Environmental Engineering. BJ Clark; JM Morris (Eds.). 4 ed. United States of America. 658 p.

# Tenencia y uso de la tierra en la cuenca del lago Petén Itzá, Guatemala

**Bayron Milián***bamilian@hotmail.com***Francisco Jiménez***CATIE. fjimenez@catie.ac.cr***Alan González***CATIE. alang@catie.ac.cr***Cornelis Prins***CATIE. prins@catie.ac.cr***Sergio Velásquez***CATIE. svlsqu@catie.ac.cr*

Para controlar las inundaciones periódicas no solo es importante mantener la cobertura forestal que aún queda alrededor y dentro de la cuenca del lago Petén Itzá, sino además implementar mecanismos y actividades de manejo, concientización y educación ambiental que permitan mantener a largo plazo la belleza escénica y la calidad del agua y que garanticen otros servicios ambientales importantes.

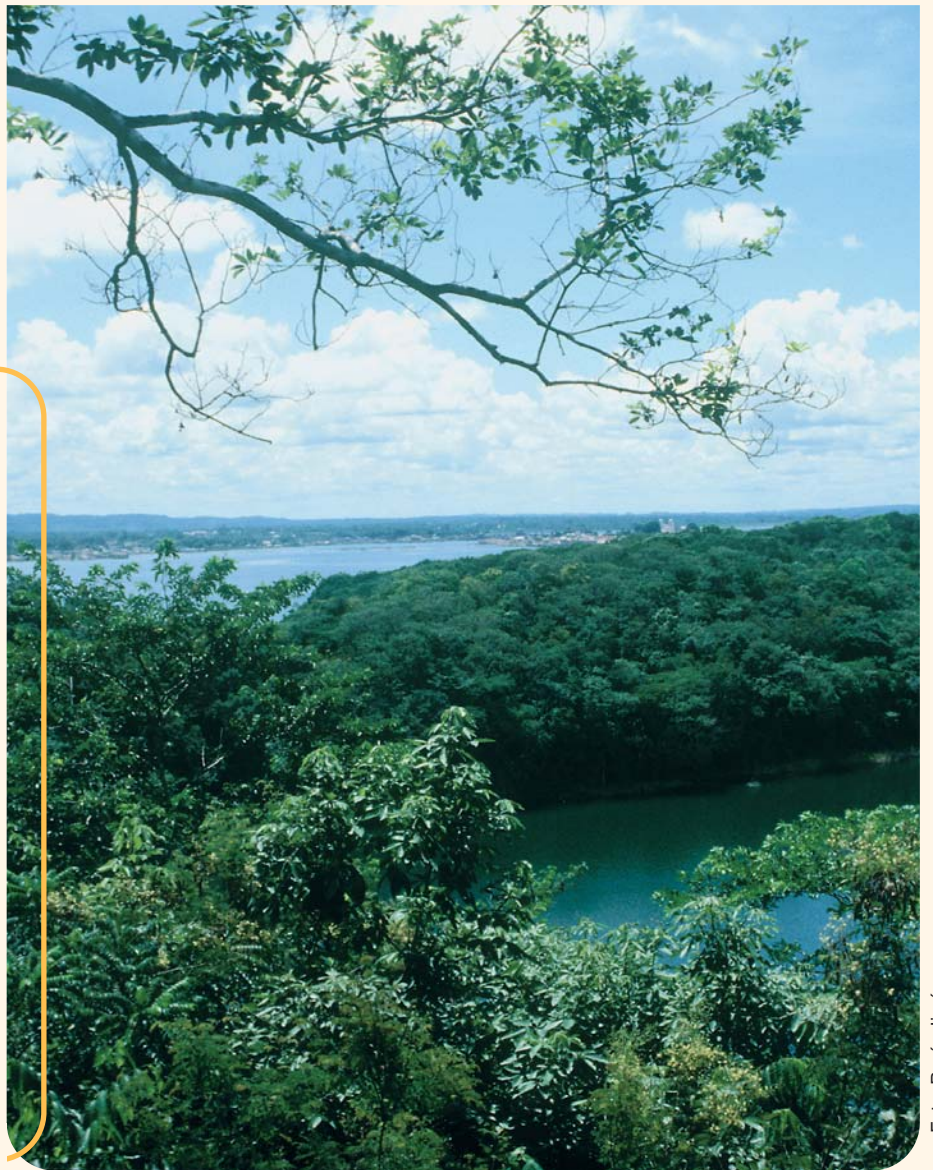


Foto: Rocío Jiménez

## Resumen

La presente investigación aborda el tema de la tenencia y el uso actual de la tierra en la cuenca del lago Petén Itzá, en el período comprendido entre 1986 y 2001. Por medio de imágenes de satélite, se determinó el uso actual y la tasa de deforestación en la cuenca. Además, se elaboró un catastro digital de 1085 fincas privadas y ejidales y 312 arrendamientos que se encuentran parcial o totalmente incluidos en el área de influencia de la cuenca. Los resultados más importantes indican que dentro de la cuenca, en un período de quince años, fueron convertidas 14.941 ha de bosque a usos agrícolas o ganaderos; es decir, un 13% del área total que se estima en 115.513 ha. En el año 2001, el área agrícola/ganadera cubría el 43% de la cuenca y el área boscosa el 38,4%, pero el 5,7% había sido afectado por incendios forestales (6615 ha). Se definieron los principales tipos de tenencia en la cuenca: privada, ejidal, nacional, áreas protegidas y fincas municipales bajo régimen mixto (privado-posesión). Las áreas privadas dominan el 70% de la superficie de la cuenca; a las áreas ejidales corresponde un 24%. La estimación de la deforestación para cada tipo de tenencia determinó que las fincas privadas provocaron cambios de cobertura del orden de 11.089 ha, de las cuales el 54,2% tuvo lugar en 259 fincas mayores de 80 ha con fines ganaderos, el 40,4% en 600 fincas con extensiones de 40 a 80 ha con fines agrícola ganadero, y 5,4% en 175 fincas menores de 40 ha con fines agrícolas. En conjunto, las áreas privadas cambiaron el 15,4% de su superficie boscosa durante el período, en tanto que en las áreas ejidales se realizaron cambios de cobertura en 3550 ha (14,2% de su cobertura boscosa) desde 1986.

**Palabras claves:** Tenencia de la tierra; utilización de la tierra; manejo de cuencas; deforestación, SIG; Lago Petén Itzá; Guatemala.

## Summary

**Land possession and use in the watershed of the lake Petén Itzá, Guatemala.** The linkage between land tenure and land use in the Petén Itzá Lake basin for the period 1986 – 2001 was analyzed with this study. Through satellite imagery, land use and deforestation rates were determined. A digital cadastre was elaborated with information from 1085 private and ejidal farms, and 312 'arrendamientos', partially or totally included in the basin influence area. The main results indicate that 14 941 ha, about 13% of the 115.513 ha total basin area, were changed to agricultural use and to cattle raising. The agricultural/pasture area is estimated in 43%, and the forest area in 38,4% of the basin extension, but about 6615 ha (5,7%) were affected by fires. The principal land tenure types in the basin are: private (70%), 'ejidal' (24%), national (1%), protected areas (1%) and municipal and urban areas (4%). Private properties cleared 11.089 ha: 54,2% in 259 farms bigger than 80 ha devoted to cattle raising; 40,4% in 600 farms from 40 ha to 80 ha devoted to agriculture and cattle raising, and 5,4% in 175 units smaller 40 ha devoted to agriculture. Private properties caused a land use change of 15,4% during the span of research, while *ejidal* properties changed 3550 ha of forest to agricultural uses (14,2%).

**Keywords:** Land tenure; land use; watershed management; deforestation; GIS; Petén Itzá Lake; Guatemala.



**E**l lago Petén Itzá, ubicado en el centro de Petén, es uno de los más bellos de Guatemala por sus paisajes y entorno prístino, lo cual lo convierte en uno de los destinos turísticos por excelencia para visitantes nacionales y extranjeros. La ciudad de Flores, centro político y cultural de la región, se ubica en la isla del mismo nombre. La cuenca que alimenta al lago es estratégicamente importante para la sostenibilidad económica futura de la región, pues sus pobladores dependen de actividades como la agricultura, la producción forestal, la ganadería y el turismo. Esta cuenca, sin embargo, se ha ido degradando aceleradamente en los últimos años.

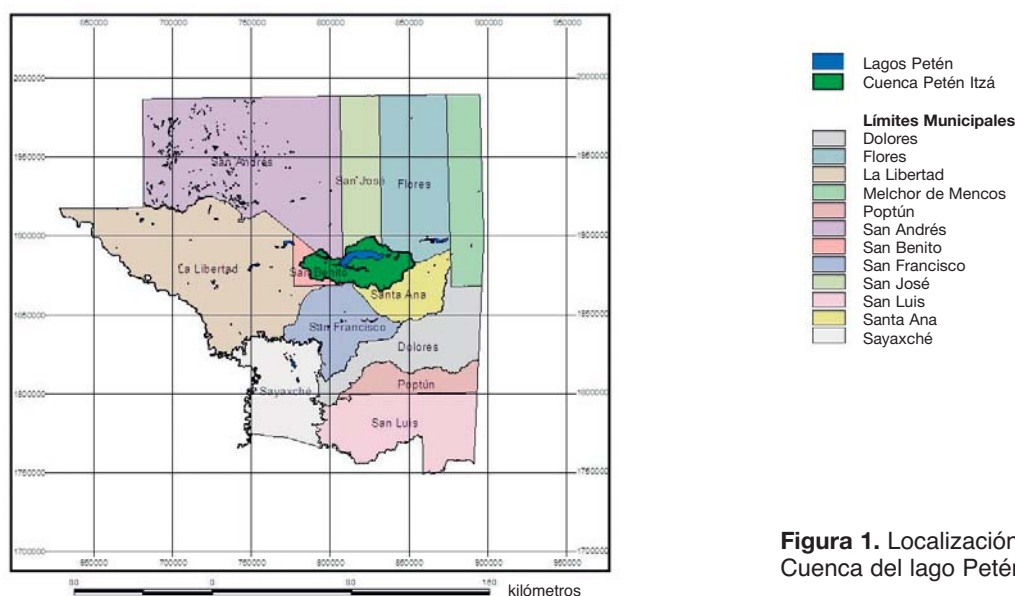
La fluctuación del nivel natural del lago se ha acelerado debido a la sedimentación, lo que ha provocado una serie de crecidas que han inundado periódicamente las orillas de la isla de Flores y los pueblos aledaños de San Andrés, San José, Jobompiche. Para controlar estos eventos no solo es importante mantener la cobertura forestal que aún queda alrededor y dentro de la

cuenca del lago, sino además implementar mecanismos y actividades de manejo, concientización y educación ambiental que permitan mantener a largo plazo la belleza escénica y la calidad del agua del lago, y que garanticen otros servicios ambientales importantes, como la fijación de carbono y el mantenimiento de la biodiversidad.

Un componente importante de la dinámica socioambiental de la cuenca es el sistema de tenencia de la tierra desarrollado a lo largo de los últimos años en relación con la estructura agraria local. En cierta forma, el sistema de tenencia de la tierra condiciona el uso del suelo y, en consecuencia, la mayor o menor incidencia en el deterioro ambiental. El objetivo del presente estudio es contribuir al ordenamiento territorial de la cuenca del lago Petén Itzá, por medio del análisis del cambio de uso de la tierra y su relación con la tenencia durante el período comprendido entre 1986 y el 2001. Con ese fin, se tratará de: 1) Estimar las áreas con conflictos de uso actual de la tierra dentro de la cuenca. 2) Esti-

mar la deforestación ocurrida dentro de la cuenca en el período 1986 a 2001 por medio del SIG e interpretación de imágenes de satélite. 3) Determinar los principales tipos de tenencia de la tierra dentro de la cuenca. 4) Diseñar estrategias técnicas para el manejo de la cuenca tomando como criterio la relación existente entre tenencia y uso de la tierra.

Se espera que el estudio contribuya a la planificación apropiada de medidas de intervención basadas en recomendaciones específicas y fortalezca las acciones de aquellos programas dedicados a garantizar la sostenibilidad de la cuenca a largo plazo. Asimismo, la información socioeconómica recopilada, e integrada con otros criterios de carácter cultural, ambiental, biofísico y legal, podrá contribuir a la identificación de áreas críticas dentro de la cuenca con una visión más amplia que la simplemente física. En última instancia, se busca ayudar a reorientar o fortalecer las políticas de ordenamiento territorial que actualmente se aplican en la zona.



**Figura 1.** Localización de la Cuenca del lago Petén Itzá

## Los grandes períodos en la historia del Petén

El Departamento de Petén tiene una historia milenaria, según FLACSO-WWF (1997), la cual puede dividirse en los siguientes grandes períodos:

- De 1500 AC hasta 1697 DC: surgimiento, apogeo y declinación de la civilización Maya en la región.
- De 1697 hasta 1860: desinterés y abandono por parte del gobierno central.
- De 1860 hasta 1954: auge de las actividades extractivas de maderas preciosas (caoba y cedro), y productos no maderables (chicle); exterminio de lagartos y tortugas. Se hacen los grandes descubrimientos de las zonas arqueológicas (Tikal, Uaxactún y otros).
- De 1954 hasta 1987: proyecto oficial de colonización agrícola y ganadera impulsado por la empresa militar estatal autónoma FYDEP (Empresa Nacional de Fomento y Desarrollo Económico de Petén). Se incrementa la extracción de madera, surge la actividad petrolera y el turismo a las áreas arqueológicas. Nace el conflicto armado interno.
- De 1988 hasta la fecha: se disuelve la FYDEP. El Petén se inserta en la dinámica institucional del país. Aparecen nuevos actores (el Estado, las ONG, la cooperación internacional) y nuevos procesos (áreas protegidas, narcotráfico); se acentúa el avance de la frontera agrícola y se inicia el proceso de retorno de los desplazados.

## Metodología

### Estimación de la deforestación

La estimación de la deforestación en la cuenca se basó en un estudio multitemporal realizado a lo largo del período 1986-1997 por diversas instituciones incluidas el Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Conservación Internacional (CI), NASA y Universidad de Maine. Dicho estudio fue actualizado para el año 2001 por CONAP-CI, para lo

cual se utilizaron imágenes de satélite LANDSAT (Thematic Mapper y Enhanced Thematic Mapper) fechadas en 1997, 2000 y 2001. La metodología para este estudio utiliza compuestos de imágenes sintéticas de Índice de Diferencia Normalizada de Vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés). El NDVI es un índice que cuantifica cantidades de vegetación verde. Cuando se tienen imágenes de NDVI para cada uno de los años del análisis, se reúnen en un compuesto como bandas y se clasifican para determinar cambios en cantidades de vegetación. Puesto que cada banda

De Ramos y Bernal (2002) se utilizó la parte de la escena central que contiene el área de la cuenca del lago Petén Itzá, la cual fue revisada y reclasificada para incorporar las zonas urbanas al análisis y comprobar las zonas agrícolas y boscosas. La escena fue utilizada como base para los análisis de cambios de cobertura en el catastro general del área circunlacustre, así como para el análisis de la zona correspondiente a la cuenca del lago en sentido estricto. También se utilizó para determinar el uso actual y la intensidad de uso de la tierra en la cuenca.



Foto: Proyecto Madelena, CATIE

Los incendios forestales constituyen una de las mayores amenazas para los ecosistemas de la cuenca del lago de Petén Itza

(imagen de NDVI) representa un año, el análisis de la imagen clasificada permite determinar si ocurrió un cambio y el año en que este ocurrió. El método de rectificación utilizado fue Transformación Polinomial de Primer Orden; para el remuestreo se usó el método del Vecino más Cercano para el cálculo de valores de los píxeles remuestreados. El sistema de proyección empleado fue el Universal Transversal de Mercator zona 16, North American Datum 1927 Centroamericano (Ramos y Bernal 2002).

## Catastro de la cuenca

Para caracterizar los principales tipos de tenencia de la tierra en la cuenca se hizo una revisión exhaustiva de información primaria y secundaria. Además, se entrevistó a informantes claves (autoridades municipales y departamentales, productores) que pudieran aportar información sobre tipo de tenencia, forma de establecimiento y regulaciones específicas.

Se elaboró un catastro digital de la cuenca para calcular las diferentes áreas por tipo de tenencia, con base en información de campo generada

por diferentes proyectos de legalización que han trabajado en la zona durante los últimos diez años. Para la zona norte de la cuenca, que forma parte de la zona de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Maya (RBM), se procesaron archivos Autocad; en total, seis catastros digitales en el programa Autocad Map 3 para formar tres capas básicas (propietarios, polígonos y caminos), utilizadas en el cálculo de los tipos de tenencia (UNEPET-SEGEPLAN 1992).

Para la zona sur de la cuenca se utilizaron archivos digitalizados del catastro del Fondo de Tierras. De estos archivos se utilizaron las fincas que forman parte de la cuenca, incluidas en las hojas cartográficas Flores, La Esperanza, Laguna Perdida, San Francisco, El Ocote y El Remate, las que fueron unidas con el Programa ArcView. La información referente a ejidos y algunas fincas grandes fue corroborada por medio de entrevistas a informantes claves en instituciones, empresas, municipios y por medio de chequeos de campo. A continuación se construyó

una base de datos para el catastro de 1085 fincas privadas y ejidales y 312 arrendamientos parcial o totalmente incluidos en el área de influencia de la cuenca. Los datos consignados fueron: área, nombre, municipio, ubicación con respecto a la RBM, estado legal, titular de la propiedad, año de medición, y una estimación general del área boscosa y agrícola. Dicho catastro sirvió para hacer los análisis espaciales que permitieron identificar las diferencias en el uso de la tierra en los diferentes regímenes de propiedad.

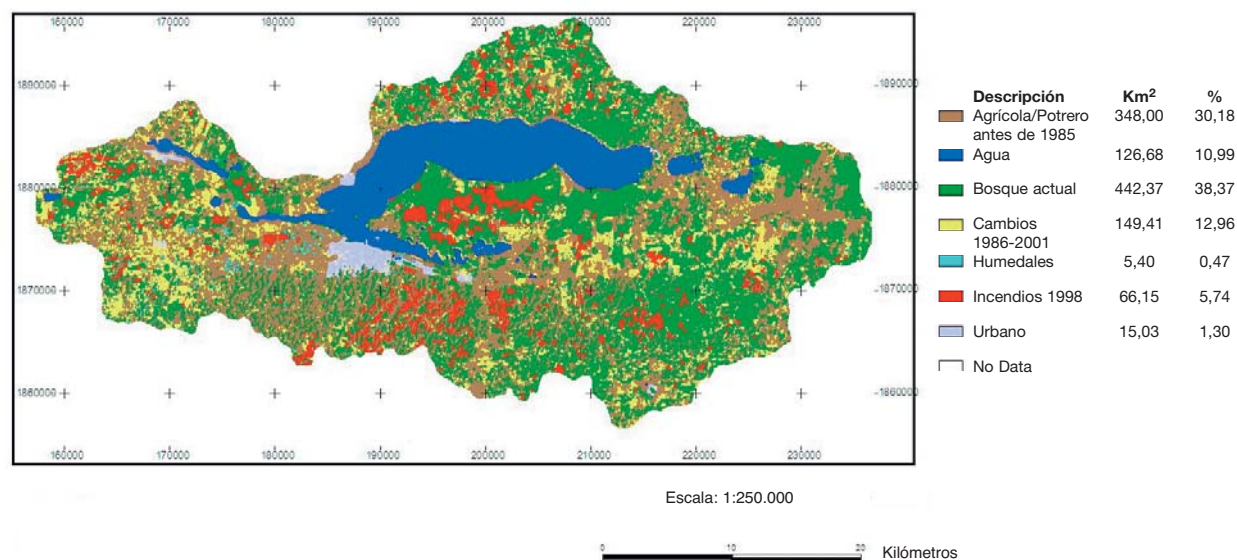
## Resultados

### Deforestación en la cuenca

La medición de la deforestación en la cuenca, como base para establecer la intensidad del cambio de uso de la tierra dentro de la misma, nos indica que en un período de quince años fueron convertidas 14.941 ha de bosque a usos agrícolas o ganaderos; es decir un 13% del área total que se estima en 115.513 ha. El área agrícola/ganadera en el año 2001 se estimaba en 43% de la cuenca y el área boscosa en 38,4% (Figura 2).

La tasa de deforestación anual fue de 740 ha/año para el periodo 1986-1990, pero aumentó a 1193 ha/año en el periodo 1990-1993, a 1290 ha/año en el periodo 1993-1995 y llega a su punto más alto en el periodo 1995-1997, cuando alcanza 1858 ha/año. Después se aprecia un descenso bastante drástico en el periodo 1997-2000 (479 ha/año), pero vuelve a subir en el año 2000-2001 a 718 ha/año (Figura 3).

Hay que reconocer que los incendios forestales ocurridos en 1998 y 2000 influyeron en el ritmo del cambio de uso de la tierra. Esos fueron los incendios más fuertes en la historia reciente del Petén, pues arrasaron con una gran extensión del bosque en áreas protegidas y no protegidas. En la cuenca resultaron afectadas 6615 ha (5,7% del área); es decir, un poco menos de la mitad del área deforestada en 15 años. Esta sería una razón por la cual muchas áreas que posiblemente pudieron haber sido convertidas a usos agrícola/ganaderos no fueron habilitadas en este período. A la vez, esto también explica el incremento de la tasa de deforestación en el período 2000-2001.



**Figura 2.** Cambios en la cobertura boscosa de la cuenca del Lago Petén Itzá durante el período 1986-2001

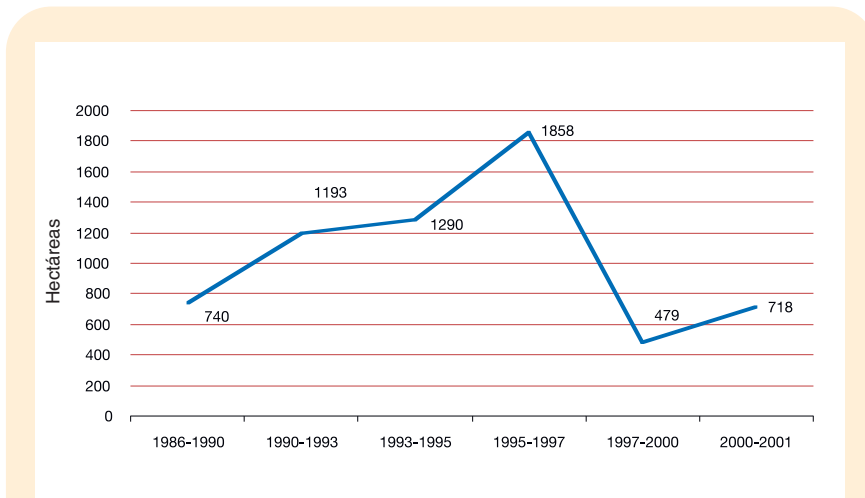


La disminución de la tasa de deforestación durante el período 1997-2000 coincide con la legalización de la zona norte, este y central de la cuenca en 1996-1997 y 1998-1999. Esos procesos fueron desarrollados por los proyectos Tayasal y Tierras de CARE, y significaron el inicio de la titulación masiva de fincas, que para el año 2001 ya cubría el 43% del área total de la cuenca.

### Estructura agraria

Una parte importante del estudio fue determinar la estructura agraria de la cuenca, ya que esta nos permitiría definir dominios de recomendación específicos, basados en el área de las fincas y en el sistema productivo dominante en las mismas. Como se observa en la Figura 4, las fincas privadas presentan una estructura unimodal, con una mayoría de fincas de mediana extensión. Las fincas de menos de 1 hasta 40 ha constituyen juntas el 16% del número total de fincas y ocupan una superficie de alrededor de 4813 ha. Un 42% de las fincas (429) se concentran en la categoría de 40 a 54 ha, y ocupan una superficie de 19.962 ha. Un 17% (172 fincas) se ubican en la categoría de 54 a 80 ha y ocupan una superficie de 11.102 ha. Como se ve, las fincas entre 40 y 80 ha constituyen aproximadamente el 59% del número total de fincas y ocupan una superficie del 31.063 ha (37%) de la cuenca. Las fincas de más de 80 ha hasta 626 ha significan el 24% del total de fincas y ocupan una superficie equivalente a 40.410 ha (48%). Las fincas mayores de 626 ha constituyen el 1% del total y ocupan una superficie aproximada de 7103 ha (9%).

En contraposición, la Figura 5 muestra que la distribución de la tierra en los arrendamientos municipales presenta una estructura bimodal: una mayoría de arrendatarios trabajan fincas de poca extensión y grandes extensiones de fincas están en manos de pocos arrendatarios. La



**Figura 3.** Deforestación anual promedio en la cuenca del Lago Petén Itzá, Guatemala

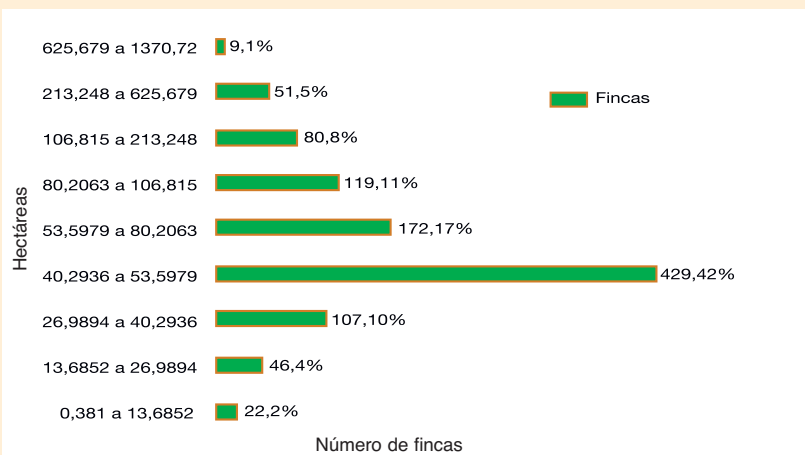


Foto: Rocío Jiménez

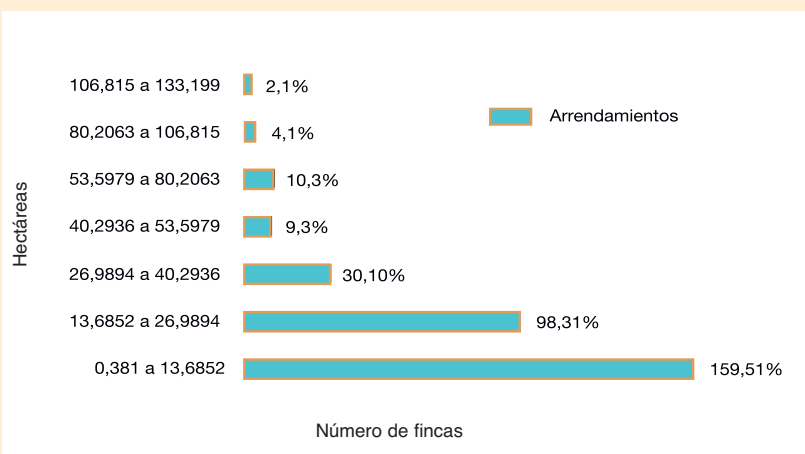
La información socioeconómica recopilada e integrada con otros criterios de carácter cultural, ambiental, biofísico y legal contribuyen a la identificación de áreas críticas dentro de la cuenca

distribución presenta una menor amplitud en cuanto al área, comparada con las fincas privadas, ya que las parcelas tienen un área mínima de 0,6 ha hasta un máximo de 133 ha, con una media general para los 312 arrendamientos de la muestra de 18,2 ha y una desviación estándar general de 18,2 (mediana = 13,5 ha). Esto indica que el 50% de los arrendatarios de la muestra tienen menos de 13,5 ha (19 mz).

Si comparamos con las fincas privadas, la distribución de frecuencias de los arrendamientos muestra un comportamiento completamente diferente, ya que un 51% de las fincas se ubica en el rango menor de 0,6 hasta aproximadamente 14 ha (una gran diferencia con el 2% que representa esta categoría en las áreas privadas). El siguiente rango (14 a 27 ha) abarca el 31% del área total. Estas categorías ocupan una superficie del 19% y



**Figura 4.** Distribución de fincas privadas por rangos de área en la cuenca del Lago Petén Itzá, Guatemala, 2002



**Figura 5.** Distribución de arrendatarios en ejidos municipales en la cuenca del Lago Petén Itzá, Guatemala, 2002

34%, respectivamente. Las fincas de 26 hasta 40 ha representan el 10% de las fincas y ocupan una superficie del 17%. Las fincas de 40 a 54 ha constituyen el 3% y ocupan una superficie del 7%. Las fincas de 54 hasta 80 ha significan el 3% y ocupan un área de 12%. Las fincas mayores de 80 ha constituyen el 2% del total de arrendamientos y ocupan una área del 11% de los mismos. Recordemos que las fincas privadas mayores de 80 ha ocupan un 57% de la superficie bajo tenencia privada en la cuenca.

#### Sistema de tenencia

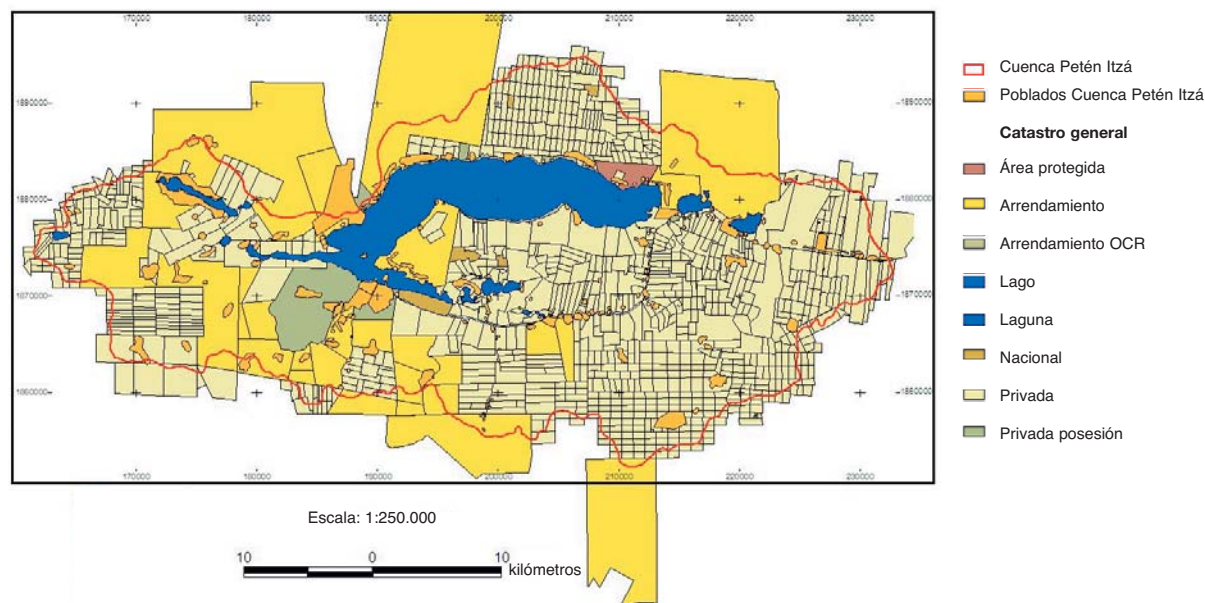
Los tipos de tenencia de la tierra en la cuenca son los siguientes (Figura 6): privada, ejidal, nacional, áreas protegidas y fincas municipales bajo régimen mixto (privado-posección). Las áreas privadas dominan la cuenca con una superficie del 70%; a las áreas ejidales les corresponde un 24%. El estudio estimó la deforestación por tipo de tenencia. Se encontró que las fincas privadas provocaron cambios de cobertura en 11.089 ha,

el 54,2% en 259 fincas de más de 80 ha con fines ganaderos, 40,4% en 600 fincas de 40 a 80 ha con fines agrícola y ganadero, y 5,4 % en 175 fincas menores de 40 ha con fines agrícolas. En conjunto, las áreas privadas cambiaron el uso del 15,4% de su superficie boscosa durante el período.

En las áreas ejidales se realizaron cambios de cobertura en 3550 ha durante el período (14,2%). Las áreas ejidales más deforestadas dentro de la cuenca corresponden a los municipios de San Benito (70%), San Andrés (70%) y Santa Ana (53%). El tipo de tenencia privado cambió más que el ejidal durante el período; sin embargo, las fincas escrituradas tuvieron un porcentaje de cambio de uso más bajo (15,0%) que las áreas sin legalizar (16,4%).

La capacidad de uso del suelo en la cuenca es agroforestal (43%), forestal y de protección (26%), silvopastoril (8%) y agrícola con mejoras (2%). En cuanto a la intensidad de uso, se estableció que el 46% de la superficie ocupada por áreas privadas y 41% de las tierras ejidales están siendo sobre-explotadas. En contraste, la subutilización es del 24% y 7% en áreas ejidales y privadas, respectivamente.

El sistema de tenencia de la tierra ha influido directamente en el uso inadecuado del suelo, así como en la disminución de la cobertura forestal en la cuenca, ya que las áreas bajo arrendamiento presentan un mayor porcentaje de deforestación comparado con las áreas privadas (58% y 45%). El factor condicionante de esta situación es el marco legal que estipula un uso agropecuario para las unidades productivas arrendadas. Se recomiendan intervenciones específicas en diferentes dominios definidos por el tipo de tenencia, área de las unidades productivas, áreas agrícolas, áreas con cobertura boscosa y sistema productivo.



**Figura 6.** Tenencia de la tierra en la cuenca del Lago Petén Itzá, Guatemala, 2002

## Conclusiones

Las áreas ejidales son fundamentales para el manejo sostenible de la cuenca, no solo por el área que ocupan (24%) sino también por la precariedad del tipo de tenencia (arrendamiento) y por ubicarse en lomas y colinas con vocación agroforestal, donde se encuentran los ecosistemas más vulnerables. Los ejidos de San Andrés, San Benito y Santa Ana son los más débiles, pues cuentan con poco apoyo y las tasas de deforestación son altas (70% en San Andrés y San Benito y 53% en Santa Ana).

Las áreas privadas dentro de la cuenca tuvieron un cambio de cobertura boscosa ligeramente mayor que los ejidos, lo cual podría indicar una mayor tasa de deforestación du-

rante el período de estudio, en comparación con sistemas más precarios de tenencia como los arrendamientos. Esto puede deberse a que las áreas legalizadas o privatizadas están siendo vendidas a particulares con capital que las están habilitando para ganadería. También pudiera ser que las áreas ejidales están llegando a sus límites naturales de expansión y a que, de hecho, estaban más deforestadas (43%) en comparación con las áreas privadas (29%) al inicio del período de estudio.

Las áreas privadas sin legalizar se deforestaron, en conjunto, a un ritmo un poco más alto (16,4%) que las escrituradas (15%), lo cual podría indicar que en las últimas la deforestación está disminuyendo ligeramente. Esta tendencia, sin embar-

go, deberá ser corroborada en algunos años ya que el proceso de escrituración recién se inició en 1996, por lo cual sus efectos todavía no son muy consistentes. En las fincas privadas de más de 80 ha se dio el 54,2% de los cambios en la cobertura boscosa durante el período de estudio. Estos cambios fueron provocados por la ganadería principalmente, por lo cual este deberá ser un sector clave para los esfuerzos de introducción de sistemas silvopastoriles en la cuenca.

Los incendios forestales constituyen una de las mayores amenazas para los ecosistemas de la cuenca. Durante el periodo de estudio, 6615 ha fueron afectadas por incendios; es decir, casi la mitad del área deforestada en quince años.

## Literatura citada

- FLACSO-WWF (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales – Fondo Mundial de la Naturaleza). 1997. Evaluación de la sostenibilidad en Guatemala. Estudio de Caso: El Petén. Guatemala, FLACSO. 78 p.
- Ramos V; Bernales E. 2002. Estimación de la deforestación en la Reserva de la Biosfera Maya, períodos 1997-2000 y 2000-2001. Guatemala, CONAP-Conservación Internacional, GT. Disco Compacto.
- UNEPET-SEGEPLAN. 1992. Plan de Desarrollo Integral de Petén, Vol. 1: Diagnóstico general de Petén. Santa Elena, Petén, Guatemala. 480 p.



# Análisis espacial del uso de la tierra en la cuenca del río Turrialba, Costa Rica

**Edith Méndez**

*edithmen@catie.ac.cr*

**Mario Piedra**

*CATIE. mpiedra@catie.ac.cr*

**Alan González**

*CATIE. alang@catie.ac.cr*

**Jeffrey Jones**

*CATIE. jjones@catie.ac.cr*

En la cuenca del río Turrialba es evidente que las restricciones físicas del medio no impiden la probabilidad de ocurrencia del área urbana.

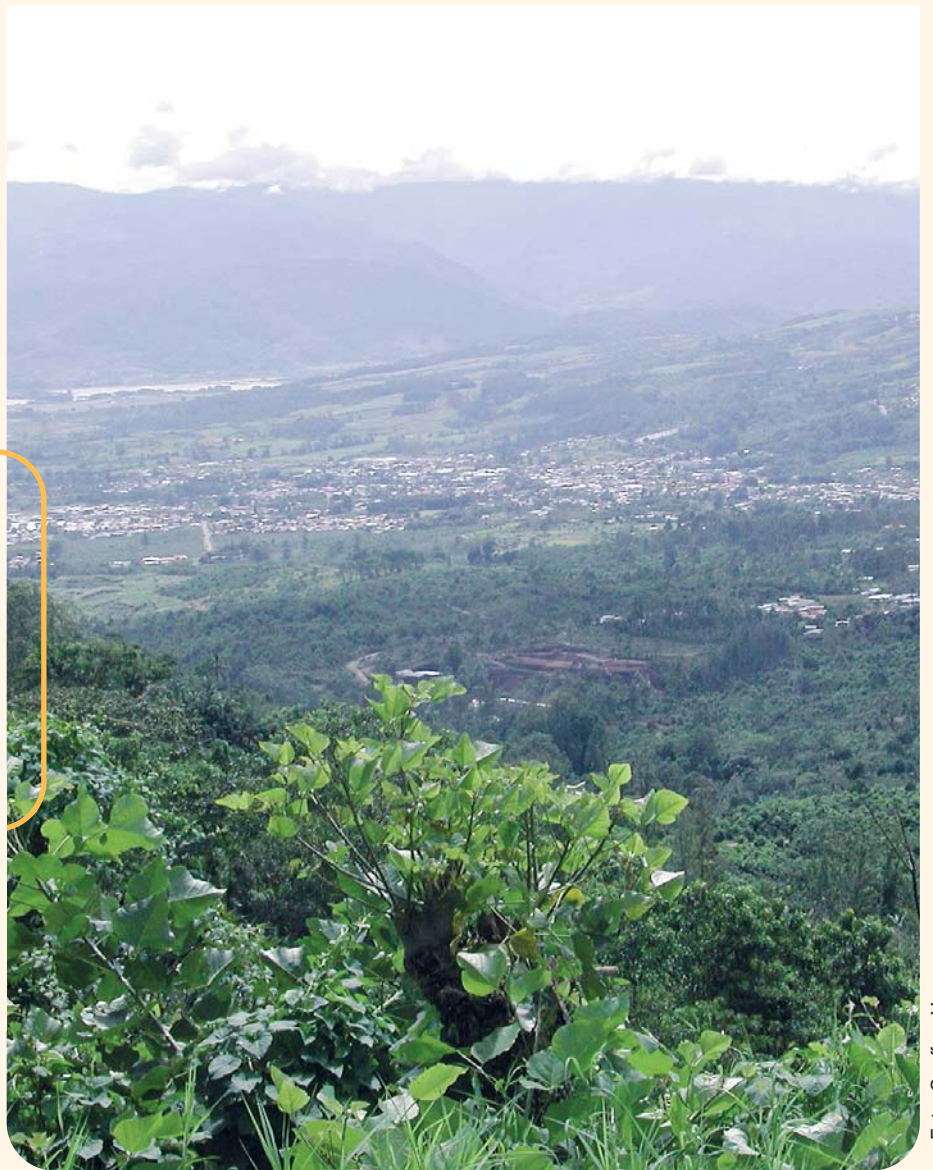


Foto: Geoffrey Venegas

## Resumen

Mediante un análisis espacial, el estudio buscaba identificar los factores físicos, naturales y socioeconómicos que influyen en el uso del suelo de la cuenca del río Turrialba. Con la ayuda del Sistema de Información Geográfica como herramienta para la elaboración de la base de datos, los diferentes usos de suelo se agruparon en seis categorías (bosque, pasto, café, caña, urbano y otros); como insumos se usaron fotografías e imágenes de satélite. A partir de modelos de regresión logística multinomial, los resultados demostraron que el uso del suelo en la cuenca del río Turrialba se explica por una combinación de los factores profundidad de suelo, tipo de suelo, zonas de vida, tamaño de finca y distancia como costo de acceso, la cual incluye un coeficiente de fricción a partir del mapa de pendientes. Los resultados demostraron que la fotografía aérea tiene un 67% de eficiencia en la predicción de cambios de uso de la tierra, y la imagen de satélite un 61%. No obstante, estos resultados no pueden generalizarse por la agregación de los usos del suelo en seis categorías para fines de comparación.

**Palabras claves:** Utilización de la tierra, análisis estadístico; análisis de regresión; manejo de cuencas; fotografía aérea; SIG; imágenes de satélite; río Turrialba; Costa Rica.

## Summary

### Space analysis of the land use in the watershed of the river Turrialba, Costa Rica.

By means of a space analysis, the study pretended to identify the natural, physical and socioeconomic factors that have influences on land use in the Turrialba River watershed. The Geographic Information System was used to categorize soil use into six classes: forest, pasture, coffee, sugar cane, urban and others. Two sources of information were used: aerial photographs and satellite images. The data were analyzed through logistical regressions of the type 'Multinomial Logit', using the LIMDEP econometric software. The results demonstrated that the land use at the Turrialba river watershed depends on a combination of factors, such as: soil depth, soil type, life zone, size of farm, and distance as access cost. Basing on the slope map, a coefficient of friction was included. The results demonstrated that the aerial photographs rendered an efficiency of 67% in the prediction of land use changes, and 61% the satellite images. These results cannot be generalized since data were manipulated to group uses into six categories, for comparison purposes. Additional studies should be carried out to validate the results.

**Keywords:** Land use; statistical analysis; regression analysis; watershed management; aerial photography; GIS; satellite imagery; Turrialba river; Costa Rica.

El uso apropiado y sostenido de la tierra es una meta fundamental hoy en día, ya que la demanda por este recurso se incrementa en forma incompatible con su disponibilidad. La planificación, ordenamiento y manejo del uso de la tierra adquieren cada vez mayor relevancia si se quiere establecer un manejo sostenible de las cuencas hidrográficas. Este estudio trató de identificar los factores físicos y socioeconómicos que influyen

en la distribución espacial del uso de la tierra en la cuenca del río Turrialba, Costa Rica, mediante el uso de modelos econométricos. Se cuantificaron posibles diferencias de precisión comparando dos fuentes de información diferentes: fotografías aéreas e imágenes de satélite.

Varios autores han investigado los cambios de uso del recurso tierra como una función de factores biofísicos y socioeconómicos (Turner *et al.* 1996, Baritto 2000, Briassoulis

2000, Veldkamp y Fresco 1997a y 1997b, Kaimowitz *et al.* 2000). En esta línea de investigación se utilizan modelos econométricos utilizando como fuentes de información datos provenientes de sensores remotos. Los modelos intentan medir la magnitud de la influencia que factores biofísicos y socioeconómicos tienen sobre cambios en el uso de la tierra. En este estudio, los modelos evaluaron variables físico-naturales como profundidad de suelo, tipo de suelo,

zonas de vida y pendiente; así como aspectos socioeconómicos: distancia como costo de acceso y tamaño de finca. Se diseñaron modelos de regresión logística multinomial como herramienta de análisis. El Sistema de Información Geográfica (SIG) se utilizó como instrumento básico para la obtención de datos espaciales de la cuenca a partir de imágenes de satélite y fotografías aéreas.

### Metodología

El estudio se llevó a cabo en la cuenca del río Turrialba, vertiente atlántica de Costa Rica. La altitud de esta cuenca varía entre 580 y 3300 metros sobre el nivel del mar y tiene una superficie de 7451 ha (Calvo 1993). La información fue suministrada por el departamento de Sistemas de Información Geográfica del CATIE (SIG-CATIE), Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

La unidad básica de información utilizada representa a una entidad de muestreo (parcela) de 30 x 30 m (0,09 ha), arbitrariamente definida con características físico-naturales propias, en función de una serie de factores que determinan el tipo de uso de la tierra (Figura 1).

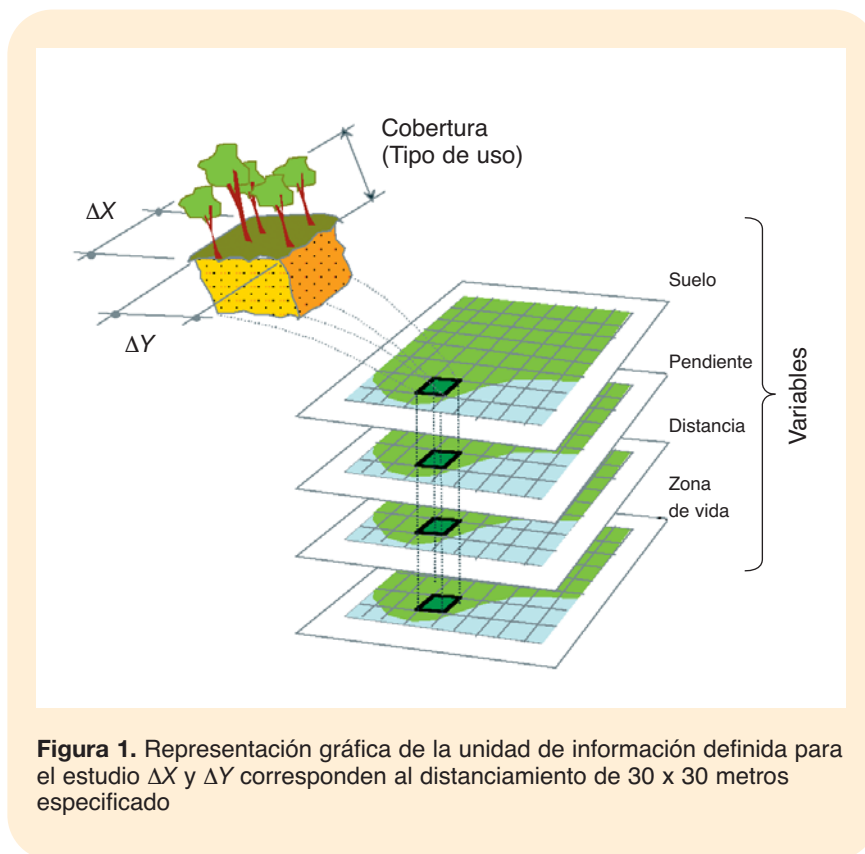
La variable de respuesta ( $Y =$  Uso de la tierra) se tomó de dos fuentes principales: fotografía aérea con una resolución de 2 m e imagen de satélite con una resolución de 28,5 m. Dado que la descripción y número de categorías de uso de la tierra en cada fuente no son las mismas se procedió a agruparlas por afinidades, a criterio de los autores, para obtener categorías de uso iguales en las dos fuentes y facilitar la comparación de resultados.

Con la ayuda del programa IDRISI, que permite sobreponer el mapa de usos de la imagen sobre el mapa de usos de la foto, se generó una matriz de confusión para medir

la correspondencia entre los usos de la tierra presentes en cada fuente de información. La fotografía aérea contaba inicialmente con 17 categorías de uso, las cuales se redujeron a las seis descritas en el Cuadro 1. La imagen de satélite fue agrupada en las mismas seis categorías de uso, a partir de las 21 originales (Cuadro 2).

Para explicar la presencia de un tipo de uso particular en la cuenca, se tomaron como variables explicativas o independientes una serie de características físico-naturales y factores de tipo socioeconómico, tales como: profundidad de suelo, tipo de suelo, zona de vida, tamaño de fincas, pendiente, distancia euclidiana y distancia como costo de acceso (Cuadro 3). Esta última se generó mediante un coeficiente de fricción a partir de la raíz cuadrada de la pendiente con base en el Modelo de Elevación Digital (MED) de la cuenca (Nelson y Hellerstein 1997).

Por medio de computadora se seleccionó una muestra aleatoria simple inicial  $n = 3000$  puntos (Baritto 2000). A fin de constatar la representatividad del muestreo, las proporciones de uso de la tierra en el universo se compararon con las proporciones en la muestra final y se verificó la representatividad inicial de la muestra. Además, se examinó la varianza muestral de los principales tipos de uso de la tierra en la fotografía aérea y en la imagen de satélite. Dado que sólo hay dos sucesos posibles asociados a un individuo ( $Y = \{0,1\}$ ), la probabilidad de ocurrencia del evento es  $Y=1$  en la muestra y la probabilidad de no ocurrencia es  $Y=0$ , por eso se genera una población binomial. Esta distribución se usa como una aproximación de variables discretas; por lo tanto, la varianza puede ser estimada a partir de la siguiente fórmula (Steel y Torrie 1985):



**Figura 1.** Representación gráfica de la unidad de información definida para el estudio  $\Delta X$  y  $\Delta Y$  corresponden al distanciamiento de 30 x 30 metros especificado

$$\sigma^2 = p(1 - p) / n \quad (1)$$



Donde:

$\sigma^2$ : Varianza

$p$ : Probabilidad de ocurrencia del evento ( $Y=1$ )

$1-p$ : Probabilidad de no ocurrencia ( $Y=0$ )

$n$ : Número total de observaciones de la muestra

Como puede observarse en las figuras 2 y 3 la varianza estimada tiende a estabilizarse antes de  $n = 2000$  puntos en cada uno de los usos, lo cual indica una relativa homogeneidad de la varianza con el incremento del tamaño de la muestra.

Dado el comportamiento de la varianza, se retomó otra muestra de  $n = 2000$  puntos para intentar minimizar la autocorrelación espacial. En este tipo de estudios, la correlación espacial aumenta con el tamaño de la muestra (Bockstael 1996, Gómez 1999, Nelson y Hellerstein 1997).

La clasificación de usos de la tierra ( $Y$ ) en cada una de las unidades de muestreo sólo define el estado del ecosistema en términos estáticos; es decir, define la investigación como espacial. El uso de la tierra se define como una variable discreta que representa las distintas alternativas de uso, las cuales se consideran nominales; o sea, que no existe ningún ordenamiento o jerarquía específica en los valores que toma debido a que esta clasificación representa opciones de uso mutuamente excluyentes. Así, se generaron modelos probabilísticos de análisis basados en modelos multinomiales para cada fuente de información. Asimismo, se modeló por separado la influencia de la variable distancia como un proxie (aproximación) del costo de acceso utilizando la distancia a la carretera más próxima tomando en cuenta la pendiente y distancia euclidiana (Nelson y Hellerstein 1997).

Los modelos econométricos se estimaron mediante el software econométrico LIMDEP (Greene 1998). Se calculó el poder de predicción medido a partir de las probabilida-

**Cuadro 1.**

Usos del suelo en la fotografía aérea agrupados por categoría de uso

Y	Categoría de uso	Usos agrupados	% en el universo
1	Pasto	Pasto puro, pasto sombra, suelo pasto	33
2	Bosque	Bosque, plantaciones forestales	27
3	Café	Café puro, café sombra, suelo café	20
4	Caña	Caña, suelo caña	7
5	Urbano	Urbano	5
6	Otros	Hortalizas, carreteras, cauce, parque nacional, sabana, suelo hortalizas	8

**Cuadro 2.**

Usos del suelo en la imagen de satélite agrupados por categoría de uso

Y	Categoría de uso	Usos agrupados	% en el universo
1	Pasto	Potreros	26
2	Bosque	Bht primario, Bht intervenido, Bht secundario Fas1, Bht secundario Fas2, Bht secundario Fas3, Reforestación, B montano primario, B montano sec. inicial, B montano sec. avanzado, Sucesión prim. montana	19
3	Café	Café	38
4	Caña	Caña	10
5	Urbano	Urbano	3
6	Otros	Agricultura, suelo agrícola, piña, sarán, árboles frutales, suelos descubiertos, agua	4

des medias. La escogencia de los modelos más apropiados se verificó comparando la significancia de los factores en cada uno de los usos.

### Resultados y discusión

Efectos de las variables sobre el uso del suelo "Pastos"

La profundidad de suelo resultó ser altamente significativa ( $P < 0,05$ ) para la imagen de satélite; sin embargo, el signo de los coeficientes fue positivo, lo que indica que la probabilidad de tierras de pastura aumenta a medida que el suelo es menos profundo. Las zonas de vida presentan efectos altamente significativos (positivos) sobre este uso del suelo, tanto en la fotografía aérea como con la imagen de satélite.

Tanto la distancia euclidiana como la distancia a la carretera más próxima, fueron significativas y negativas para la imagen de satélite. Esto significa que a medida que aumenta la distancia de un punto muestral hasta la carretera, disminuye significativamente la probabilidad de encontrar pastizales; o sea que las zonas de pastos dedicadas a la producción de leche se ubican cerca de las carreteras de acceso. A partir de fotografías aéreas se encontró un efecto significativo y directo entre el tamaño de finca y la presencia de pasturas. En general, se podría afirmar que entre más grande sea una finca y más cerca de la carretera se ubique, mayor es la probabilidad de encontrar zonas de pastoreo.

### Cuadro 3.

Matriz de variables explicativas o independientes

Profundidad de suelo	Tipo de suelo	Zonas de vida	Tamaño de finca	Pendiente (%)	Distancia euclidiana	Distancia como costo de acceso
Profundo (>90 cm) Medio prof. (40-90 cm) Delgado (20-40 cm)	Entisol Inceptisol Ultisol	Bht. Tp Bmh Mb Bmh P Bpm	5-20 ha >100 ha Áreas protegidas	0-3 3-8 8-15 15-30 30-60	Medida en metros desde el punto muestral a la carretera más próxima	Medida en metros desde el punto muestral a la carretera más próxima. Incluye un coeficiente de fricción basado en la pendiente



Foto: Geoffrey Venegas

Según el estudio la probabilidad de que el suelo sea usado para café aumenta con el tamaño de la finca

#### Efectos de las variables sobre el uso del suelo “Bosques”

Las variables profundidad de suelo y zona de vida fueron altamente significativas para la presencia de bosques en ambas fuentes de datos. En cambio, el tipo de suelo fue estadísticamente significativo sólo en los modelos generados con fotografías aéreas.

De igual manera, la distancia euclidiana y distancia a la carretera más cercana resultaron significativas solamente en los modelos con fotos aéreas. Este resultado puede deberse a la agrupación de usos pa-

ra fines del análisis. La fotografía incluye a las plantaciones forestales dentro de este uso. En cambio, en la imagen de satélite, las plantaciones no fueron identificadas y hubo un mayor número de categorías reagrupadas. A mayor distancia de la carretera y mayor tamaño de la finca, mayor es la probabilidad de encontrar bosques.

#### Efectos de las variables sobre el uso del suelo “Café”

La profundidad de suelo es altamente significativa para ambas fuentes de información en cuanto a

la probabilidad de ocurrencia de cafetales como uso del suelo. La distancia euclidiana y la distancia a la carretera más próxima resultaron altamente significativas con coeficientes negativos, lo que permite deducir que a menor distancia a la carretera aumenta la probabilidad de ocurrencia de cultivos de café. Este resultado puede estar ligado con la necesidad de fácil acceso que la cadena productiva y de comercialización de este cultivo requiere para su rentabilidad. Por otra parte, la probabilidad de que el suelo sea usado para café aumenta con el tamaño de la finca lo que coincide con Calvo (1993), quien encontró que en la parte media de la cuenca hay áreas muy extensas cultivadas de café, como las fincas Aquiares y Santa Rosa y el pueblo de La Esmeralda.

#### Efectos de las variables sobre el uso del suelo “Caña”

En la imagen de satélite, el factor profundidad de suelo es altamente significativo para el cultivo de caña de azúcar. El tipo de suelo y la zona de vida, en cambio, mostraron diferencias significativas solamente en la fotografía aérea. Este resultado puede deberse a la diferencia en precisión que presentan los modelos generados con diferentes fuentes de información.

De igual manera, el efecto de las distancias no es significativo a partir de fotografías aéreas; sin embargo, si se analizan a partir de datos prove-

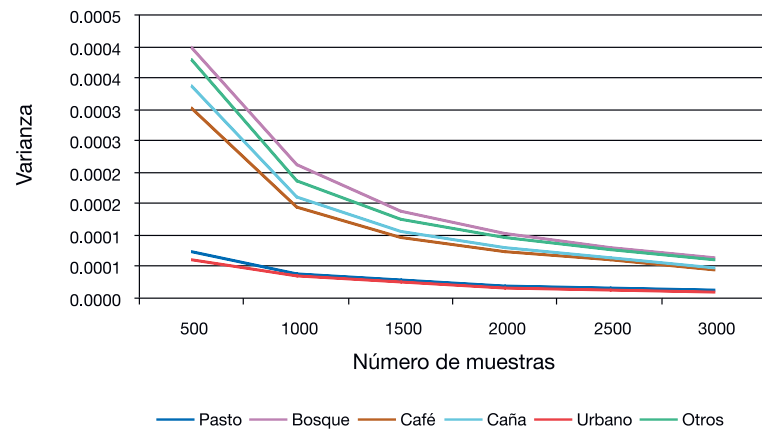
nientes de la imagen de satélite resultan altamente significativas, por lo que la probabilidad de que ocurra el cultivo de la caña se incrementa al disminuir la distancia a la carretera más próxima.

#### Efectos de las variables sobre el uso del suelo "Urbano"

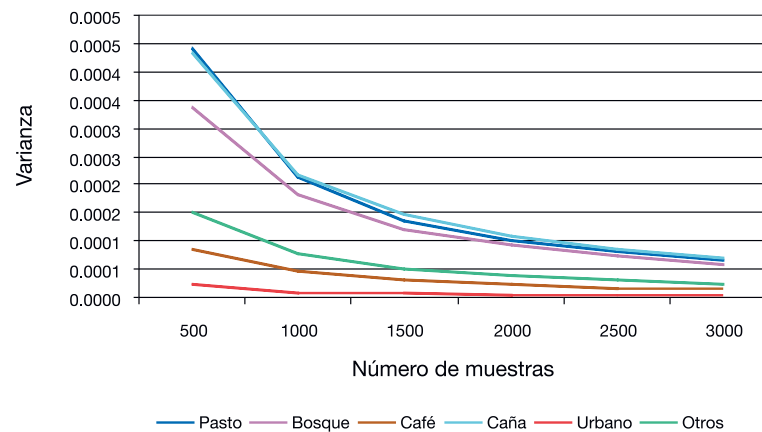
Baritto (2000) afirma que la dinámica del uso urbano no parece ser regulada por restricciones físicas del medio, ni por factores normativos (y si existen, la relación es muy débil); o sea, que cualquier área puede ser ocupada por asentamientos urbanos, independientemente de las características de la zona. En la cuenca del río Turrialba es evidente que las restricciones físicas del medio no impiden la probabilidad de ocurrencia del área urbana; aún más si se toma en cuenta que la ciudad de Turrialba es atravesada por el río Colorado. Según García (1990), el crecimiento del uso urbano en la cuenca se proyecta hacia las áreas vecinas al río.

#### Precisión de los modelos generados a partir de fotografías aéreas e imágenes de satélite

Los modelos generados a partir de datos obtenidos de la imagen de satélite presentaron un 61% de eficiencia en el poder de predicción. En cambio, los modelos generados a partir de la fotografía aérea presentaron un 67% de eficiencia. Este resultado nos conduce a aceptar la hipótesis de que los modelos generados con fotografías aéreas son más precisos que los generados con imágenes de satélite. Sin embargo, es importante tener en cuenta que las clasificaciones de uso de la tierra en la cuenca no eran homogéneas. En la imagen de satélite se reflejaron inicialmente 21 categorías de uso y en la fotografía aérea 17; por lo que para fines del análisis se reagruparon los usos en seis categorías comunes, a criterio de los autores.



**Figura 2.** Comportamiento de la varianza de los tipos de uso de la tierra en la fotografía aérea



**Figura 3.** Comportamiento de la varianza de los tipos de uso de la tierra en la imagen de satélite

Este estudio coincide con los resultados obtenidos por Richters (1995), quien reconoce la ventaja de usar fotografías aéreas pues permiten realizar muestreos con un buen nivel de objetividad. Además, permiten conocer la ubicación de los obje-

tos específicos y diseñar un programa eficiente de estudio de campo. Sin embargo, el mismo autor sugiere que el éxito de trabajos realizados con fotografías aéreas depende del marco de referencia que se use para interpretarlas.



**Cuadro 4.**  
Modelos probabilísticos generados a partir de dos fuentes de información

Variables/Fuente	Fotografía aérea	Imagen de Satélite
Variables explicativas + distancia euclidiana	Modelo 1	Modelo 3
Variables explicativas + distancia a carretera más cercana	Modelo 2	Modelo 4

La dinámica del uso urbano no parece ser regulada por restricciones físicas del medio, ni por factores normativos; o sea, que cualquier área puede ser ocupada por asentamientos urbanos, independientemente de las características de la zona.

A partir de la matriz de confusión generada con el programa IDRISI, se comparó el grado de coincidencia entre el uso de la tierra en la fotografía aérea y el mismo uso en la imagen de satélite. En este análisis resultó que menos del 57% del área de cada uso de tierra fue consistente en ambas fuentes de información.

#### Conclusiones

- El uso de modelos multinomiales en el análisis e interpretación de la distribución espacial del tipo de uso de la tierra permite hacer inferencias altamente significativas de los factores físicos, naturales y socioeconómicos que influyen en dicha distribución.

- El uso de la tierra en la cuenca del río Turrialba, estudiado desde el punto de vista espacial, se puede definir como el resultado de la combinación de factores físicos, naturales y socioeconómicos.
- La distancia a la carretera más próxima, analizada como un costo, y la distancia euclidiana no mostraron diferencias en cuanto a su efecto sobre los diferentes usos de la tierra encontrados en la cuenca.
- El uso de fotografías aéreas demuestra ser más eficiente para la predicción que las imágenes de satélite, aunque la diferencia porcentual es pequeña. No obstante, este resultado no puede generalizarse pues la información fue manipulada para fines del análisis.
- La matriz de confusión creada para comparar los usos representados en la fotografía aérea y en la imagen de satélite mostró porcentajes de consistencia muy bajos, por lo que no se puede hacer una clara comparación entre los resultados de los factores que afectan cada uso de la tierra en cada fuente de información.

#### Literatura citada

- Baritto, F. 2000. Dinámica de factores asociados al uso de la tierra e implicaciones sobre el colapso ambiental de 1999 en la Costa Norte de Venezuela. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 104 p.
- Briassoulis, H. 2000. Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches. Lesvos, Greece, University of the Aegean, Department of Geography. DERN. (Consultado enero 2001): <http://www.rri.wvu.edu/Webbook/Briassoulis/contents.htm>
- Bockstael, N. 1996. Modeling Economics and Ecology: The importance of a spatial perspective. *American Journal of Agricultural Economics* 78:1168-1180.
- Calvo, C. 1993. Dinámica, uso apropiado y sostenible de la tierra en la cuenca del río Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 186 p.
- García, J. 1990. El análisis de cuencas hidrográficas aplicado al problema de inundaciones: el caso de la ciudad de Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 191 p.
- Greene, WH. 1998. LIMDEP. Versión 7.0. User's Manual. Revised Edition. New Cork, Econometric Software Inc.
- Gómez, M. 1999. Econometría especial: Algunos aspectos generales. Universidad Complutense. <http://www.ucm.es/BUCEM/cee/doc/9901/9901.htm>
- Kaimowitz, D; Méndez, P; Puntodewo, A; Vanclay, J. 2000. Spatial Regression Analysis of Deforestation in Santa Cruz, Bolivia. CIFOR. (Consultado en enero 2001). <http://www.cgiar.org/cifor>
- Nelson, G.; Hellerstein. 1997. Do Roads Cause Deforestation? Using Satellite Images in Econometric Analysis of Land Use. *American Journal of Agricultural Economics* 79:80-88.
- Richters, E. 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central: Hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, CR, IICA. 445 p. (Colección Investigación y Desarrollo /IICA no. 28).
- Steel, RGD; Torrie, JH. 1985. Bioestadística: Principios y Procedimientos. Segunda Edición. México, DF, McGraw-Hill. 622 p.
- Turner, D; Wear, D; Flamm, R. 1996. Land Ownership and Land-Cover Change in the Southern Appalachian Highlands and the Olympic Peninsula. *Ecological Applications* 6(4):1150-1172.
- Veldkamp, A; Fresco, L. 1997a. Exploring Land Use Scenarios and Alternative Approach Based on Actual Land Use. *Agricultural Systems* 55(1): 1-17.
- Veldkamp, A; Fresco, L. 1997b. Reconstructing Land Use Drivers and Their Spatial Scale Dependence for Costa Rica. *Agricultural Systems* 55(1):19-43.

# Evaluación de la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones en la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras

**Lisandro Rivera Torres**

*lisanri@yahoo.com*

**Hernán Solís**

*CATIE. hsolis@catie.ac.cr*

*hsolis48@yahoo.com*

**Francisco Jiménez**

*CATIE. fjimenez@catie.ac.cr*

**Jorge Faustino**

*CATIE. jfaustino@cablecolor.hn*

*faustino@catie.ac.cr*



El problema fundamental del río La Soledad es su alto nivel energético, ya que presenta velocidades altas con fuerte poder erosivo. Es conveniente establecer mecanismos de monitoreo e instaurar un sistema de alerta, que permita conocer el comportamiento de sus afluentes.

## Resumen

El estudio se realizó en la microcuenca del río La Soledad de Valle de Ángeles, Francisco Morazán, Honduras, con el fin de establecer lineamientos de base para diseñar esquemas de ordenamiento territorial urbano para los sitios críticos a inundaciones en la microcuenca. La evaluación de la vulnerabilidad se realizó mediante el siguiente procedimiento: reconocimiento del área de estudio y recopilación de información; selección de variables socioeconómicas y biofísicas; propuesta metodológica para estimar la vulnerabilidad de la microcuenca.

La microcuenca La Soledad presenta una vulnerabilidad global alta a inundaciones (62%). La vulnerabilidad institucional es la más alta. Se proponen estrategias a largo y corto plazo y medidas correctivas y preventivas para reducir la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones.

Los mapas de amenaza de inundación obtenidos con los modelos hidrológico, hidráulico y del SIG, sumados a la información socioeconómica de las planicies de inundación, constituyen herramientas muy útiles y accesibles para los líderes locales y nacionales encargados de la planificación y control de esas áreas.

**Palabras claves:** Inundación; manejo de cuencas; vulnerabilidad; modelación hidrológica; modelación hidráulica; SIG; río La Soledad; Honduras.

## Summary

**Evaluation of the danger and vulnerability to floods in the micro-watershed La Soledad, Valley of Angels, Honduras.** The study was carried out in the Río La Soledad micro-watershed, Valle de Angeles, Francisco Morazán, Honduras. Its purpose was to define headlines for the development of urban land management strategies in areas prone to floods. Vulnerability was determined with the following procedure: evaluation of the study area and collection of information; selection of socioeconomic and biophysical variables; methodological proposal to evaluate the vulnerability in the micro-watershed.

La Soledad micro-watershed presents a high global vulnerability to floods (62%). The institutional vulnerability is the highest. Long and short-term strategies are proposed, including corrective and preventive measures to reduce danger and vulnerability in flood prone areas.

Flood prone area maps developed with the hydrologic, hydraulic and GIS models, as well as the socio-economic data, are a useful and accessible tools to local and national decision makers for land use planning.

**Keywords:** Flooding; watershed management; vulnerability; hydrologic modeling; hydraulic modeling; GIS; La Soledad river; Honduras.

Las repetidas inundaciones que se han presentado en los últimos años constituyen el principal evento natural que afecta al territorio hondureño. Valle de Ángeles es una zona turística muy importante por su belleza natural, clima, ubicación y distancia con respecto a Tegucigalpa. En Valle de Ángeles, el huracán Mitch provocó daños a las obras de infraestructura vial y a los servicios básicos de agua y energía eléctrica. El huracán y las inundaciones asociadas pusieron en evidencia la

vulnerabilidad de la microcuenca La Soledad, en Valle de Ángeles, a los desastres naturales, por la carencia de planes de prevención, ausencia de líneas de acción preventiva y de mitigación de catástrofes.

Entre el total de 298 municipios que hay en el país, se seleccionaron los 60 más vulnerables y se eligieron los primeros 15 para trabajar en la primera etapa del Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales (PMDN 2002). Valle de Ángeles es uno de esos municipios.

El presente estudio permitirá establecer lineamientos de base para diseñar esquemas de ordenamiento territorial urbano para los sitios críticos a inundaciones en la microcuenca La Soledad. Tales lineamientos servirán, además, como instrumento en el proceso de toma de decisiones para los entes municipales o manejadores de la cuenca. Para evaluar la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones y proponer estrategias preventivas y correctivas se emplearon modelaciones hidrológicas (mo-



delo HEC-HMS) e hidráulicas (modelos HEC-RAS y HEC-GeoRAS), para calcular los niveles y planicies de inundación de los ríos más peligrosos. Las planicies de inundación se mapearon con el modelo HEC-GeoRAS y el software ArcView; además, se tomaron en cuenta una serie de variables socioeconómicas y biofísicas.

## Metodología

### Aspectos generales

El presente estudio comprende una serie de fases consecutivas que incluyen la recopilación de información sobre lluvias y de uso del suelo para las modelaciones hidrológicas e hidráulicas con ArcView, a fin de generar mapas de amenazas de inundación que, junto con información recabada en la comunidad, permitirán evaluar la amenaza en y la vulnerabilidad de la microcuenca La Soledad.

La microcuenca La Soledad es de tercer orden y pertenece a la subcuenca del río Yesguare, parte alta de la cuenca del río Choluteca en la vertiente del Pacífico (FOCUENCAS 2001). La microcuenca tiene un área de 29,22 km<sup>2</sup> (área de modelación) y se localiza geográficamente entre 14°08'24" y 14°11'24" Norte, y entre 87°01'12" y 87°06'00" Oeste.

### Recopilación de información hidrometeorológica

En la microcuenca La Soledad no hay estaciones pluviométricas ni pluviográficas, razón por la cual la información se recolectó de estaciones aledañas. La falta de información hidrológica constituye una limitación importante para conocer el aporte de los distintos ríos. La información pluviográfica se obtuvo de la estación Tegucigalpa, ubicada en el Aeropuerto Internacional Toncontín. La separación del centro del área de la microcuenca a esta estación es de 21,4 km, la elevación es de 1000 msnm.

La información pluviométrica se recopiló de la estación Santa Lucía, a 8,7 km del centro del área de la microcuenca y elevación de 1500 msnm.

### Análisis estadístico

Los datos de precipitaciones máximas diarias anuales (en milímetros) se tomaron de los registros de 1985 a 2001 (17 años); se consideraron los dos días continuos de mayor precipitación mensual en el año. La información se tabuló y se procedió con el análisis de distribución Log-Pearson III. Este análisis se realizó en hoja electrónica de Excel para obtener el número de datos, media, desviación estándar y coeficiente de sesgo (U.S. Water Resources Council 1982).

### Modelación hidrológica

La modelación hidrológica consideró los afluentes permanentes del río La Soledad (Agua Amarilla, San Francisco, Los Jutes, El Carrizal y Agua Dulce) y los no permanentes (Los Pinos, La Seca y La Pradera). El análisis hidrológico se realizó por medio del modelo hidrológico HEC-HMS (2000), el cual permite calcular el caudal en la cuenca, para lo que se requiere la distribución espacial en períodos de retorno de 2, 10, 20, 25, 50, 100, 200, 500 y 1000 años y el cálculo de la distribución temporal de la lluvia, el cual se obtuvo del hietograma del huracán Mitch y el método de número de curva del Servicio de Conservación de Suelos.

### Procesamiento en el sistema de información geográfico

Los parámetros de entrada para el HEC-HMS se obtuvieron del procesamiento con ArcView 3.2 de los mapas de modelo de elevación digital, drenajes principales, textura, uso de suelo y cobertura, límites de cuenca y subcuencas, cálculo del número de curva (CN) y ubicación de estaciones meteorológicas.

Para calcular el valor del número de curva de escorrentía de cada subcuenca CN(II) se tomaron en cuen-



La Quebrada Agua Amarilla tiene una alta velocidad de socavación, un caudal pico considerable y drena por donde hay mayor concentración de población, lo que causa graves daños a la infraestructura.

Fotos: PMDN.

ta las variables cobertura y profundidad del suelo, condición hidrológica y textura del suelo según grupo hidrológico. Por medio del SIG se calcularon los valores de CN para cada subcuenca. (Solís 2001).

#### Modelación hidráulica

La modelación hidráulica consideró los afluentes permanentes del río La Soledad. El modelo HEC-RAS (2001) requiere de valores de entrada de datos geométricos, de caudal, de la sección transversal y el sistema esquemático del río. Se utilizó el modelo Hec-GeoRas (Villegas 2002) con un modelo de elevación digital del terreno (MED) con una resolución de 10 m.

#### Análisis de las planicies de inundación y sitios críticos

La definición de las planicies de inundación se basó en el conocimiento local, el criterio de los hidrogeólogos del PMDN y la modelación hidráulica. Para recopilar el conocimiento local, se celebraron tres talleres en la ciudad de Valle de Ángeles patrocinados por el PMDN, con la participación de los principales actores del municipio.

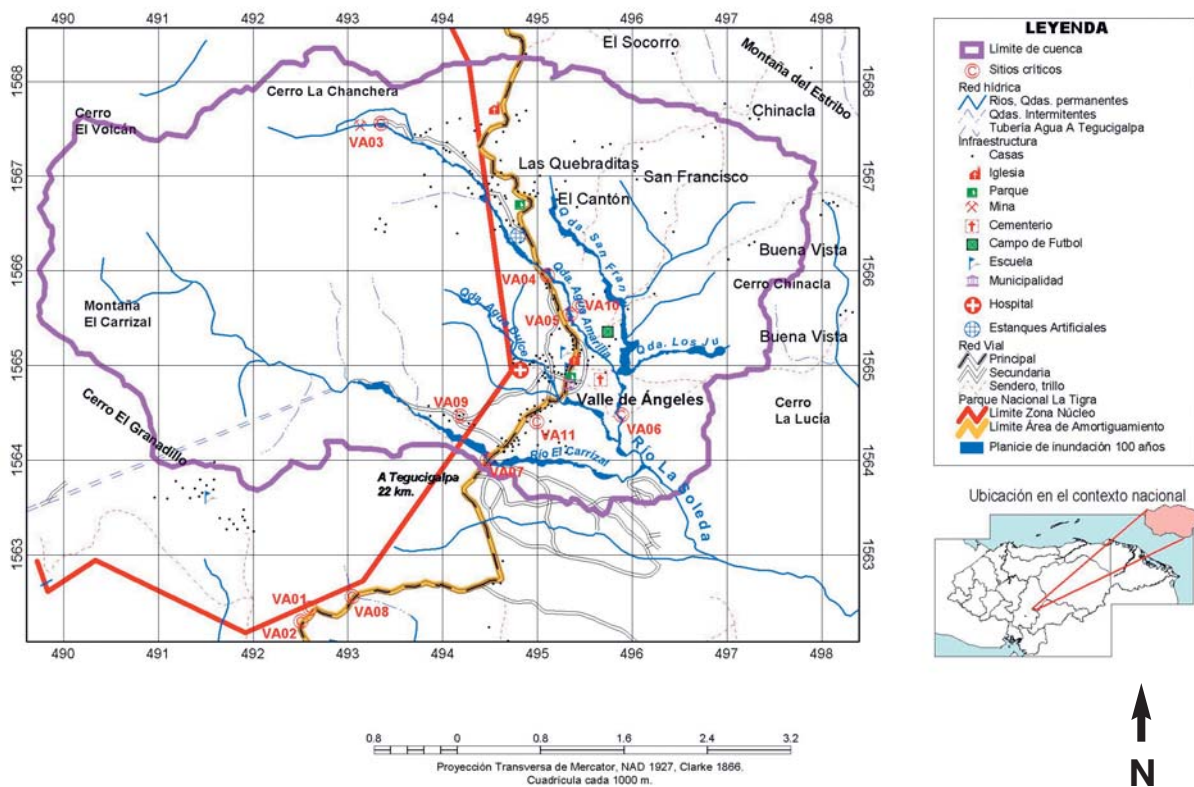
En el primer taller se seleccionaron 11 sitios críticos vulnerables a inundación (Figura 1). Cada sitio fue visitado para elaborar fichas descriptivas, con la participación de informantes de la comunidad; también se mapearon y ubicaron en la

respondiente hoja cartográfica. En el Cuadro 1 se presenta un ejemplo de ficha de sitio crítico (PMDN 2002).

#### Procedimiento metodológico para evaluar la vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad de la microcuenca La Soledad se basó en la metodología generada por Cáceres (2001). Se analizó la vulnerabilidad de variables socioeconómicas (educativa, institucional, social, política, económica, ideológica) y de variables biofísicas (física, técnica y ecológica).

Se desarrolló una matriz con el fin de obtener la información necesaria para determinar el grado de



**Figura 1.** Mapa de sitios críticos a inundación en Valle de Ángeles y límite del Parque Nacional La Tigra, Honduras

vulnerabilidad. Se utilizó una escala de cinco índices posibles de caracterización y ponderación para cada tipo de vulnerabilidad. El índice de vulnerabilidad se definió en Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy Bajo (4, 3, 2, 1 y 0, respectivamente). La escala de vulnerabilidad se definió en forma porcentual: de 0-20, 21-40, 41-60, 61-80 y 81-100, que corresponden a vulnerabilidades Muy Baja, Baja, Media, Alta y Muy Alta, respectivamente. Una presentación detallada de la metodología está disponible en Rivera (2002).

### Resultados y discusión

La microcuenca del río La Soledad, según modelación hidrológica para el periodo de retorno de 100 años, presenta en la salida un caudal pico de 199,26 m<sup>3</sup>/s (Cuadro 2). El río tiene un alto nivel energético, cauce muy estrecho y velocidades altas en distancias cortas con pendientes fuertes. Todas estas condiciones naturales favorecen la ocurrencia de inundaciones en Valle de Ángeles (Cuadro 3).

Hirt *et al.* y Hargreaves, citados por Rivera (2000), analizan la fisiografía del territorio de Honduras con respecto a los ríos, y concluyen que los ríos van desde casi 2000 msnm hasta 0 msnm en una distancia corta. Esto hace que la pendiente sea mayor y que los ríos se encuentren en cauces muy pronunciados (en forma de “V”) y posean un patrón de drenaje dendrítico circular. Este factor hace que los ríos sean poco eficientes en la evacuación del agua precipitada.

Los resultados obtenidos con la modelación hidráulica demuestran que la geomorfología y la conducta hidráulica de los ríos de la microcuenca La Soledad presentan condiciones similares al resto del territorio hondureño. La quebrada Agua Amarilla es la que ocasiona más daños porque tiene una alta velocidad de socavación y un número de Froude superior al resto (super-

**Cuadro 1.**

Ficha de sitio crítico El Edén, Quebrada Agua Amarilla

<b>Ficha de sitios críticos</b>	<b>Código: VAI4</b>
Municipio Valle de Ángeles	Departamento Francisco Morazán
Lugar	El Edén, Quebrada Amarilla, Río La Soledad
Coordenadas	Longitud: 14°09'53"      Latitud: 87°02'15"
Amenaza	Inundación y alta velocidad del agua
Problemas	- Destrucción de alcantarillas - Daños y destrucción de casas - Incomunicación entre Valle de Ángeles y San Juancito - Interrupción de agua potable y energía eléctrica
Recomendaciones	- Planificación urbana - Rediseño de puente - Protección de márgenes con espigones

**Cuadro 2.**

Caudales estimados para el período de retorno de 100 años

Subcuenca	Precipitación (mm)	Caudal pico m <sup>3</sup> /s	Área de drenaje km <sup>2</sup>	Caudal específico m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup>
Agua Amarilla	226	42,1360	6,030	6,99
San Francisco	226	45,1230	6,160	7,32
Los Jutes	226	6,0219	0,740	8,14
Unión A	226	92,3630	12,930	7,14
Agua Dulce	226	23,5550	3,290	7,16
Los Pinos	226	3,8481	0,480	8,02
Unión B	226	119,3200	16,700	7,14
El Carrizal	226	77,9050	11,740	6,64
La Seca	226	1,9441	0,240	8,10
Unión C	226	196,0300	28,680	6,84
La Pradera	226	4,4460	0,540	8,23
Unión D	226	199,2600	29,220	6,82

crítico); además, su caudal pico es considerable, su longitud es mayor que las demás quebradas, y drena por donde hay mayor concentración de población.

La quebrada San Francisco tiene una alta velocidad, un espejo de agua considerable, un número de Froude alto y un caudal pico similar al de Agua Amarilla. Los Jutes, en cambio, no representa un mayor peligro pues su comportamiento hidráulico es bajo. El Carrizal tiene un caudal pico y un espejo de agua mayores que los otros afluentes; sin embargo, su velocidad y número de

Froude son bajos. Para efectos de inundación, este río no representa un peligro mayor para la población de Valle de Ángeles.

En sus condiciones institucionales es donde la cuenca es más vulnerable (Cuadro 4 y Figura 2), por falta de planes de prevención de inundación, falta de coordinación interinstitucional y capacitación al personal técnico de las instituciones en temas relacionados con las inundaciones. La vulnerabilidad técnica también es alta; las obras hidráulicas tienen poca capacidad hidráulica y diseños inadecuados.



**Cuadro 3.**

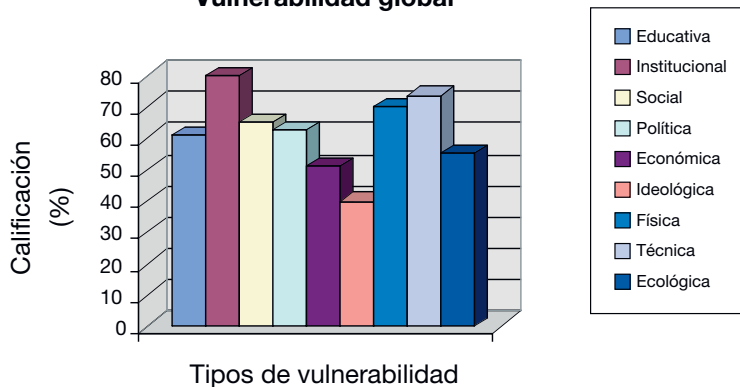
Características hidráulicas del río La Soledad para el período de retorno de 100 años, Valle de Angeles, Honduras

Subcuenca	Caudal pico (m <sup>3</sup> /s)	Velocidad del canal (m/s)	Espejo de agua (m)	Número de Froude	Longitud (m)
Agua Amarilla	42,14	4,48	14,59	1,63	3956
San Francisco	45,12	3,89	24,1	1,52	2031
Los Jutes	6,02	2,85	6,92	1,61	979
El Carrizal	77,90	3,47	34,86	1,35	3434
Agua Dulce	23,56	3,88	12,05	1,45	2447

**Cuadro 4.**

Resultado general de la evaluación de la vulnerabilidad de la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras

Tipo de vulnerabilidad	Promedio por vulnerabilidad	Total máximo posible	Vulnerabilidad existente (%)	Valoración de la vulnerabilidad
Educativa	2,45	4	61,2	Alta
Institucional	3,20	4	80,0	Alta
Social	2,60	4	65,0	Alta
Política	2,50	4	62,5	Alta
Económica	2,05	4	51,2	Media
Ideológica	1,60	4	40,0	Baja
Física	2,80	4	70,0	Alta
Técnica	2,95	4	73,8	Alta
Ecológica	2,20	4	55,0	Media
Vulnerabilidad global	2,48	4	62,0	Alta

**Vulnerabilidad global**

**Figura 2.** Tipos de vulnerabilidad y su calificación en la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras

En cuanto a la vulnerabilidad física, los servicios básicos de agua y energía eléctrica se ven afectados cada vez que ocurren eventos de intensidad media de lluvia. La vulnerabilidad social también es alta por el poco liderazgo y falta de organización comunitaria, al igual que la vulnerabilidad económica, porque los predios para construir están fuera del alcance de las posibilidades económicas de los habitantes de Valle de Ángeles (alrededor de US\$23,5/m<sup>2</sup>), quienes con sus bajos ingresos (alrededor de US\$4,0/día) no tienen más posibilidades que construir en áreas de riesgo a inundaciones.

La vulnerabilidad política resultó alta por la falta de aplicación de las leyes. Lo mismo sucede con la vulnerabilidad educativa, porque la mayor parte de la población no escucha programas radiales ambientales y la generalidad de los productores no recibe asistencia técnica. La vulnerabilidad ecológica, pese a tener valores por debajo de la vulnerabilidad global, es la que potencialmente presenta mayor tendencia a incrementarse, por la falta de tierras aptas para cultivos, falta de leña y plagas que atacan el bosque de pinar.

La vulnerabilidad ideológica de la población de Valle de Ángeles resultó ser la más baja, porque sólo ante la amenaza y presencia de inundaciones surge el espíritu de unión.

En general, la microcuenca La Soledad se califica con vulnerabilidad “alta”, pero si se aplicaran medidas correctivas y preventivas se podría reducir a vulnerabilidad media.

### Estrategias para reducir la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones

#### Estrategias a largo plazo

El Comité de Emergencia Municipal debería utilizar esta información como base para trabajar en la prevención y mitigación de inundaciones, así como para formular y gestionar proyectos.

El Proyecto FOCUENCAS es la única institución que está trabajando en el manejo de la microcuenca La Soledad. Es urgente incrementar la presencia de las instituciones gubernamentales y organizaciones de apoyo, con el fin de reforzar las debilidades institucionales, así como la participación activa y coordinada de las instituciones en la formulación y ejecución de planes de prevención. También se debería fomentar el manejo de la microcuenca mediante un enfoque integral de una red de municipios, y promover la participación de las comunidades en la prevención y mitigación de las inundaciones.

#### Estrategias a corto plazo

Es urgente dar prioridad y agilizar los trabajos de reconstrucción de la infraestructura dañada, principalmente en la quebrada Agua Amarilla. Además, se deben crear espigones para proteger los bancos del río, así como las pilas y los estribos de los puentes para evitar socavación; hay que depositar rocas grandes en las curvas cóncavas del cauce, donde el golpe del agua se concentra y es más fuerte.

Hay que evitar la construcción de pilas centrales en puentes de luz

reducida pues bloquean el flujo de agua y aumentan la posibilidad de atascamiento de árboles y piedras.

Se debe evitar la construcción de alcantarillas, pues se bloquean fácilmente y provocan el rompimiento de las carreteras. Al cruzar cuerpos de agua, las tuberías de conducción de agua deben ubicarse en sitios seguros para evitar que sean destruidas durante las inundaciones.

En las áreas con potencial de urbanización deben delimitarse las planicies de inundación de mayor peligro, según los mapas de amenazas. La Municipalidad debe hacer cumplir las ordenanzas.

A lo largo de la quebrada Agua Amarilla, después del huracán Mitch se han construido muros dentro de las planicies de inundación, los cuales son obstáculos para el agua y deben ser eliminados.


Es conveniente establecer mecanismos de monitoreo e instaurar un sistema de alerta, que permita conocer el comportamiento de los afluentes del río La Soledad. Los agricultores deben recibir capacitación en la aplicación de prácticas de conservación de suelos y reducción de la deforestación, con el fin de disminuir las altas tasas de escurrimiento.

Los trabajos de planificación y uso de la tierra a nivel rural y de ordenamiento territorial a nivel de la ciudad deben ser prioritarios. También es conveniente establecer jornadas de trabajo comunitario con estudiantes de último año de Bachillerato en los diferentes institutos del municipio para crear conciencia y promover la adopción de medidas de prevención de desastres naturales.

#### Conclusiones

Mediante la modelación hidrológica e hidráulica se logró elaborar un mapa de amenazas, básico para la planificación del desarrollo urbano de Valle de Ángeles. Este mapa es una herramienta base fácil de interpretar por la población y la Municipalidad.

El problema fundamental del río La Soledad es su alto nivel energético, ya que presenta velocidades altas con fuerte poder erosivo. En los sitios críticos o susceptibles a daños por inundaciones, se prescribieron trabajos para reducir el impacto.

La estimación y evaluación de la vulnerabilidad socioeconómica es tan importante como la biofísica porque permitió percibir la situación real de la población. 

#### Literatura citada

- Cáceres, K. 2001. Degradación y vulnerabilidad a desastres naturales de la Microcuenca Los Naranjos, Lago de Yojoa, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 110 p.
- HEC-RAS (River Analysis System). 2001. Hydraulic reference manual Version 3.0. Davis, CA, US Army Corps of Engineers. p. irr.
- HEC-HMS (Hydrologic modeling system). 2000. Technical reference manual Davis, CA, US Army Corps of Engineers. p. irr.
- FOCUENCAS (Proyecto de Fortalecimiento de la Capacidad Local para el Manejo de Cuencas y la Prevención de Desastres Naturales). 2001. Diagnóstico y línea base de la microcuenca del río La Soledad Valle de Ángeles, Honduras.
- PMDN (Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales). 2002. Componentes de análisis de vulnerabilidad, identificación de medidas y diseño de un plan de capacitación a nivel municipal. Tegucigalpa, Honduras, PMDN-CATIE.
- Rivera, S. 2000. Estrategia del manejo integrado de cuencas hidrográficas en Honduras: una propuesta de desarrollo sostenible. Proyecto de Desarrollo Forestal, ESNACIFOR-USAID. Consultado el 10 de noviembre del 2002. Disponible en: [http://rds.org.hn/forestal/calidad\\_de\\_vida/cuencas/cuencas\\_honduras\\_porRivera.pdf](http://rds.org.hn/forestal/calidad_de_vida/cuencas/cuencas_honduras_porRivera.pdf)
- Rivera Torres, L.H. 2002. Evaluación de la amenaza y vulnerabilidad a inundaciones en la microcuenca La Soledad, Valle de Ángeles, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 176 p.
- Solís, H. 2001. Apuntes del curso de bases hidrológicas para el manejo de cuencas hidrográficas. Turrialba, CR, CATIE.
- U.S. Water Resources Council. 1982. Guidelines for determining flood flow frequency. Reston, VA, U.S. Geological Survey.
- Villegas, V. 2002. Hec-GeoRas 3.0. Manual en castellano. Consultado el 10 de junio del 2002. Disponible en <http://home3.worldonline.es/juanmavi/sig.htm>

# El largo camino de Madeleña en El Salvador

## Sus rutas y resultados

**Cornelis Prins**  
CATIE  
cprins@catie.ac.cr

Los logros de un proyecto dependen de la fructífera interacción entre todos los actores. Lo que ocurre durante el proceso es crucial para entender la dirección, contenidos e innovaciones que se requieren en el campo, el por qué de los logros o de los fracasos.



Foto: Proyecto Madeleña, CATIE



Este texto sintetiza los hallazgos que sobre el trabajo de Madeleña encontramos en El Salvador, país donde el proyecto dejó múltiples huellas y lecciones. Además, constituye el segundo adelanto del libro sobre *Procesos de Innovación Rural en América Central*, a publicarse en el 2004.

Para apreciar los cambios operados se consultaron documentos de diversas fuentes, se entrevistó a los protagonistas del proyecto, se visitaron proyectos y agencias que han incorporado en su quehacer resultados de Madeleña y se observaron los fenómenos y procesos *in situ*. Se empezó tratando de entender los cambios desde la lógica de los productores y su interacción con los técnicos del proyecto y sus socios, para después relacionarlos con los eventos y rasgos a una escala mayor en el ámbito social del país: la guerra civil y la pacificación, la reforma agraria, la incipiente política ambiental y forestal, el cambiante marco institucional y las características del mercado.

### Datos generales de Madeleña

El proyecto regional Madeleña se ejecutó en Costa Rica, El Salvador, Honduras, Guatemala, Nicaragua y Panamá, con financiamiento de USAID. El proyecto tuvo dos etapas claramente diferenciadas; la primera –proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía (1981 a 1985)– se centró en la investigación y buscó fomentar la reforestación para combatir el problema energético en la región centroamericana. Se investigaron 150 especies forestales aptas para la producción de leña, se crearon áreas de experimentación silvicultural, se realizaron estudios socioeconómicos y se establecieron contactos con las agencias forestales, con los productores y comunidades para conocer su interés en las especies y en la siembra de árboles.

De 1985 a 1991 se validaron las tecnologías y se iniciaron las actividades de extensión. De las 150 especies evaluadas, se eligieron 24 tomando en cuenta los usos y servicios de los árboles mencionados por los productores. En 1985 comenzó la siembra de árboles en finca. El nombre del proyecto se cambió a Madeleña, lo cual expresa la inserción de la idea de Árboles de Uso Múltiple (AUM) adecuados para las condiciones socioeconómicas de los pequeños productores. Entre 1991 y 1995 se dio la masificación de las prácticas validadas y se creó la Red Madeleña, conformada por el proyecto y sus organismos de enlace. En El Salvador, el organismo enlace central fue el Centro Nacional de Tecnología Agroforestal y Forestal (CENTA), el cual es la agencia pública de extensión nacional.

### Innovación, racionalidad de los productores y la transacción entre el proyecto y los productores

#### Despegue de Madeleña

El proyecto despegó cuando se transformó en Madeleña y adoptó el concepto de AUM, adecuando su concepción y metodología de trabajo a la realidad y racionalidad de los pequeños productores de América Central. Esta reorientación fue el fruto de una reflexión sobre las reacciones tibias de los productores (Be-laúnde y Rivas 1992). La leña no era suficiente incentivo para la siembra de árboles<sup>1</sup>. Por eso, se adecuó la oferta tecnológica a la cantidad y calidad de los recursos de los productores, ya que esto incide en el costo de oportunidad de la siembra de árboles y en la preferencia del arreglo cultural<sup>2</sup>. Las especies fueron introducidas en pequeña escala y al ritmo definido por el productor, con el fin de que pudiera adaptar su sistema de producción a los cambios.

Pero antes de escoger especies y arreglos culturales, los productores debían familiarizarse con la idea de la siembra de árboles en finca y apropiarse del manejo correspondiente. El vivero comunal resultó ser un instrumento eficaz para eso.

#### El vivero comunal como “trampolín”

En la segunda fase de Madeleña hubo una “multiplicación milagrosa” de viveros en El Salvador: de cinco en 1984 a 1500 en 1993 (Olano 1994). Esto indicó que los productores tenían interés en la incorporación de los árboles en sus fincas y que la metodología empleada había empezado a dar sus frutos. Esos viveros hoy ya no existen. Después del trasplante de los arbolitos y de la apropiación por los productores del manejo correspondiente, el vivero perdió su función.

Sin embargo, el vivero comunal sigue vigente como medio de aprendizaje grupal e incorporación paulatina de los árboles en los sistemas productivos. Así, el proyecto PAES<sup>3</sup> (Programa Ambiental de El Salvador) estimuló el establecimiento de viveros comunales entre 2000 y 2001 para abastecer a las comunidades en su zona de acción. Entonces, la desaparición de un vivero comunal no siempre es un indicador de falta de sostenibilidad. Los viveros comunales van y vienen, según su función y oportunidad para los productores y las agencias.

#### ¿Cómo entender el interés del productor?

Si analizamos la racionalidad de los productores y la ubicamos en su contexto real, se comprende por qué aplicaron o dejaron de aplicar una u otra práctica, por qué escogieron determinadas opciones en ciertos momentos y por qué cambiaron sus

<sup>1</sup> En la cultura tradicional del campo salvadoreño se considera a la leña como un bien “libre”.

<sup>2</sup> Los pequeños finqueros preferían sembrar a lo largo de cercas y corrientes de agua, en lugar de bosquetes; además, les agradó la idea de sembrar granos en asociación con arbolitos (sistema taungya).

<sup>3</sup> En este artículo el proyecto PAES se refiere sólo al ejecutado por CATIE / IICA / UCA / CRS.

ideas y preferencias. Al principio, ciertas especies y arreglos culturales tuvieron mayor demanda, pero después los productores empezaron a cambiar sus preferencias. Así, se adoptó el eucalipto masivamente por ofrecer bondades tangibles para el productor: rápido crecimiento, fácil rebrote y bajo costo de mantenimiento, además de que ofrece madera rolliza, leña y postes. El sistema taungya también tuvo buena aceptación por combinar la producción de granos básicos con la siembra de árboles, ya que el productor buscaba una simbiosis de recursos en el limitado espacio del que dispone. Por la misma razón se dejó de usar años después: los productores notaron una creciente competencia por luz, agua y nutrimentos entre granos y árboles, a medida que los árboles crecían (Segura 1999, Nascimiento 1998). Adaptaciones hechas por algunos agricultores y recomendaciones de proyectos posteriores demostraron que la ampliación del espaciamiento entre los árboles era suficiente para solucionar el problema.

Entre los variados sistemas productivos, una tecnología agrícola se adapta y fusiona con otras. El proyecto PAES actualmente ofrece un amplio abanico de tecnologías: bancos forrajeros, cercas vivas de madre cacao, pasto brisantha en barreras vivas para forraje, las cuales se complementan con las especies y prácticas promovidas por Madeleña. La racionalidad campesina y la tecnología aplicada no son estáticas: entran nuevas ideas, tecnologías y prioridades; se acumula experiencia y se evalúan los efectos a largo plazo.

#### Convergencia de lo económico y lo ecológico

Los 152 agricultores enlace del CENTA conservaron su área de árboles sembrados y 40% de ellos la ampliaron aún sin incentivos externos, aunque variaron especies y

arreglos (Segura 1999). Entre las razones aducidas estuvieron: madera, leña y sombra, protección del medio ambiente, otros ingresos y aprovechar el espacio con linderos.

Se puede inferir que la conservación apunta a la valorización de la base productiva. Los árboles forrajeros o los que fijan nitrógeno ayudan a conservar el suelo y su humedad, proveen insumos para los demás elementos del sistema productivo y dan valor a la finca. También se puede inferir que en ausencia de incentivos externos, estas razones han empezado a actuar como motivación e incentivos internos.

En los últimos años, se ha revalorizado a las especies nativas (que al principio despertaron poco interés entre los productores) y el saber tradicional correspondiente. Los agricultores y las agencias de desarrollo se han vuelto permeables a la regeneración de las especies nativas, sin desechar las especies exóticas ya asimiladas.

#### Revalorización de las especies nativas

Las especies nativas, que al principio despertaron poco interés entre los productores, hoy son muy demandadas (Segura 1999, Nascimiento 1998). Según un estudio hecho en el municipio de Ilobasco, los árboles con mayor presencia en los campos de los agricultores son laurel (*Cordia alliodora*) y madre cacao (*Gliricidia sepium*)<sup>4</sup>. El laurel gusta a los pro-

ductores por tener poca copa y perder sus hojas y ramas en el invierno, de manera que no compite con los granos. Madeleña no incluyó el laurel en la fase de extensión, pero PAES lo ha incorporado en su oferta tecnológica como árbol disperso en campos de granos básicos; además, el proyecto fomenta la regeneración natural por ser fácil y económica.

En los últimos años, se ha revalorizado a las especies nativas y el saber tradicional correspondiente. Los agricultores y las agencias de desarrollo se han vuelto permeables a la regeneración de las especies nativas, sin desechar las especies exóticas ya asimiladas.

#### Inserción y peso de los árboles en la economía del hogar

Las especies maderables se han asimilado a los sistemas de producción y economía del hogar por varias razones complementarias: los costos de producción o de consumo disminuyen, se generan empleos e ingresos adicionales, se diversifican los sistemas de producción, se mitigan los riesgos del clima y de mercado, se conservan los recursos y se valoriza la finca.

Para la mayoría de los productores, la producción de madera se complementa con la producción de granos básicos, aunque también se dan casos en los que la producción de árboles se ha convertido en un eje central de la economía del hogar, pues el costo de oportunidad de la madera para hacer carbón es muy alto (Current y Juárez 1992).

Es común que los árboles maderables se siembren cerca de la casa por su valor de uso y cambio, el temor al robo y el goce de la sombra. Esto significa que los árboles maderables se han incorporado a la economía del patio y que tienen tanto valor que deben ser vigilados. Por otra parte, con la siembra de árboles se ha modificado el calendario agrícola, aunque sin aumentar demasia-

<sup>4</sup> J. Guillén. Proyecto FAO Laderas, 2001. Comunicación personal.

do el costo de la mano de obra. En los meses de sequía hay más construcción rural, de modo que en ese periodo hay también más cosecha y compra-venta de árboles. En esos meses también se produce el carbón.

#### La oferta y la demanda, los productores y los técnicos

Los sistemas de producción, el acervo tecnológico y la lógica económica de los pequeños productores de El Salvador incorporaron a los árboles, porque la oferta tecnológica logró responder a su demanda y cálculo económico. En ello pesan diversos aspectos interrelacionados: el uso óptimo del espacio de la finca, el uso de especies y prácticas culturales según los diversos objetivos y preferencias de la familia, la complementariedad y sinergia de los distintos recursos productivos, el manejo del riesgo de clima y mercado, los menores costos de producción y consumo y la valorización de la finca (Current *et al.* 1995).

Los técnicos y los socios de Madeleña se familiarizaron con la lógica de los productores y con las limitaciones y el potencial de sus sistemas de producción, adaptando la oferta tecnológica. Por su parte, los productores se apropiaron, de forma paulatina, de los objetivos del proyecto. En este proceso, ambos actores encontraron una meta y un camino compatible y compartido.

#### Altibajos de los viveros y la siembra de árboles

Para rastrear los cambios ocurridos entre la siembra de árboles y la situación actual, se visitaron cinco comunidades: Las Margaritas y Las Barrosas en el municipio de Pachimalco, la comunidad finatera<sup>5</sup> en el cantón de Natividad, Ojo de Agua en Santiago de la Frontera y Barrancas Honda en el municipio de San Juan Opico.

En Las Margaritas, el vivero se instaló en 1984 (Heckadon-Moreno 1990) y ha seguido produciendo plántulas para sembrar árboles en fincas<sup>6</sup>. Por todas partes se ven bosquetes de eucalipto con árboles cosechados y rebrotados. La madera se usa, más que todo, para la fabricación de carbón para el mercado de San Salvador y es un eje importante de la economía local.



El vivero comunal es un medio de aprendizaje grupal que permite la incorporación paulatina de árboles en los sistemas productivos

Foto: Proyecto Madeleña, CATIE

En Las Barrosas, al principio el vivero tuvo problemas organizativos (Heckadon-Moreno 1990), pues los pobladores estaban acostumbrados a tomar la leña y madera de los bosques cercanos, y además había dificultades para traer el agua necesaria. Después, el vivero se rehizo y hoy se ven árboles maderables para el autoconsumo de leña y madera, y árboles frutales que sirven como fuente de ingresos.

En ambos casos, un marco institucional favorable y la presencia de una oficina del CENTA en Pachimalco han estimulado y respaldado la producción de madera en fincas,

la protección de los bosques primarios en los alrededores y la siembra de árboles.

En la comunidad finatera de Natividad se dio, más bien, un retroceso en la siembra de árboles en finca. El móvil inicial de los productores fue demarcar con postes vivos la propiedad que recibieran con la Reforma Agraria y proteger el suelo de la erosión. Aún hoy se encuentran árboles

sembrados en esa época y cosechados muchas veces desde entonces, pero también se nota falta de cuidado y manejo. Un anciano contó con entusiasmo el proceso de la siembra de árboles y los beneficios que había logrado con la madera cosechada por cuatro veces; pero, agregó, su hijo había eliminado los árboles porque parte de la madera había sido robada. Un productor contó que los ganaderos de la comunidad metían sin permiso el ganado en las fincas para comer los rastrojos. Varias veces se mencionó la delincuencia común como un serio problema, pues con frecuencia los árboles son robados.

<sup>5</sup> Campesinos que recibieron tierras como resultado de la Reforma Agraria, a través de la Financiera Nacional de Tierras (FINATA); por eso se les llama 'finateros'.

<sup>6</sup> Babbar (2001) se refiere a Las Margaritas como caso notable de difusión lateral de prácticas agroforestales.



En Ojo de Agua se sembraron entre 1986 y 1987 miles de árboles (Heckadon-Moreno 1990). Hoy es un proyecto piloto del CENTA. El paisaje es exuberante y contiene una enorme variedad de árboles, cultivos y prácticas de conservación de suelo. El agua abundante es un recurso que permite diversificar los sistemas de producción y mitigar los riesgos del clima y del mercado. Los árboles maderables sembrados en el tiempo de Madeleña se confunden con las especies frutales y prácticas agroforestales propagadas posteriormente. La sólida organización local que caracterizó a la comunidad (Heckadon-Moreno 1990) se ha mantenido y desarrollado y no se circunscribe a sus límites. Cada semana los dirigentes de todas las comunidades de Santiago de la Frontera se reúnen en la alcaldía para discutir y tomar acciones de interés común. Llama la atención el sistema de vigilancia social, coordinado por el municipio para prevenir la delincuencia común. El entorno institucional y la organización comunitaria son favorables para el continuo desarrollo de la actividad agroforestal.

En Barranca Honda, por todas partes se ven bosquetes de eucalipto bajo los cuales pastorean las vacas. Antes, estos bosquetes eran sistemas taungya. Un productor y antiguo agricultor enlace del convenio con CENTA mostró eucaliptos, tecas y otros árboles maderables sembrados en el patio de la casa, al lado de árboles frutales, hierbas y hortalizas. La pérdida del área agrícola no afectó su economía, a pesar de no poseer más que dos manzanas de tierra. Con la venta de árboles en el mercado local, puede arrendar tierra adicional para el cultivo de granos básicos. Un técnico del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) informó que en el municipio hay cinco caseríos más, donde se maneja una gran cantidad de arreglos agroforestales y silvopastoriles.

### El desarrollo no es lineal

Los cinco casos muestran que el proceso de siembra de árboles en finca se ha consolidado y ampliado, lo que evidencia que el desarrollo no es lineal: un caso que empezó mal, superó las “enfermedades infantiles”; otro caso arrancó con dinamismo, dando pautas a otras comunidades, pero después tuvo un retroceso. El interés del productor, la fuerza y vigencia de la organización local y el continuo respaldo de agentes externos parecen ser parámetros críticos para la sostenibilidad de las prácticas agroforestales.

### Evolución en las cooperativas

Las cooperativas patrocinadas por el Instituto Salvadoreño de Transformación Agraria (ISTA) constituyen otro sector que también se benefició con la Reforma Agraria.

Los viveros comunales promovidos por Madeleña en los años 80 no lograron consolidarse en la mayoría de las cooperativas; incluso algunos bosques sembrados fueron destruidos por los mismos socios (Heckadon-Moreno 1990). El problema se relaciona con el programa ORE MAG anterior a Madeleña, que concentró sus acciones en las cooperativas del ISTA. En esa época, los cooperativistas no tenían ninguna vocación forestal y la modalidad de trabajo aplicada sólo hizo aumentar su aversión. Percibieron la siembra de árboles como competencia para la producción de granos básicos y tuvieron la sensación de que se estaba forestando tierra estatal. De hecho, el programa era más de empleo y generación de ingresos que de fomento forestal. Estos factores provocaron incendios intencionales como protesta, o para garantizar sus puestos de trabajo en el programa.

Un notable cambio positivo se dio en la cooperativa Renacimiento, en el distrito de Natividad. Mediante un vivero comunal se sembró una hectárea con árboles maderables. En 1996, la cooperativa se parceló y

un socio se quedó con el bosque sembrado, pero para que las fincas de los demás socios no se quedaran sin árboles, se volvió a instalar un vivero comunal. Otro caso es el de la cooperativa Candelareña, municipio de Candelaria de la Frontera. Allí, la situación económica no es buena y muestra indicios de descapitalización y endeudamiento, pero en materia forestal el panorama es, paradójicamente, más bien positivo. En la década de 1980, el vivero comunal fracasó: de los 10.000 árboles en vivero solamente se plantaron 11 (Heckadon-Moreno 1990). En la tercera fase de Madeleña y con el convenio CENTA-Madeleña, se retomó el trabajo con la cooperativa. Hoy tienen un bosque de 5 ha, para cuyo manejo y conservación los socios han establecido normas de conducta; cada uno tiene derecho de cortar un árbol para uso doméstico, siempre y cuando maneje el rebrote. Desde que la cooperativa se parceló, todos los socios han sembrado árboles en sus fincas, dejando intactos el cafetal y el bosque sembrado.

Estas son solo dos de las 100 cooperativas en todo el país, pero por lo que contaron técnicos de MAG y de proyectos de desarrollo, en otras se da también el patrón de parcelación y siembra de árboles en las nuevas fincas.

Otro factor relevante es que muchos rodales semilleros (áreas de investigación en la primera fase de Madeleña) que venden semilla mejorada, están en terrenos de las cooperativas. Hoy hay 50 centros de producción de semilla en el país, lo cual implica cierto interés económico, cuidado y manejo por parte de los cooperativistas.

Como se ve, el panorama forestal en el sector cooperativo ha mejorado notablemente en el transcurso de la última década. El Departamento General de Recursos Naturales calcula que en el sector cooperativo se han sembrado hasta ahora 20.000 ha con árboles. Este cambio puede ha-

ber sido influenciado por la divulgación de los resultados económicos de los árboles sembrados en las fincas de los finateros, en los alrededores de las cooperativas y por una mejor metodología de divulgación en la última fase de Madeleña.

Es evidente, entonces, que para entender la evolución de la actividad forestal y agroforestal en el sector reformado, las fincas, comunidades y cooperativas es necesario incorporar al análisis los cambios en la sociedad salvadoreña y en las políticas del agro.

### Cambios en el entorno que incidieron en la decisión del productor de (no) sembrar árboles

Hay factores en el entorno que inciden positiva o negativamente en la adopción sostenida de prácticas de conservación y de prácticas forestales y agroforestales.

#### Reforma agraria y tenencia de la tierra

Es paradójico que en plena guerra civil, se haya aplicado una reforma agraria bastante radical. En 1980 se expropiaron las haciendas de más de 500 ha y se repartió la tierra entre peones y campesinos sin tierra; así, en 1984 los arrendatarios de las haciendas se convirtieron en dueños de la tierra. La reforma agraria fue concebida para ganar políticamente a la población rural, aunque no logró canalizar ni calmar el descontento (y mucho menos la represión); no obstante, sirvió para dar seguridad sobre la tierra a antiguos inquilinos y crear mejores condiciones para proteger y valorizar su nueva propiedad, entre ellas, la siembra de árboles.

El Acuerdo de Paz de 1992 empezó una tercera etapa de la reforma agraria mediante el Programa de Transferencia de Tierras (PTT) que facilitó tierra a los desmovilizados

de la guerrilla y del ejército, mediante la titulación de fincas o la creación de cooperativas. Esto favoreció la siembra de árboles para demarcar linderos y para obtener madera, leña, frutos, forraje, ingresos y conservar suelo y agua. Después, se dio una tendencia a la repartición de la tierra entre los socios de las cooperativas<sup>7</sup>, aunque los parceleros tienden también a sembrar árboles en su nueva finca.



Foto: Proyecto Madeleña, CATIE

El madre cacao es una especie que proporciona leña, tutores, postes y forraje. Esta especie no fue inicialmente promovida por Madeleña sino que es el proyecto PAES quien la introdujo posteriormente

#### Guerra interna y acuerdo de paz

En tiempos de guerra, las consideraciones ecológicas tienen una mínima prioridad política y social. El Salvador no fue la excepción: el ejército quemaba los bosques donde se había asentado la guerrilla, mientras que los desplazados los destruían para plantar milpas y frijolares y obtener leña y madera. Sin embargo, al mismo tiempo que los bosques se regeneraban en las zonas de conflicto y zonas abandonadas por la población, se promulgaba una reforma agraria que incentivaba la siembra de árboles.

También se dieron situaciones opuestas cuando los pobladores regresaban, o se asignaban tierras expropiadas. Por ejemplo, durante la guerra los hacendados se refugiaron en el centro del país; en consecuencia, los bosques de galería del río Lempa se regeneraron, pero quienes recibieron lotes de tierra por allá eliminaron esos bosques para ampliar el área agrícola y tener acceso directo al río, lo que provocó graves pro-

blemas de inundaciones. Además, surgieron conflictos entre productores que deseaban ampliar el área para la producción de granos y los gobernantes y pobladores de ciudades vecinas, que promovían la protección de las nacientes de agua por medio de bosquetes.

La pacificación hizo posible concebir e implementar una política de conservación y gestión ambiental. La creación del Ministerio de Medio Ambiente es un indicador. Este ministerio ha establecido reglas para resguardar los manglares y bosques remanentes; tales medidas empiezan

<sup>7</sup> Por lo general, la cooperativa no deja de existir sino que se convierte en prestataria de servicios para conseguir asistencia técnica, abaratar insumos y otros. A veces se mantienen rubros de manejo y producción grupal.

a tener mayor apoyo por parte de la sociedad civil, debido más que todo a la necesidad más sentida en El Salvador: la protección y conservación del recurso agua (Estado de la Región 1999).

#### Delincuencia común y la necesidad de la vigilancia social

La vigilancia colectiva es estratégica para fomentar y resguardar las inversiones productivas y de conservación, al igual que la regulación de la conducta social dentro y entre comunidades y el manejo de los conflictos socio-ambientales. La institucionalidad rural es un factor condicionante para el éxito o retroceso de proyectos de innovación y desarrollo rural.

Como ejemplos, tenemos la situación observada en dos comunidades donde se estimuló con éxito la siembra de árboles. En la comunidad finatera de Natividad hubo un retroceso provocado por la delincuencia y la falta de trabajo conjunto y de control social. En Ojo de Agua, por el contrario, se dio un proceso continuo de inversiones y prácticas agroforestales (con apoyo externo), respaldado por una sólida organización local y zonal y un sistema efectivo de vigilancia municipal.

#### Las limitaciones del mercado

La falta de un mercado nacional y de una industria con tecnología apropiada para árboles de poco diámetro es una limitación para la producción de árboles. Los árboles sembrados en fincas y cooperativas se usan para leña, construcción rural y venta en el mercado local como madera rolliza. En este contexto, se debe entender la aversión de los productores al raleo, como una reacción lógica dadas las condiciones actuales de producción y demanda. ¿Para qué ralear, si se necesitan árboles delgados para vigas y cuarterones de la propia casa o para venderlos a compradores locales?

#### Aspectos legales

Por muchos años, la Ley Forestal y el Servicio Forestal se caracterizaron por su carácter prohibitivo y punitivo. Esto generó entre los finqueros, el temor de que cuando los árboles sembrados crecieran no iban a poder cosecharlos. El obstáculo se superó con el sistema MIRA Ext<sup>8</sup>, que permitía demostrar a las autoridades que los árboles eran en verdad cultivados. Posteriormente, con la nueva Ley Forestal se eliminaron las trabas legales para la explotación de plantaciones y bosques debidamente manejados.

La red Madeleña facilitó frecuentes y masivos intercambios de productores y extensionistas, organizó gran cantidad de talleres y cursos de capacitación para extensionistas y produjo varios manuales técnicos. Esto generó una masa crítica y considerable apoyo institucional para sostener las acciones y resultados del proyecto.

#### Aspectos institucionales

La red de cooperación horizontal de Madeleña facilitó frecuentes y masivos intercambios de productores y extensionistas, organizó gran cantidad de talleres y cursos de capacitación para extensionistas y produjo varios manuales técnicos. Esto generó una masa crítica y considerable apoyo institucional para sostener las acciones y resultados

del proyecto. Después que el proyecto acabara, varios socios siguieron divulgando las tecnologías promovidas por el proyecto, lo que al final resultó en una fusión de las especies y tecnologías introducidas por Madeleña, con las especies y prácticas inducidas por otros organismos y proyectos. Hoy el usuario puede escoger de un amplio abanico de tecnologías ofrecidas.

#### Convenio con CENTA

CENTA fue el socio más importante de Madeleña, por ser una instancia de extensión con cobertura nacional. Un proyecto CATIE-CENTA sobre sistemas de producción, anterior al convenio, preparó el terreno para que se aplicara en el CENTA un enfoque sistémico, esencial para promover la diversificación de las fincas. El cambio de orientación del CENTA se refleja en su nuevo nombre: Centro Nacional de Tecnología Agroforestal y Forestal. Sin embargo, tales cambios no fueron fáciles, toda vez que no había en el país formación forestal universitaria, los extensionistas de CENTA no tenían vocación (agro)forestal y había mucha resistencia institucional interna.

Los informantes coinciden en que el convenio con el CENTA fue fructífero, aunque muy corto para fortalecer aspectos técnicos e incorporar plenamente la actividad forestal en el quehacer del CENTA; de hecho, las demandas de los productores para sembrar árboles en sus fincas no siempre encuentran una respuesta adecuada en el CENTA. Los resultados dependen mucho del interés de los decisores en los órganos jerárquicos del centro. Por ejemplo, las oficinas de Candelaria de la Frontera y Pachimilco trabajan en la promoción de la siembra de árboles maderables, aunque no siempre tienen los recursos para facilitar semillas y bolsas a los productores.

<sup>8</sup> Este sistema registraba las actividades y resultados de la extensión en grupos vecinales y fincas.



## Sostenibilidad e impacto de los resultados de Madeleña

No fue fácil evaluar el grado de sostenibilidad e impacto de Madeleña por lo complejo de la cuestión y la fragmentación de los datos; por eso se combinaron y agregaron diversas fuentes de información y se hicieron estimaciones e inferencias hipotéticas.

### Magnitud y sostenibilidad de la innovación tecnológica generada por Madeleña

Segura (1999) verificó que los agricultores enlace del convenio CENTA-Madeleña no solo mantuvieron, sino hasta aumentaron el área con árboles sembrados. Ese estudio, sin embargo, no ofrece información sobre la aplicación y extensión de resultados en fincas vecinas, aún cuando los efectos positivos en las economías de los agricultores enlace deben haber influido en la opinión y conducta de finqueros vecinos. Según Nascimiento (1998), la adopción entre los agricultores no atendidos por el proyecto en San Juan Opico fue baja debido a la disminución de incentivos (semillas y bolsas) y de asistencia técnica al finalizar Madeleña y el convenio con CENTA. No obstante, otras agencias, como los antiguos organismos de enlace, siguen operando y facilitando semilla y asesoría. Asimismo, hay nuevos proyectos que aplican incentivos relacionados con los planes de finca de los productores.

Según Olano (1994), 30.000 agricultores fueron atendidos mediante 1500 viveros comunales; es decir, el 10% de los pequeños productores de El Salvador. No todos los viveros comunales fueron exitosos inicialmente, pero se dan casos de superación, como en Las Barrosas y las dos cooperativas visitadas. Y posiblemente no sean los únicos. Ya mencionamos la coyuntura favorable para la siembra de árboles en la tercera etapa de la Reforma Agraria y posteriores procesos de parcelación de muchas cooperativas del ISTA.

### Hipótesis y su sustento

Consideramos que en los años posteriores a Madeleña, se ha ampliado el porcentaje de agricultores que siembran árboles en sus fincas. Este supuesto se basa en lo siguiente:

- La metodología del proyecto se caracterizó por la incorporación paulatina de los árboles en las fincas y la adaptación de la tecnología a las variadas condiciones, ne-

- Las prácticas inducidas por el proyecto se han adaptado a nuevas necesidades y oportunidades de los finqueros. La adaptación estimula la adopción, aún cuando la tecnología adoptada no sea técnicamente perfecta a los ojos de científicos y extensionistas. Nuevos problemas, oportunidades y enfoques requieren que los arreglos iniciales se modifiquen.



Foto: Proyecto Madeleña, CATIE

Las técnicos y socios de Madeleña se familiarizaron con la lógica de los productores y con las limitaciones y el potencial de sus sistemas de producción. Los productores, por su parte, se apropiaron paulatinamente de los objetivos del Proyecto

cesidades y posibilidades de los pequeños productores, lo cual facilita la asimilación de nuevos elementos al sistema productivo (Prins *et al.* 1999). Esa adecuación observada en diversas situaciones puede haber ocurrido en otras situaciones similares.

- Las familias productoras se han convencido de las bondades de la siembra de árboles en finca. Esto genera demanda de semilla y apoyo técnico, pero no siempre las agencias responden adecuadamente. Sin embargo, los factores claves para la sostenibilidad del impacto del proyecto son las ideas interiorizadas, el interés y la demanda de los productores.

- La adaptación y fusión de especies y arreglos promovidos por Madeleña con especies, arreglos y prácticas promovidas por otras agencias, facilita la permanencia de sus resultados.
- La red de cooperación horizontal fue un importante factor de masificación y sostenibilidad de los resultados de Madeleña, contribuyó a la capacitación de centenares de extensionistas y miles de agricultores y produjo material informativo. Estos recursos humanos, institucionales e informativos siguen operativos y en uso.
- Muchos recursos humanos formados son gestores políticos, lo cual asegura cierta continuidad en con-

cepciones y herramientas de política y estrategia de intervención.

- Nuevos cauces institucionales han retomado los resultados de Madeleña. Por ejemplo, el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) retomó las áreas de investigación de Madeleña y las convirtió en rodales semilleros; además, mediante incentivos promueve su conservación y las condiciones adecuadas para su manejo comunitario.

dad de la siembra de árboles y de las prácticas agroforestales.

También hay factores en contra. La delincuencia implica la necesidad de tomar medidas para proteger la inversión y la conservación, y la necesidad de organizar la vigilancia social. El ambiente político para la conservación ha mejorado después del Acuerdo de Paz, pero este efecto se neutraliza porque la legislación no incentiva debidamente la actividad forestal y agroforestal.

extracción ilegal, lo cual retroalimenta, a su vez, al cultivo de árboles como parte del sistema productivo campesino. Por otro lado, miles de productores, centenares de extensionistas y decenas de gestores políticos han sido capacitados, con lo cual se ha fortalecido la capacidad de las agencias gubernamentales y no gubernamentales.

### Lecciones aprendidas

- Madeleña creó las condiciones mínimas necesarias para la incorporación sostenida y masiva de árboles maderables en los sistemas de producción de granos básicos en El Salvador. Esto representa un gran logro en un país con gran escasez de bosques, tierras erosionadas y bajo continua presión demográfica, y con poca tradición forestal. Este resultado demuestra que la claridad en la concepción de un proyecto es crucial, así como la definición de estrategias y metodologías de trabajo que vayan incorporando la información y experiencias generadas con la implementación del proyecto.
- Cuando el equipo empezó sus actividades había muchas incógnitas por resolver, pero supo aprender de sus aciertos y errores y adecuar su actuar a la realidad particular y cambiante de los productores. Reflexionar sobre las acciones y reacciones y adecuar estrategias en el camino de un proyecto es esencial para que este logre su finalidad.
- En la medida en que haya un espacio compartido entre los objetivos de los productores y los del proyecto y que se trace un camino y meta comunes, el proyecto obtendrá mayor impulso y efectividad. Los logros de un proyecto dependen de la fructífera interacción entre todos los actores. Lo que ocurre durante el proceso es crucial para entender la dirección, contenidos e innovaciones que se requieren en el campo, el por qué de los logros o de los fracasos.




Foto: Proyecto Madeleña, CATIE

Madeleña generó un gran interés entre los productores por la siembra de árboles maderables y frutales gracias a su impacto tangible en la economía de los hogares.

- En la última década, ha surgido una mayor conciencia ambiental nacional, la cual se refleja en políticas favorables a la conservación e inversión en el campo. La escasez de agua promueve políticas de estímulo a la reforestación en las cabeceras de las cuencas. La protección de los bosques remanentes genera demanda por la madera producida en fincas y plantaciones.
- La seguridad de tenencia e inversión creada por la reforma agraria, junto con el interés y capacidad de los productores y agencias de desarrollo son, a nuestro parecer, los factores básicos para la continui-

### Impacto de Madeleña

De este y otros estudios se puede concluir que Madeleña generó un amplio y sostenido interés entre los productores por la siembra de árboles maderables y frutales, gracias a su impacto tangible en la economía del hogar (Current *et al.* 1995). Los AUM generaron un ingreso adicional de entre 12 y 22% por hectárea en el grupo de productores de granos básicos investigado (Segura 1999). A nivel de finca se conservan suelo y agua; a nivel de paisaje, los bosques se protegen mejor por el cultivo de madera en finca y por el mejor control de la

- A medida que los productores se apropian del proyecto, empiezan a aportar sus ideas y destrezas y a desarrollar su capacidad de experimentación y adaptación; todos estos factores son importantes para la viabilidad y sostenibilidad de los cambios en sus fincas. Desde esta perspectiva, no importa tanto la adopción de tecnologías, sino la capacidad de los finqueros de tomar decisiones adecuadas y experimentar, innovar y adaptar (Bunch y López 1995). También es necesario ofrecer a los productores diferentes opciones tecnológicas para que elijan según su conveniencia (Current *et al.* 1995).
- En El Salvador ya existía una larga tradición de cultivo de árboles frutales y de árboles de sombra en fincas cafetaleras. Madeleña debería haber capitalizado esas experiencias antes de promover la incorporación de nuevas especies en las fincas. Es preciso analizar y estudiar los usos y conocimientos tradicionales de los productores y comunidades antes de ofrecer nuevas tecnologías.
- La red de cooperación horizontal fue una estrategia acertada para la masificación y sostenibilidad de los resultados de Madeleña, pero su periodo de vigencia fue muy corto para la plena incorporación de la actividad (agro)forestal en los socios enlace y para garantizar el seguimiento a los productores. Una red es buena para aumentar la eficacia de un proyecto y dar un trato adecuado a sus múltiples facetas, siempre y cuando sea bien conducida y sus beneficios excedan los costos.
- Un proceso que empieza mal, puede corregirse; lo que arranca bien, puede consolidarse o deteriorarse. Las causas del avance o retroceso son internas o externas a la comunidad, y muchas veces una combinación de ambas. Vale la pena dar seguimiento a los procesos para tomar las medidas correctivas necesarias.
- Un proyecto tiene mayor impacto en la medida en que otros retomen sus resultados y lecciones. Esto no implica reproducir lo ya hecho, sino combinar las experiencias y tecnologías de diversos proyectos. Si los proyectos se ensimisman y no consideran el actuar de otras instancias, disminuye su potencial de impacto.
- Un proyecto es más eficaz si se inserta en procesos en marcha, y más trascendental e impactante si logra catalizar cambios encadenados en su entorno.
- El marco político, legal e institucional facilita o dificulta un trabajo efectivo en el campo. Es preciso combinar el trabajo en las comunidades con una labor en el ámbito de políticas, leyes y agencias de desarrollo y convertir, en la medida de lo posible, los obstáculos en fuerzas de apoyo. 

### Agradecimiento

Agradezco el apoyo y la información ofrecida por Luis Silva, Modesto Juárez, Julio Olano, Faustino Portillo y Eufemia Seguro. A los jefes de las agencias del CENTA en Pachimilco, Santa Ana y Santiago de la Frontera. A los dirigentes y productores de las comunidades visitadas.

### Literatura citada

- Babbar, L. 2001. Informe final del proyecto agroforestal CATIE/DANIDA/GTZ. Turrialba, CR, CATIE.
- Belaúnde, E; Rivas, C. 1992. Responding to practice and affecting policy: the experience of the Madeleña-3 project in Central America. ODI Rural Development Network.
- Bunch, R; López, G. 1995. Soil recuperation in Central America: sustaining innovation after intervention. IIED. Gatekeeper series Nr. 55.
- Current, D; Juárez, M. 1992. Estado presente y futuro de la producción y consumo de leña en El Salvador. Turrialba, CR, CATIE.
- Current, D; Lutz, E; Scherr, S. 1995. Costs, benefits and farmer adoption of agroforestry: project experience in Central America and the Caribbean. World Bank Environment Paper no. 14.
- Estado de la Región. 1999. Informe del Estado de la Región en Desarrollo Humano Sostenible, Capítulo 4: El desafío del agua en Centroamérica.
- Heckadon-Moreno, S. 1990. Madera y leña de las milpas, los viveros comunales: una alternativa para el desarrollo forestal de El Salvador. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica no. 161.
- Nacimiento de Almeida, E. 1998. Análisis de adopción y adaptación campesina de sistemas agroforestales con cultivos anuales en cuatro comunidades del municipio de San Juan Opico, El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE.
- Olano, J. 1994. Los viveros comunales: el caso de El Salvador. In Rivas, C (ed.) La extensión forestal: avances y perspectivas en América Central, Memoria I Seminario Regional. Turrialba, CR, CATIE.
- Prins, C; Lok, R; Current, D. 1999. ¿Cómo insertar nuevas tecnologías en sistemas de producción de familias campesinas? Agroforestería en las Américas (21):29-31.
- Segura, E. 1999. Contribución de las tecnologías agroforestales a la economía y bienestar de los pequeños productores en tierra de ladera en el Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 89 p.

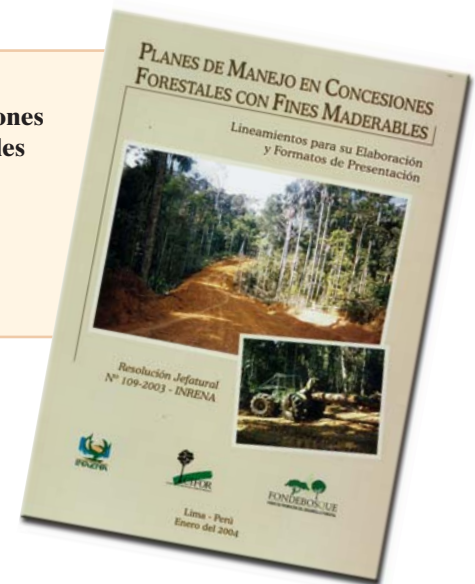


# Publicaciones CIFOR



## Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la Amazonía peruana.

Sabogal, C; Carrera, F; Colán, V; Pokorny, B; Louman, B.  
2004  
279 p.



## Planes de Manejo en Concesiones Forestales con Fines Maderables

INRENA-CIFOR-  
FONDEBOSQUE  
2004  
116 p.



## Manual Práctico para Operadores Forestales

INRENA-CIFOR-  
FONDEBOSQUE  
2004  
74 p.  
Dirección de contacto:  
Fondo de Promoción del Desarrollo Forestal - FONDEBOSQUE. Calle Las Tordillas 195, San Isidro. Lima, Perú



**Silvicultura en la Amazonía peruana**  
Nalvarte, W; Sabogal, C; Galván, O; Marmillod, D; Angulo, W; Córdova, N; Colán, V.  
2004  
105 p.

Dirección de contacto:  
Centro Internacional para la Investigación Forestal - CIFOR Perú. Carretera Federico Basadre km 4.200 Pucallpa, Perú

# CATIE inicia programa estratégico regional en cogestión de cuencas hidrográficas

CATIE, con el apoyo financiero de la Agencia Sueca de Cooperación Internacional (ASDI), inició en setiembre del 2004 la implementación del programa estratégico “Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas”.

Este programa aprovecha las bases, motivaciones y experiencias de los actores locales en Honduras y Nicaragua -principalmente municipalidades y organizaciones locales- para asumir responsabilidades en el manejo de los recursos naturales, con un enfoque de gestión integral de cuencas hidrográficas. El programa estratégico es un producto del proyecto Fortalecimiento de la Capacidad Local en Manejo de Cuencas Hidrográficas (FOCUENCAS), ejecutado por CATIE entre el 2000 y el 2003 con financiamiento de ASDI.

El objetivo del Programa es que, a cuatro años plazo, se hayan diseñado modelos de cogestión adaptativa y sostenible de cuencas, aplicables a condiciones biofísicas, socioeconómicas e institucionales representativas de América Central. Tales modelos deberán ser validados y usados por instancias locales y nacionales de Honduras y Nicaragua.

El desarrollo del Programa se sustenta en la cogestión adaptativa de cuencas, la cual integra experiencias y aprendizajes a diferentes niveles en Centroamérica: local (subcuencas modelo), nacional (Honduras y Nicaragua), regional y del CATIE (Figura 1), con el fin de contribuir a la consolidación de la Escuela Centroamericana de Pensamiento en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas. Esta pretende ser un proceso colaborativo de sistematización, generación e intercambio de conocimientos adaptados a las condiciones de la región; para ello se utilizarán mecanismos efectivos de comunicación, retroali-

mentación y formación de capital humano que contribuyan a lograr un dominio común y la apropiación por parte de organizaciones e instituciones, de las herramientas, metodologías y conceptos de gestión de cuencas. Se espera que este proceso contribuya a mejorar la toma de decisiones y la institucionalización de conceptos, actitudes, valores y herramientas para la gestión sostenible de las cuencas hidrográficas.

El área de influencia directa del Programa es la región centroamericana. El trabajo se iniciará en cuatro subcuencas modelo o “laboratorios de campo”: dos en Honduras y dos en Nicaragua. En Nicaragua se trabajará en la subcuenca del río Jucuapa, cuenca del río Matagalpa (municipios de Matagalpa y Sébaco) y la sub-

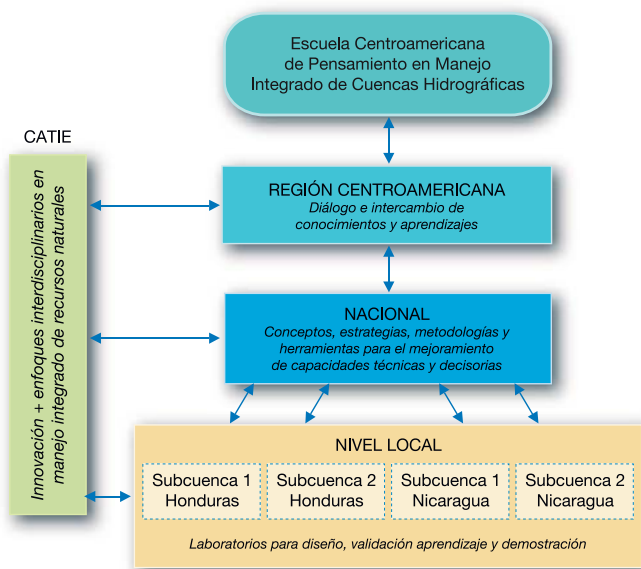


Figura 1. Representación esquemática de la relación entre los cuatro niveles de influencia del Programa FOCUENCAS

cuenca del río Aguas Calientes, cuenca del río Coco (municipios de Somoto y San Lucas). En Honduras se hará lo propio en la microcuenca del río La Soledad, subcuenca del río Yeguaré, cuenca del río Choluteca (municipio de Valle de Ángeles) y en la subcuenca del río Copán, cuenca del río Motagua (municipios de Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo).

Las subcuencas modelo ofrecen oportunidades de aprendizaje variado, desde condiciones de trópico seco con serios problemas de degradación ambiental (Aguas Calientes) a condiciones de trópico semihúmedo con problemas intermedios de degradación (Copán y Jucupa) o de poca degradación (La Soledad).

A nivel local, el Programa actuará por intermedio de los comités de subcuencas, integrando alianzas de aprendizaje con instituciones y organizaciones nacionales vinculadas al manejo de cuencas. La metodología a desarrollar se basa en procesos de investigación-acción participativa. Se promoverán alianzas de aprendizaje con municipios, mancomunidades, comités de cuencas y otros actores nacionales o regionales que tienen la competencia del manejo de cuencas y la reducción de la vulnerabilidad a los desastres naturales. Asimismo, se buscará que otras organizaciones en las subcuencas modelo, en los países y en la región, valoren y saquen provecho de las lecciones generadas en los laboratorios de campo.

En las subcuencas modelo se diseñarán y validarán metodologías y herramientas para la cogestión adaptativa de cuencas. Se generarán y comunicarán conceptos, estrategias, metodologías y aprendizajes que permitan fortalecer la capacidad de acción y la toma de decisiones de las organizaciones e instancias responsables de la gestión de cuencas en Honduras y Nicaragua. Se pretende fortalecer también la interacción y el diálogo regional sobre experiencias y aprendizajes en gestión integrada de cuencas entre organismos e instancias regionales y el CATIE; esto contribuirá a la creación de una escuela centroamericana de pensamiento en gestión de cuencas. El CATIE incorporará los resultados del Programa en su agenda de trabajo, planes estratégicos y en su estrategia para el manejo integrado de recursos naturales. Los productos esperados del Programa, así como la información y aprendizajes, facilitarán la aplicación de estrategias de inversión y de toma de decisiones a los actores externos (bancos, empresa privada, cooperación internacional).

El Programa realizará consultas generales a nivel nacional y regional, para conocer los avances, experiencias, necesidades y oportunidades en la gestión integral de cuencas. En la primera etapa, se recopilará información relevante que ayude a definir el nivel de desarrollo del manejo de cuencas en la región. Posteriormente, el mismo análisis se hará también en Nicaragua y Honduras y en cada una de las subcuencas modelo.

El Programa valorará las lecciones aprendidas y las experiencias de proyectos, instituciones nacionales y de otros centros regionales o internacionales que apoyan o desarrollan actividades relacionadas con la gestión integral de cuencas. Con esta base, el Programa procederá a definir en forma detallada las actividades de investigación-acción que conduzcan a desarrollar las estrategias operativas y actividades específicas para lograr los productos esperados; con la información generada, se elaborarán los planes operativos anuales.

La investigación se vinculará en forma paralela e integrada a todas las acciones que se realicen; con ello se fortalecerán las capacidades de gestión local, se generarán experiencias aplicables y de interés nacional y se influirá en la toma de decisiones. Se promoverán acciones tales como: protección de fuentes de agua, fomento de tecnologías amigables con el medio ambiente, implementación de proyectos productivos y de conservación (con fondos de inversión y pago por servicios ambientales), creación de comités de cuencas, planificación concertada y solución de conflictos sociales y ambientales, acciones para crear resiliencia ante amenazas naturales (sequía, inundaciones, deslizamientos), estímulo de ordenanzas municipales con participación ciudadana y cabildos abiertos para fomentar una nueva institucionalidad rural y la gobernabilidad.



# Recursos Naturales y Ambiente

La Revista Recursos Naturales y Ambiente brinda una perspectiva integral, biológica, social y económica del aprovechamiento y conservación de los ecosistemas naturales y forestales, y del desarrollo rural. Nuestra Revista, que tiene un ámbito geográfico latinoamericano, espera servir como un foro donde se propongan y analicen modelos y experiencias de trabajo relevantes para los técnicos, productores y empresarios, para los gobiernos locales y para las autoridades estatales.

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

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

## Presentación de los escritos

- El texto debe ser en español, de párrafos cortos, concretos y acompañados de la literatura que apoye el fundamento de su ponencia.
- Los artículos deberán ser –de preferencia- inéditos y contener información suficiente para que el lector(a) pueda evaluar las observaciones, repetir los experimentos y evaluar si los datos justifican las conclusiones del autor.
- Título claro, breve y preciso; debe indicar el país o área de estudio donde se realizó.
- Cada artículo deberá ir acompañado por, al menos, dos fotografías que ilustren el escrito. Por una cuestión de calidad, toda fotografía debe ser enviada en papel fotográfico o diapositiva; también puede enviarse por vía electrónica, pero deberá tener una resolución mínima de 225 dpi y un ancho de 13 centímetros como mínimo; guardada en formato jpg o tif.
- Todos los gráficos deben venir con su tabla de datos.
- Cada material ilustrativo -gráficos, dibujos, mapas, cuadros, diagramas y fotografías- deberá traer su correspondiente pie de foto (imagen) e indicar los derechos de autor o fuente.
- El autor debe indicar su nombre y apellido, identificación plena de la institución donde trabaja, dirección permanente (apartado postal, teléfono, fax y correo electrónico).
- Debe incluirse -al final del artículo- sólo la literatura que se menciona en el escrito, por orden alfabético de autores. Los datos esenciales de una cita bibliográfica son: autor (personal o corporativo), año de publicación, título del trabajo, lugar de publicación, institución o casa editora, páginas que cubre el trabajo o número de páginas utilizadas.
- Las contribuciones pueden ser enviadas para su publicación en: Foro, Comunicación técnica, Experiencias y Actualidad

## Revisión y edición

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

## Foro

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

## Comunicación Técnica

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

## Experiencias

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

## Actualidad

Puede enviar información de actualidad, noticias cortas, publicaciones recientes, actividades, premios recibidos, etc.

El objetivo de esta sección es dar a conocer el trabajo regional y las diferentes iniciativas que surgen en los países del istmo o fuera de sus fronteras.

## Encuentre en nuestro número anterior :

### Foro

¿En busca del actor perdido? Los científicos y la certificación forestal  
Criterios e indicadores de manejo forestal sostenible

### Informe especial

Criterios e indicaciones para el monitoreo de operaciones forestales. Un caso en Brasil  
El monitoreo ecológico como herramienta del manejo forestal sostenible  
Monitoreo y evaluación del desempeño en unidades de manejo de bosque natural  
Tendencias y perspectivas para las iniciativas de criterios e indicadores para la ordenación forestal sostenible  
Retos y oportunidades para una mejor aplicación de los estándares de certificación del manejo forestal en América Latina  
Sistema modular de mejoramiento para alcanzar el manejo forestal sostenible y la certificación forestal independiente

### Comunicación Técnica

La industria de artesanías de Masaya y Masatepe, Nicaragua y su demanda por materia prima en bosques tropicales  
Diagnóstico y análisis de mercado de las Pymes transformadoras de madera de Siguatepeque y San Pedro Sula

### Experiencias

Fortalezas y debilidades del manejo forestal tropical en Bolivia

## Encuentre en nuestro próximo número un informe especial del Programa Regional Forestal de Centroamérica (PROCAFOR)

### Informe especial

Forestería comunitaria en Honduras: el análisis de los interesados  
Manejo forestal ejidal con participación comunitaria  
El proceso de administración forestal municipal en Guatemala: la experiencia de PROCAFOR-BOSCOM  
El proceso de participación en la implementación de microempresas forestales comunitarias. La experiencia de PROCAFOR en el Altiplano de Guatemala  
Desarrollo de la microempresa rural forestal: La experiencia de PROCAFOR y tres municipios de Nicaragua  
Artesanías de pino: experiencias de un grupo de artesanas de los municipios de Yamaranguila y Guaimaca, Honduras  
Programa de formación de promotores forestales en Nicaragua

### Comunicación técnica

Lineamientos para la planificación del Bosque Modelo Reventazón, Costa Rica  
Efecto de la iluminación de la copa sobre el crecimiento de *Pentaclethra macroloba* y *Goethalsia meiantha* e implicaciones para la silvicultura de los bosques tropicales húmedos  
Impacto socioeconómico del pago por servicios ambientales y la certificación forestal voluntaria en la sostenibilidad del manejo forestal en Costa Rica  
Evaluación de la restauración del paisaje en el cantón de Hojancha, Guanacaste, Costa Rica  
Desempeño ambiental de la certificación forestal y el pago por servicios ambientales como mecanismos de promoción del manejo sostenible de bosques naturales  
La Cadena Productiva del Bambú en Costa Rica: Un análisis del potencial de desarrollo de este recurso tropical

### Experiencias

La domesticación de cedro y caoba en la Península de Yucatán: Experiencias en el mejoramiento de la calidad de germoplasma forestal