

Serie técnica. Informe técnico no. 362

# **Metodología para valorar la oferta de servicios ecosistémicos asociados al agua de consumo humano, Copán Ruinas, Honduras**

Rafaela Retamal  
Róger Madrigal  
Francisco Alpízar  
Francisco Jiménez

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE  
Departamento de Recursos Naturales y Ambiente  
Turrialba, Costa Rica, 2008



El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) es un centro regional dedicado a la investigación y la enseñanza de posgrado en agricultura, manejo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. Sus miembros regulares son el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Belice, Bolivia, Colombia, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Venezuela. El presupuesto básico del CATIE se nutre de generosas aportaciones anuales de estos miembros.

© Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, 2008

ISBN 978-9977-57-458-5

333.91

R437 Retamal, Rafaela

Metodología para valorar la oferta de servicios ecosistémicos asociados al agua de consumo humano, Copán Ruinas, Honduras / Rafaela Retamal, Róger Madrigal, Francisco Alpizar y Francisco Jiménez. – Turrialba, C.R. : CATIE, 2008

53 p. – (Serie técnica. Informe técnico / CATIE ; no. 362 )

ISBN 978-9977-57-458-5

1. Recursos hídricos – Servicios ambientales – Honduras
2. Abastecimiento de agua – Servicios ambientales – Honduras
- I. Madrigal, Róger II. Alpizar, Francisco III. Jiménez, Francisco
- IV. CATIE V. Título VI. Serie.

## Créditos

### Producción general

Lorena Orozco Vilchez

### Corrección de estilo

Elizabeth Mora Lobo

### Diseño y diagramación

Unidad de Comunicación, CATIE

### Fotos de la portada

Rafaela Retamal

Elías de Melo

Archivo CATIE

Red Iberoamericana de Bosques Modelo

Departamento de Recursos Naturales y Ambiente

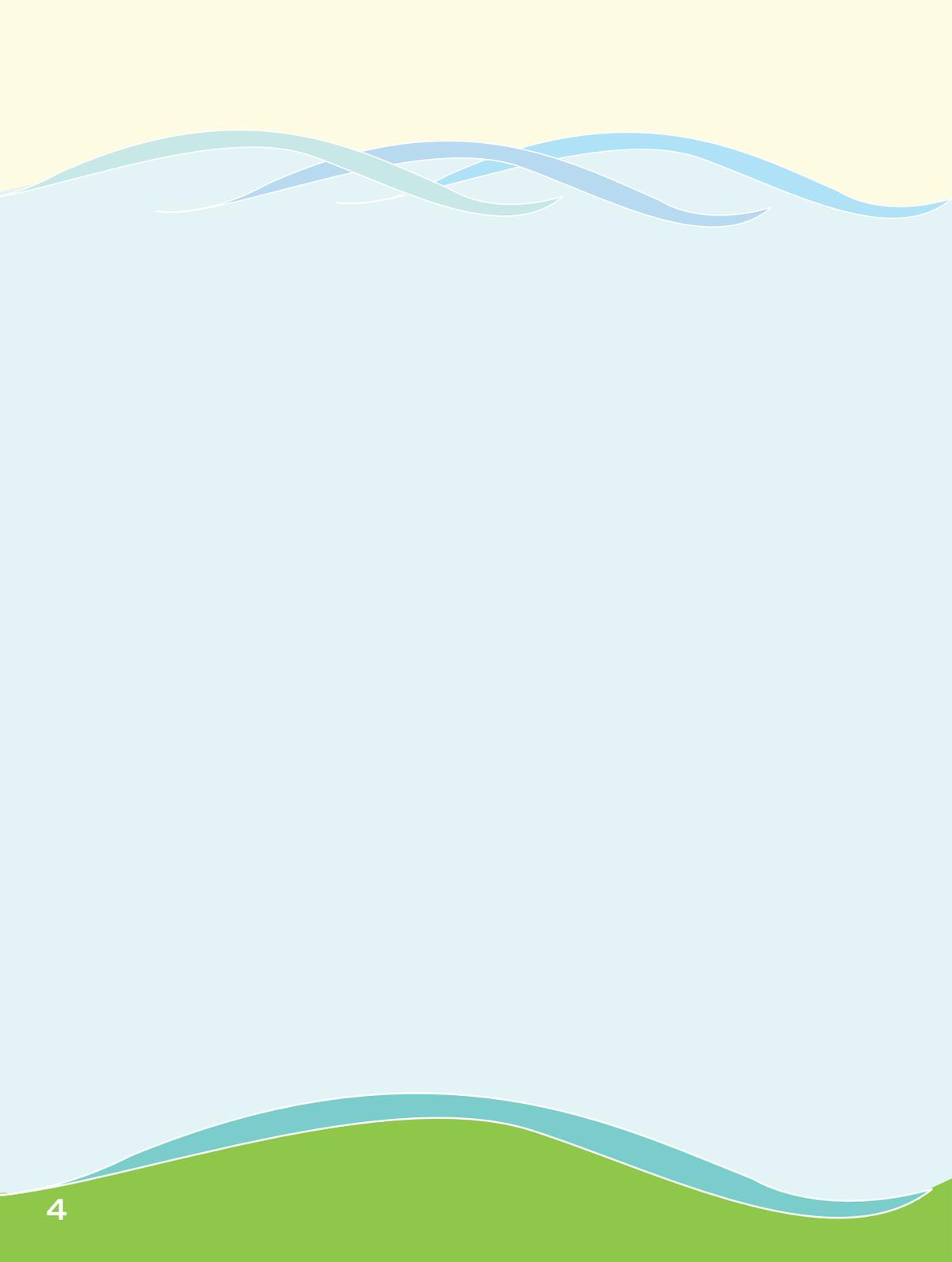
Sede Central, CATIE

[www.catie.ac.cr](http://www.catie.ac.cr)

Publicación patrocinada por el Programa "Innovación, Aprendizaje y Comunicación para la Cogestión Adaptativa de Cuencas" (Focuecas II), ejecutado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con financiamiento de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (Asdi). El contenido de este documento, ni las propuestas e ideología de la publicación corresponden necesariamente a los criterios de Asdi, ni representan las políticas oficiales.

# Índice

<b>Introducción</b> .....	5
<b>Conceptos básicos</b> .....	6
¿Qué es un ecosistema? .....	6
¿Que es un servicio ecosistémico? .....	6
Servicios ecosistémicos y agua para consumo humano: ¿existe relación entre ellos? .....	7
¿Qué es un esquema de pagos por el servicio ecosistémico hídrico de consumo humano? .....	8
<b>Servicios ecosistémicos hídricos en el municipio de Copán Ruinas</b> .....	11
Área de estudio .....	11
Razones para implementar un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas.....	12
Las áreas más importantes que generan los SEH .....	15
Usos del suelo en las áreas prioritarias .....	19
Costos de las prácticas de conservación para garantizar la oferta del SEH.....	26
El pago por la oferta de SEH .....	28
Implementación del esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas.....	35
<b>Conclusiones y recomendaciones generales</b> .....	37
<b>Literatura consultada</b> .....	39
<b>Anexo</b> .....	41



# Introducción

EL CATIE, con el apoyo financiero de la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (Asdi), empezó en setiembre del 2004 la implementación del programa estratégico Focuencias II “Innovación, Aprendizaje y Comunicación para la Cogestión Adaptativa de Cuencas”. Este programa responde a la necesidad de desarrollar y compartir herramientas e instrumentos para la cogestión adaptativa de cuencas en la región centroamericana.

Focuencias II aprovecha las bases, motivación y experiencia 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. Los esquemas de pagos por servicios ecosistémicos son una de las líneas de acción-investigación de Focuencias II, ya que se considera de fundamental importancia el estudio y diseño de alternativas que garanticen la sostenibilidad financiera para las acciones que se quieran desarrollar dentro del marco de la cogestión de cuencas.

El enfoque de acción-investigación ofrece la oportunidad de validar y aprender acerca del diseño e implementación de esquemas de pago por servicios ecosistémicos que procuren mejorar y mantener la disponibilidad de agua de calidad aceptable para el consumo directo de las poblaciones humanas. El enfoque metodológico para desarrollar estos esquemas es integral y se compone de varias etapas interrelacionadas: i) diagnóstico y definición de objetivos, ii) estudio de condiciones habilitadoras, iii) diseño técnico del esquema, iv) implementación, v) evaluación. El trabajo que se presenta a continuación se concentra en una parte del diseño técnico del esquema: la definición de las áreas prioritarias para la generación de servicios ecosistémicos, las acciones a realizar en estas áreas y la definición de los montos de pago necesarios para estimular la participación en el esquema.

# Conceptos básicos

## ¿Qué es un ecosistema?

Un ecosistema es la combinación de una comunidad natural y su medio físico. Las plantas, los animales, las bacterias, los hongos y otros organismos conforman estas comunidades, e interactúan entre ellos y con los elementos inanimados del medio (Begon 1997).

## ¿Qué es un servicio ecosistémico?

Los servicios ecosistémicos<sup>1</sup> (SE) se definen como *los beneficios directos o indirectos que reciben los seres humanos de las interacciones que se producen en los ecosistemas* (de Groot et ál 2002). Los ecosistemas naturales proveen SE de cuatro tipos:

- SE de apoyo, como la formación del suelo y la producción primaria
- SE de aprovisionamiento, como la obtención de alimentos y combustibles
- SE de regulación, como la regulación del clima y el control de inundaciones
- SE culturales, como los beneficios espirituales o recreativos

Lamentablemente los procesos de deforestación, el uso intensivo de agroquímicos -y de forma más general, la sobreexplotación de los recursos naturales - afectan negativamente la capacidad de los ecosistemas para brindar SE de forma permanente. No obstante, evidencias recientes demuestran que en algunos casos, dependiendo de la forma de manejo, los ecosistemas intervenidos por el hombre también pueden ofrecer una variedad de SE (Gobbi et ál 2005). Así por ejemplo, los agroecosistemas bien manejados y con la correcta implementación de prácticas de conservación de suelos y aguas pueden reducir la pérdida de fertilidad del suelo y mejorar la disponibilidad y calidad de agua, por citar algunos beneficios.

<sup>1</sup> Con frecuencia se emplea el término 'servicios ambientales' como sinónimo de 'servicios ecosistémicos'. Tal sinonimia nos parece inapropiada por dos razones. 1) La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (MEA 2005) habla de servicios ecosistémicos (o servicios de los ecosistemas) y en ningún caso de servicios ambientales; en este estudio queremos ser consistentes con el MEA. Por esta misma razón adoptamos el concepto de pago por servicios ecosistémicos en lugar del término, más comúnmente utilizado, de pago por servicios ambientales. 2) Queremos evitar confusiones con el concepto de bienes y servicios ambientales empleado en los acuerdos comerciales internacionales para la negociación del comercio de bienes y servicios ambientales a través de la reducción o eliminación de obstáculos arancelarios o no arancelarios. El concepto que maneja la Organización Mundial del Comercio (OMC) no tiene relación con los beneficios que proveen los ecosistemas; en el caso de bienes ambientales se refiere a artefactos tales como convertidores catalíticos y filtros de aire, y en el caso de servicios ambientales se hace alusión a los servicios de consultoría en temas de recursos naturales que puede ofrecer un profesional liberal, por ejemplo.

## **Servicios ecosistémicos y agua para consumo humano: ¿existe relación entre ellos?**

Las funciones de los ecosistemas hacen posible que el ser humano obtenga múltiples beneficios directos e indirectos relacionados con la disponibilidad de agua para distintos usos. Algunos de estos SE son:

- Regulación del flujo de agua, especialmente durante la estación seca, y control de inundaciones
- Control de la erosión y sedimentación
- Regulación de los niveles de aguas subterráneas
- Manutención de los hábitats acuáticos, en especial para especies en riesgo
- Generación de agua para plantas hidroeléctricas
- Agua para satisfacer necesidades directas de consumo humano

La producción de cualquiera de estos servicios depende de muchas características específicas del ecosistema, tales como composición de los suelos, usos de la tierra, tipo de vegetación, clima y manejo que se dé a los recursos naturales. Por ello, la provisión de servicios ecosistémicos hídricos debe evaluarse como una unidad.

Bajo el nombre de servicios ecosistémicos hídricos (SEH) de consumo humano se incluyen los beneficios que proveen los ecosistemas relacionados con la disponibilidad de agua de calidad aceptable para satisfacer necesidades humanas de consumo directo, tales como ingesta diaria, preparación de alimentos y aseo personal.

La satisfacción de las necesidades de agua potable en muchos hogares es posible porque se tiene la infraestructura adecuada de captación, conducción, distribución y tratamiento. No obstante, si las fuentes de agua que alimentan estos sistemas no abastecen la cantidad suficiente, no será posible, o será muy caro, atender las múltiples necesidades de las familias. Los SEH tienen que ver con la disponibilidad de agua de buena calidad y en cantidad en las fuentes de agua; no se puede pensar en satisfacer las necesidades de consumo de miles de familias si no se protege la existencia de los ecosistemas proveedores.

## ¿Qué es un esquema de pagos por el servicio ecosistémico hídrico de consumo humano?

Una de las herramientas más utilizadas para la protección y mejoramiento de los servicios ecosistémicos son las leyes y la regulación directa; sin embargo, no se han logrado los resultados esperados debido a la falta de capacidad para hacerlas efectivas y los costos que imponen a quienes las deben cumplir. Las políticas más recientes buscan implementar herramientas complementarias; por ejemplo, la aprobación de una ley determinada y el uso de incentivos económicos que compensen el costo de cumplir con la regulación. En este sentido, uno de los incentivos económicos que ofrecen mayor potencial de aplicación son los pagos por servicios ecosistémicos (PSE).

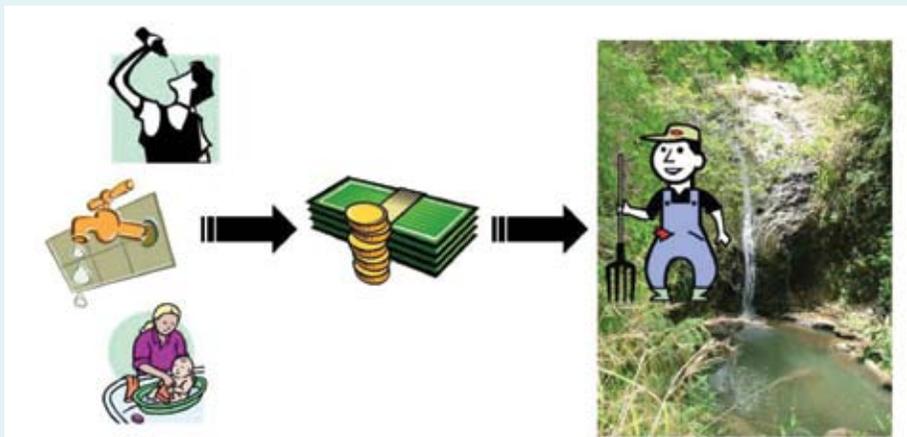
Los esquemas de PSE son arreglos institucionales mediante los cuales los dueños de la tierra<sup>2</sup> que ofrece un SE reciben una retribución monetaria por parte de los beneficiarios. En términos generales, los PSE constan de tres componentes esenciales: la **demanda**, la **oferta** y el **marco operativo**. El primero se refiere a los usuarios que se benefician del SE y que idealmente contribuyen con la sostenibilidad financiera del esquema. El segundo componente lo constituyen las áreas prioritarias para la provisión del SE, así como los costos asociados con la conservación y el manejo de los usos del suelo. El último componente engloba la planificación, administración y control del esquema de PSE.

En el caso del agua, los esquemas de pagos por servicios ecosistémicos hídricos (PSEH) de consumo humano apuntan a una compensación que los demandantes o usuarios del servicio de agua potable ofrecen a los productores y/o dueños de la tierra en las zonas productoras de agua (oferentes del SEH), siempre y cuando estos realicen las inversiones necesarias y mantengan determinados usos del suelo que contribuyan positivamente con la disponibilidad y/o calidad del recurso hídrico. Los demandantes del SEH son aquellas personas que se benefician de la conexión al sistema de abastecimiento de agua potable y mediante ella pueden realizar actividades como bañarse, beber, cocinar. Estas personas destinan una parte de sus ingresos a compensar a los dueños de la tierra donde se generan los

<sup>2</sup> Se entiende en un sentido amplio, ya que no necesariamente existe un derecho formal de tenencia de la tierra que lo faculte como dueño. Incluye categorías de propiedad colectiva, privada y pública.

SEH, tales como productores agropecuarios en cuyas propiedades se encuentran nacientes de agua (Figura 1).

Los esquemas de PSEH buscan un cambio de actitud tanto en oferentes como en demandantes. Los demandantes destinarían una parte de sus ingresos por un beneficio que tradicionalmente ha sido **gratuito**, pero que con el aumento de la población y el mal manejo de los ecosistemas está disminuyendo y afectando negativamente su bienestar. Los oferentes - que no percibían ningún beneficio por proteger esos ecosistemas, y en consecuencia los destinaban a otros usos - recibirían ahora un pago por conservarlos. De ese modo, la sociedad como un todo se beneficia con este cambio de conducta. El uso de esquemas de PSEH es un tema que ha venido ganando terreno entre los líderes políticos, ambientalistas y desarrolladores alrededor del mundo.



**Figura 1.** Esquema de un PSEH  
Foto: Rafaela Retamal

Los esquemas de PSEH por sí solos no van a lograr el mejoramiento de la calidad del servicio de abastecimiento de agua potable; para ello se requieren de otras medidas de gestión que incrementen la eficiencia de la infraestructura y la gestión general del sistema. El PSEH únicamente mantiene o mejora las interacciones

del ecosistema en donde se generan el recurso hídrico, así como en los ríos o las quebradas que abastecen de agua para consumo humano. Un esquema de PSEH debe formar parte de un enfoque integral para el manejo de los recursos naturales, el cual abarca la regulación directa (leyes, zonificación, ordenamiento territorial), la participación en la toma de decisiones, la seguridad de tenencia de derechos de propiedad, entre otros factores.

# Servicios ecosistémicos hídricos en el municipio de Copán Ruinas

## Área de estudio

Las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín son parte de la subcuenca del río Copán, en el noroeste del departamento de Copán, Honduras, cerca del límite con Guatemala (Figura 2). Esta subcuenca forma parte de la cuenca del río Motagua (cuenca binacional, compartida entre Honduras y Guatemala) y tiene una superficie de 619 km<sup>2</sup>, aproximadamente. Las microcuencas Sesesmiles y Marroquín cubren superficies de 37 y 32 km<sup>2</sup>, respectivamente. La primera se ubica en el municipio de Copán Ruinas y la segunda en Copán Ruinas y Santa Rita.

El área urbana de Copán Ruinas es abastecida por cuatro fuentes de agua; tres de ellas se encuentran en la microcuenca Sesesmiles (El Malcote, Don Cristóbal y El Cacaguatal) y captan el 80% del agua ofrecida al municipio de Copán Ruinas. La otra fuente se encuentra en la microcuenca de Marroquín (El Escondido) y capta el 20% restante (Figura 3). Asimismo, siete caseríos que pertenecen al municipio han conformado la Junta Central de Agua de Siete Comunidades, la cual se abastece de dos fuentes de agua ubicadas en la parte alta de la microcuenca Marroquín. La comunidad de Sesesmil Primero, por su parte, se abastece de una toma de agua ubicada en la cabecera de la microcuenca Marroquín.

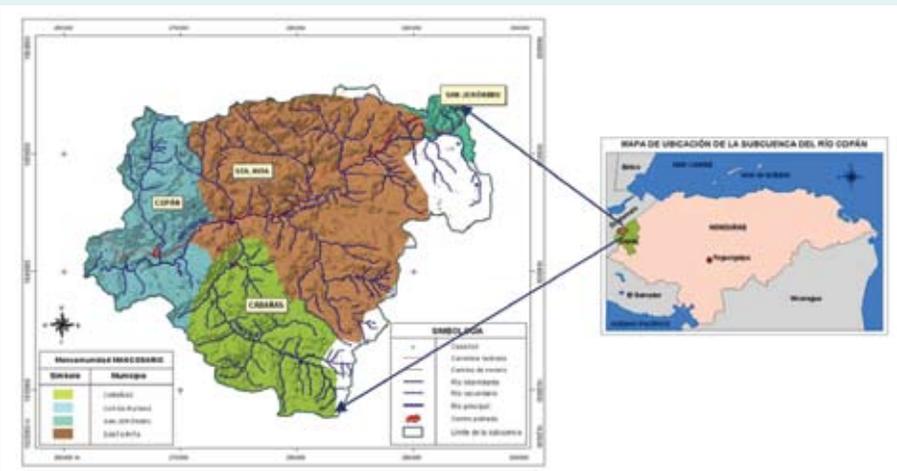
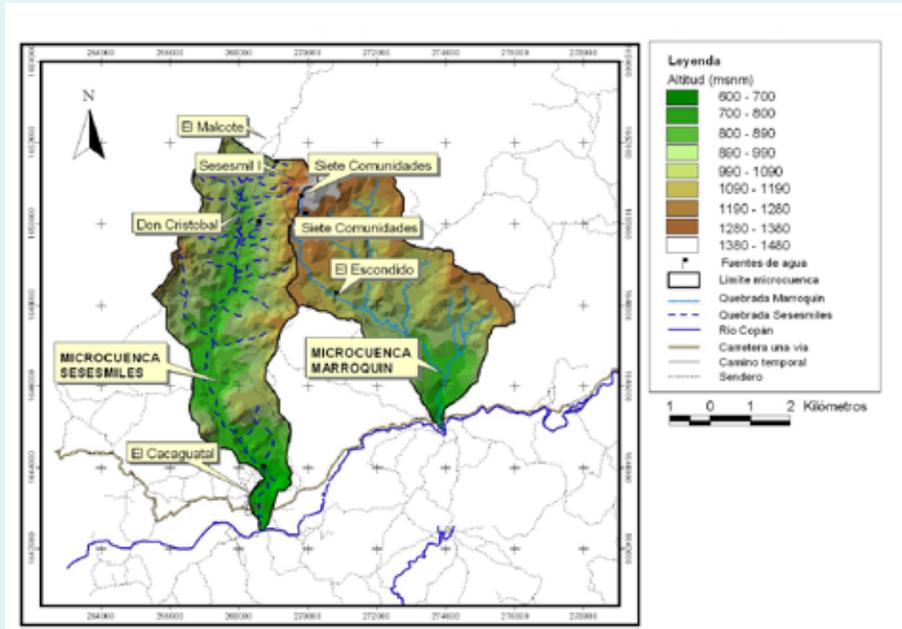


Figura 2. Localización de la subcuenca del río Copán



**Figura 3.** Localización de las fuentes de agua que abastecen al área urbana de Copán Ruinas, Honduras

## Razones para implementar un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas

### Problemas de degradación en las microcuencas abastecedoras de agua potable

Las microcuencas que abastecen de agua al área urbana del municipio de Copán Ruinas están amenazadas principalmente por la contaminación causada por la falta de demarcación de las microcuencas, la deforestación y la falta de prácticas sostenibles por parte de la población. En la Figura 4 se observan algunos problemas relacionados con el uso del suelo en las zonas cercanas a las tomas de agua del municipio.

Para mejorar la calidad del agua es necesario aplicar prácticas de conservación de suelos y aguas y proteger los remanentes de bosques en las microcuencas donde se generan los SEH. Una forma de hacerlo es mediante la implementación de un esquema de PSEH que compense financieramente los esfuerzos de protección efectiva del bosque y promueva un cambio de conducta, la adopción de prácticas productivas sostenibles y un manejo adecuado del suelo. Se espera que los pagos periódicos sirvan para financiar parte o la totalidad de la inversión necesaria para implementar y mantener las mejores prácticas de manejo y producción.



**Figura 4.** Degradación observada en las áreas cercanas a las tomas de agua que abastecen al municipio de Copán Ruinas: (A) quema de cultivos en zonas productoras de agua, (B) tala ilegal del bosque.

Fotos: Rafaela Retamal

#### **Los demandantes del SEH están dispuestos a pagar una tarifa hídrica**

Un estudio reciente auspiciado por el Programa Focuecenas II, sobre la demanda del SEH en el municipio de Copán Ruinas, demostró que el 82% de la población urbana entrevistada está dispuesta a pagar una tarifa hídrica adicional a la establecida. Asimismo, se encontró que la disponibilidad de pago máxima promedio por familia es de 16 lempiras mensuales, lo cual es superior al monto de pago actual por concepto del servicio de agua potable en Copán Ruinas. Esta tarifa se destinaría **exclusivamente** a la implementación de prácticas idóneas para la protección y uso sostenible de las zonas que capturan, filtran, almacenan y proveen de agua al área urbana del municipio.

### **Complementariedad de herramientas para la gestión integrada del ambiente**

Una de las iniciativas más importantes para tratar de detener la deforestación y el deterioro general de los recursos naturales ocurrió en el año 1982, cuando la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (AFE-COHDEFOR) declaró las partes altas de las microcuencas Sesesmiles y Marroquín como áreas de vocación forestal. El problema con esta medida ha sido su baja aplicabilidad y el escaso reconocimiento por parte de los actores locales. Para revertir esta situación, MANCORSARIC (la Mancomunidad de Municipios Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo) y los Programas Focucenas I y II del CATIE han ayudado en la implementación efectiva de la Declaratoria inicial por medio de un proceso de demarcación participativa de las microcuencas abastecedoras de agua para el municipio de Copán Ruinas y las áreas declaradas de vocación forestal (Figura 5).

No obstante, aún existen productores que cambian el uso de sus parcelas de bosque, aunque tales cambios sean ilegales, ya que necesitan incrementar sus ingresos. En ese contexto, se espera que el PSEH complemente las iniciativas existentes y así, de manera sinérgica, todos los esfuerzos conduzcan a una mejor protección de los recursos naturales.



**Figura 5.** Demarcación participativa de las microcuencas abastecedoras de agua para el municipio de Copán Ruinas, Honduras.

Fotos: Rafaela Retamal

### **Fase piloto del esquema de PSEH para consumo humano en la subcuenca del río Copán**

La implementación de un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas pretende servir de sitio de aprendizaje para generar lecciones en torno al diseño e implementación de este tipo de herramientas, enmarcadas dentro de los objetivos de acción-investigación definidos por el Programa Focuencias II. Una aplicación exitosa a nivel municipal, motivaría a otros municipios de la MANCORSARIC, e inclusive en otras cuencas de Honduras y Centroamérica en general, a desarrollar iniciativas similares.

### **Las áreas más importantes que generan los SEH**

La provisión del SEH se genera en lugares específicos y los beneficios percibidos por los usuarios también son específicos. Entonces, es necesario seleccionar cuidadosamente las áreas donde se generan los SEH para lograr que los beneficios realmente lleguen a los demandantes. La metodología de selección de áreas prioritarias que se empleó en este estudio se fundamenta en el marco conceptual de análisis multicriterio para la toma de decisiones y el uso de sistemas de información geográfica.

Como primer paso, se tuvo un taller con expertos en manejo de recursos hídricos; allí se decidió desarrollar un índice y se escogieron los criterios que permiten identificar y manejar las áreas que favorecen la recarga superficial aparente y la calidad de agua. Luego se realizó un recorrido por el campo junto con los participantes en el taller, para ajustar los criterios a la realidad de las microcuencas y al tipo de información cartográfica disponible. A partir de la información recolectada se decidió formular el índice de selección de áreas prioritarias para la provisión del SEH de forma lineal, debido a que una función más compleja requiere de información muy precisa acerca del efecto de las características biofísicas del ecosistema sobre la recarga superficial aparente y la calidad de agua y, en consecuencia, los costos se elevan.

Para la formulación del índice lineal fueron necesarios dos pasos previos: el cambio de escala de los diferentes criterios para poder comparar los valores contra una misma unidad de medida y la asignación de pesos a cada uno de los criterios. Finalmente, los criterios estandarizados y ponderados se combinaron

mediante algebra de mapas de un sistema de información geográfica, ArcView 3.3, para obtener un mapa de las áreas prioritarias para la oferta del SEH.

Para la selección de las áreas prioritarias para la provisión del SEH se escogieron diez criterios técnicos (Cuadro 1). Adicionalmente, se consideró un criterio legal de protección de las riberas de los ríos de 250 m a cada lado de un cauce de agua. Este criterio se incorpora al final de la superposición de mapas. El índice resultante tiene la siguiente forma:

$$FP=0,084F+0,090G+0,093H+0,098I+0,107J+0,108K+0,125L+0,099M+0,114N+0,082O$$

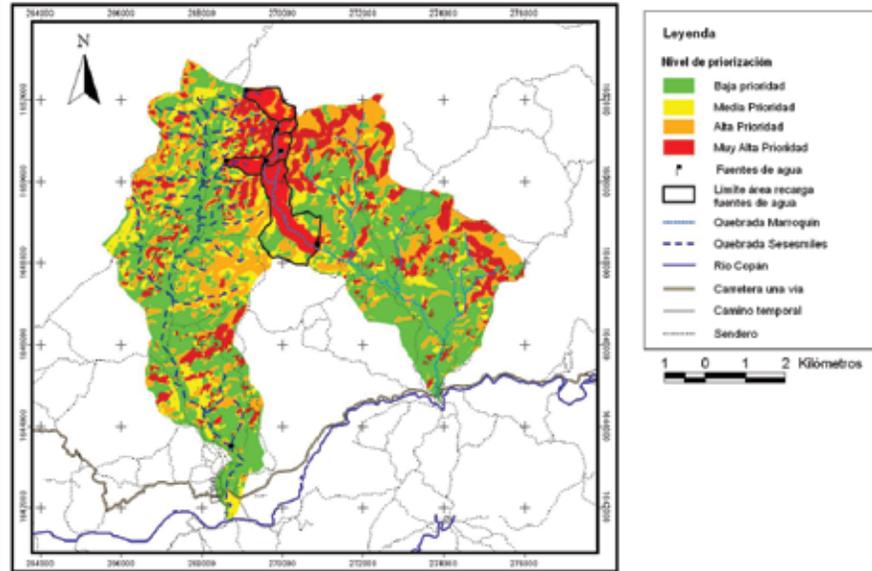
El criterio de más peso en el índice es el porcentaje de cobertura vegetal en el área de drenaje; el menor es la presencia de fuentes de contaminación puntual. En promedio, los pesos de los criterios son de 0,1. Esta situación se explica porque no necesariamente se obtuvieron opiniones similares para un mismo criterio, lo que condujo a que el peso promedio fuese casi igual a no ponderar los criterios. La razón de esta divergencia se centra en que unos consideran que las características físicas como textura o pendiente, que no se pueden manejar, son determinantes en la generación del SEH para consumo humano, mientras que otros consideran que los determinantes son aquellos criterios que sí se pueden manejar. Por tanto, la metodología de ponderación utilizada permite conciliar las diferentes opiniones de los expertos entrevistados.

Al superponer los mapas que representan cada criterio estandarizado se obtiene un mapa de áreas prioritarias a diferentes escalas espaciales. Se seleccionaron 337 ha de las áreas de drenaje de las fuentes de agua El Escondido, El Malcote y Don Cristóbal. Estas se visualizan en rojo y fueron delimitadas con un trazo negro en la Figura 6. Las áreas priorizadas se caracterizan principalmente por ser terrenos con suelos que favorecen la recarga superficial aparente, se encuentran cerca de los ríos, presentan alta pendiente y están cubiertas de bosque o vegetación densa.

**Cuadro 1.** Criterios de identificación de las áreas prioritarias para la provisión del SEH en Copán Ruinas, Honduras

Criterio	Descripción	Ponderación
Tipo de roca	El tipo de roca del manto rocoso favorece o no la recarga hídrica. Las rocas sedimentarias son las más favorables para la infiltración. Las menos favorables son las rocas metamórficas.	1: No favorable 2: Favorable con incertidumbre 3: Favorable 4: Muy favorable
Presencia de fallas, fracturas en el área de recarga aparente de la fuente de agua	Estos indicadores favorecen la recarga hídrica. Se evalúa la cantidad de fallas y fracturas mediante observación visual en las visitas al campo.	1: No favorable 2: Favorable con incertidumbre 3: Favorable 4: Muy favorable
Textura en el área de recarga aparente de la fuente de agua	La textura se relaciona con la permeabilidad del suelo. La menos favorable es la limosa, seguida por la arcillosa y arenosa; la más favorable es la textura franca.	1: No favorable 2: Favorable con incertidumbre 3: Favorable 4: Muy favorable
Pendiente en el área de recarga aparente de la fuente de agua	Las pendientes más altas cubiertas de vegetación son las más amenazadas. La pendiente se clasifica con SIG Arcview a partir de un modelo de elevación digital.	1: Baja 2: Media 3: Alta 4: Muy alta
Microrrelieve en el área de recarga aparente (concavidades o microvalles)	La presencia de irregularidades en el relieve favorece la recarga hídrica y la formación de suelos. Se evalúa con una escala de rugosidad aparente mediante las visitas al campo.	1: Nula rugosidad 2: Baja rugosidad 3: Media rugosidad 4: Alta rugosidad
Uso del suelo (vegetación) en el área de recarga aparente de la fuente de agua	Hay usos de suelo que favorecen la recarga hídrica, o que actúan como barrera al transporte de sedimentos y contaminantes. El uso agropecuario y el suelo desnudo son los más contaminantes de las aguas superficiales y subterráneas. Se evalúa mediante recorrido por el campo y clasificación de una imagen satelital.	1: Uso intensivo 2: Combinación de usos no intensivos 3: Uso con prácticas de conservación 4: Vegetación natural

Criterio	Descripción	Ponderación
Porcentaje de cobertura vegetal en el área de recarga aparente de la fuente de agua	La presencia de cobertura permanente sobre el suelo disminuye la erosión hídrica y el transporte de sedimentos hacia los cuerpos de agua. Se evalúan tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo en una parcela de 3x3 m.	1: Sin ninguna cobertura 2: Cobertura sólo con pastos 3: Cobertura con pastos y arbustos 4: Con los tres estratos
Estado de la superficie del suelo en el área de recarga aparente de la toma de agua	El estado de la superficie del suelo refleja si las características potenciales de recarga del terreno han sido modificadas por las actividades humanas. Se evalúan descriptivamente las cuadrículas de la parcela en cuanto al estado del suelo.	1: Muy compactado 2: Compactado 3: Infiltración superficialmente obstruida 4: Presencia de <i>mulch</i>
Prácticas de manejo agropecuario en el área de recarga aparente de la fuente de agua	Las prácticas de manejo son diversas dependiendo del sistema de producción utilizado. Se utilizó el protocolo desarrollado por el grupo temático Manejo Integrado de Cuencas de CATIE (2006) para evaluar si un uso de suelo presenta o no prácticas agropecuarias conservacionistas y de manejo y protección del agua.	1: Ganadería extensiva sin tecnificación, o cultivos intensivos 2: Agricultura con cultivos permanentes y poco intensivos, o ganadería con pasturas mejoradas y manejadas 3: Agricultura con algunas prácticas de conservación 4: Terrenos en barbecho permanente o con bosques
Presencia de fuentes de contaminación puntual: vertidos directos al cauce del río que abastece a una toma de agua	La contaminación tiene un alto impacto sobre la calidad de agua, pero es fácil de detectar y corregir. Los vertidos evaluados por su carga contaminante son los residuos de la cafcultura, la ganadería y residuos domésticos.	1: No se presentan fuentes de contaminación puntual 2: Residuos de la ganadería 3: Residuos domésticos 4: Residuos del café



**Figura 6.** Mapa de áreas prioritarias para la provisión del SEH para consumo humano

### Usos del suelo en las áreas prioritarias

En las áreas prioritarias existen diferentes usos del suelo, entre los cuales se destaca el bosque, cafetales y áreas de cultivos anuales (Cuadro 2). Por lo tanto, las recomendaciones sobre qué hacer dependerán del tipo de uso de suelo presente en una zona en particular y la disposición a adoptar las recomendaciones por parte de los productores y/o dueños de la tierra. Obviamente, donde hay bosque, este se debe conservar y asegurar una adecuada vigilancia, control de incendios y rotulado. Para otros usos de suelo, las recomendaciones son más elaboradas, y tienen que ver con la implementación de obras de conservación, cobertura del suelo y sombra, entre otras.

**Cuadro 2.** Usos del suelo en las áreas de prioridad muy alta en las microcuencas Sesesmiles y Marroquín, Honduras

Uso del suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque	220	65
Matorral heterogéneo	43	13
Café tradicional	29	9
Café orgánico	12	4
Cultivos anuales	33	10
<b>TOTAL</b>	<b>337</b>	<b>100</b>

En el caso de los cafetales, lo más importante es tratar de evitar los sistemas de producción a pleno sol, con escasa cobertura del suelo y uso intensivo de agroquímicos. Lo recomendable no es necesariamente abandonar la producción de café y permitir la regeneración natural del terreno (con el costo asociado para el productor), sino que perfectamente se puede continuar con el cultivo, pero con prácticas de producción amigables con el ambiente. Estas prácticas incluyen el aumento de sombra y cobertura, y un uso adecuado de agroquímicos. Idealmente, la producción de café debería ser orgánica y certificada; sin embargo, esto depende del tipo de productor y de las condiciones biofísicas de la zona.

Ahora bien, para evaluar qué tan efectivas son estas recomendaciones es necesario identificar las prácticas de conservación de suelos y agua que los productores y/o dueños de la tierra aplican en las zonas productoras de agua. Las prácticas implementadas deben ser el resultado de una selección participativa entre los productores, que tomen en cuenta las recomendaciones de expertos e información secundaria.

Una entrevista y recorridos por las fincas permitieron detallar las prácticas que actualmente usan los productores y las que les gustaría implementar en el futuro (Cuadro 3). Las prácticas más utilizadas son las barreras vivas debido a la diversidad de especies que se pueden utilizar. Un alto porcentaje (97%) de los productores protegen el bosque o la vegetación natural que se encuentra en

sus propiedades porque están convencidos de que el bosque les da bienes y servicios, y quisieran que las generaciones futuras también los disfruten.

**Cuadro 3.** Prácticas de conservación de suelo y agua que aplican o desean aplicar los productores entrevistados en las microcuencas de Sesesmiles y Marroquín, Honduras

Prácticas aplicadas en la actualidad	Prácticas que se desean implementar en el futuro
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivo en contornos</li> <li>• Terrazas en contornos</li> <li>• Barreras vivas:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Eucalipto</li> <li>Palo de agua</li> <li>Pito</li> <li>Pacaya</li> <li>Espada de San Miguel</li> <li><i>Arachis pintoi</i></li> <li>Hoja de puerco</li> </ul> </li> <li>• Manejo de rastrojos</li> <li>• Acequias</li> <li>• Labranza mínima</li> <li>• Cultivo de café orgánico</li> <li>• Protección del bosque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cultivo en contornos</li> <li>• Barreras vivas:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>Izote</li> <li>Maderables para café</li> </ul> </li> <li>• Cultivo de café orgánico</li> <li>• Aplicación de abono líquido orgánico</li> <li>• Árboles dispersos</li> <li>• Reforestación con especies nativas y maderas preciosas</li> <li>• Conservación de la vegetación natural</li> </ul>

### ¿Son todos los usos de suelo iguales para la generación de SEH?

Cada uso del suelo tiene su propio potencial para la generación de SEH; el nivel de satisfacción de necesidades depende de las condiciones específicas del sitio, forma de manejo y objetivos buscados. Por ejemplo, la contribución de un bosque natural a la provisión de SEH no es igual a la contribución de un cultivo anual con suelo descubierto. Esto se debe a que los ecosistemas naturales poseen una mayor cantidad de interacciones, las que generan mayor cantidad de SE; en un ecosistema alterado, por el contrario, ciertas interacciones claves para la provisión de los SE han disminuido o desaparecido.

Es evidente, entonces, que un productor y/o dueño de la tierra que mantiene usos del suelo con mayores atributos para la generación de SEH debería recibir

un pago mayor. Para lograr este objetivo se requiere de información que permita jerarquizar los usos del suelo más importantes para la provisión del SEH: el índice de usos de suelo para la provisión del SEH. Dicho índice se construyó con base en información secundaria y criterios de expertos.

¿Por qué se usa un índice ordinal?

El elemento central del componente biofísico de la propuesta de PSE es una función dosis / respuesta. Esta función busca determinar la forma en la cual un determinado uso del suelo, o un cambio en el mismo, (dosis) se traduce en una determinada cantidad de SEH en un periodo determinado (respuesta). La complejidad y especificidad<sup>3</sup> de esta función hace imposible que se puedan dar recomendaciones precisas acerca de la conveniencia de mantener o cambiar determinados usos del suelo. Una alternativa es tener al menos un índice ordinal que permita clasificar, con base en la mejor información disponible, los usos del suelo según su contribución relativa (no cuantificable) a la provisión del SEH.

Dada la falta de información y la complejidad de los ecosistemas, la construcción de un índice con base en información cuantitativa exacta es poco viable; es decir, no es posible establecer una clasificación cardinal de los usos del suelo que refleje cambios marginales exactos en la provisión de SEH, como respuesta a cambios marginales en el manejo y uso del suelo. En contraposición, la clasificación ordinal representa una alternativa menos rígida y más pragmática para realizar recomendaciones acerca del reacomodo de las fincas y los paisajes en general. En otras palabras, con una clasificación ordinal solo interesa saber cuál uso del suelo es más efectivo para la provisión de SEH; en ningún momento se afirma, por ejemplo, que un determinado uso del suelo provee dos veces más SEH que otro en particular. De esta forma, el índice ordinal constituye una aproximación a la verdadera función de dosis / respuesta. El índice de usos del suelo propuesto ordena los usos más importantes para la provisión del SEH según un puntaje que va de cero a uno, siendo uno el mayor puntaje.

<sup>3</sup> Muchos estudios detallan la forma en que la cobertura boscosa afecta la cantidad y la calidad del agua, la erosión, la sedimentación, y la recarga de acuíferos. La relación es altamente específica al sitio: suelo, vegetación, pendiente, formas de manejo y clima son algunos de los factores más influyentes (Bishop y Landell-Mills 2002). Adicionalmente, es necesario distinguir los impactos de las decisiones de uso de la tierra de los impactos de los procesos naturales y su variabilidad (Tognetti et ál 2003).

Con base en este índice, se seleccionaron los usos de suelo y las prácticas de conservación de suelos y aguas apropiados para las condiciones de las microcuencas Sesesmiles y Marroquín. Con ello se pretende promover el mejoramiento de las prácticas agrícolas y la conservación del bosque y desincentivar el cambio de uso de suelo. Según el índice, los usos del suelo más importantes en la provisión del SEH son el guamil, el bosque de galería y el bosque secundario o primario presentes en las áreas de muy alta prioridad. Entonces, a través del esquema de PSEH se busca compensar a los productores que emplean prácticas agrícolas sostenibles y conservan el bosque lo que, en consecuencia, mejora la oferta del servicio ecosistémico hídrico. En el Cuadro 4 se explican los usos de suelo promovidos, sus puntajes y las observaciones realizadas por los expertos.

**Cuadro 4.** Usos de suelo y prácticas de conservación seleccionadas para el esquema de PSEH en Copán Ruinas, Honduras

Cat.	Num.	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción	Observaciones
Cultivos anuales	1	Cultivos anuales	0,0	El manejo es el tradicional.	Predomina la roza, tumba y quema; uso de agroquímicos.
	2	Cultivos anuales con prácticas sostenibles con el medioambiente	0,3	Al menos tres prácticas integradas de conservación de suelos y aguas (CSA); entre ellas, no quema, manejo de rastrojos y cobertura viva, abonos verdes. Se recomiendan, además, labranza conservacionista, curvas a nivel, producción orgánica.	La cobertura viva no debe ser demandante de agua para no competir con la recarga superficial aparente.
	3	Cultivos anuales con obras físicas de (CSA)	0,3	Diques, curvas de nivel, barreras de piedras, acequias de infiltración combinadas con barrera viva, acequia de ladera tipo trinchera.	
	4	Cultivos anuales con prácticas agroforestales	0,4	Cultivo de árboles en diferentes sistemas: regeneración natural con especies de raíz pivotante, leñosas, no maderables; selección de árboles. Más de 120 árboles/mz.	
Cultivos de café	5	Café sin sombra y sin cobertura	0,2		Predomina el uso de agroquímicos.
	6	Café con sombra y sin cobertura	0,5	Se recomienda que la sombra sea con <i>Inga</i> sp. y <i>Erythrina</i> sp.	Sombra con estas especies ofrecen alta cantidad de hojarasca formadora de <i>mulch</i> .
	7	Café sin sombra y con cobertura	0,6	La cobertura debe ser de al menos 60% de la superficie del cultivo, no demandante de agua; por ejemplo <i>Impatiens balsamina</i> y <i>Arachis pintoi</i> .	La cobertura viva no debe ser demandante de agua para no competir con la recarga.
	8	Café con sombra y con cobertura del suelo	0,7	Cultivos con cobertura viva en al menos un 60% de la superficie o con cubierta tipo <i>mulch</i> proveniente de las hojas de los árboles de sombra ( <i>Inga</i> sp., <i>Erythrina</i> sp.).	Incluye las recomendaciones anteriores.
	9	Café orgánico certificado	0,8	Cultivos con sombra y cobertura; no uso de agroquímicos en la producción.	Incluye las recomendaciones anteriores

Vegetación natural						
10	Plantación forestal con suelo descubierto (sin sotobosque)	<b>0,2</b>				
11	Bosquetes aislados	<b>0,5</b>	No hay presencia de animales (cercados), con o sin siembra inducida. El área del bosque es mayor que el 10% de una manzana.		Un área de menor tamaño se considera como árboles dispersos.	Los guamilles son áreas abandonadas por al menos cinco años. Se encuentran especies de plantas similares a las del bosque secundario; hay pinos pequeños ( <i>Pinus maximiloi</i> , <i>P. oocarpa</i> ) y robles ( <i>Quercus peduncularis</i> ) y una alta densidad de matorrales y espinos.
12	Guamil (tacotal, área en barbecho)	<b>0,8</b>	Área en barbecho con un 90% de la superficie del suelo cubierta por vegetación arbustiva heterogénea.			
13	Bosque de galería con vigilancia	<b>1,0</b>	Vegetación natural de distintos estratos a la orilla de cuerpos de agua con un ancho mínimo de 25 metros. El propietario se encarga de la vigilancia, toma medidas para evitar incendios, instala cercas y rótulos en los límites del bosque.			
14	Bosque secundario con vigilancia	<b>1,0</b>	El propietario se encarga de la vigilancia, toma medidas para evitar incendios, instala cercas y rótulos en los límites del bosque.		La sucesión conduce a la formación de un bosque secundario al cabo de diez años. Hay árboles maduros de pino, roble y especies de hoja ancha.	
15	Bosque primario con vigilancia	<b>1,0</b>	El propietario se encarga de la vigilancia, toma medidas para evitar incendios, instala cercas y rótulos en los límites del bosque.			

## **Costos de las prácticas de conservación para garantizar la oferta del SEH**

Con base en información secundaria se calcularon los costos de implementar prácticas de conservación de suelos y aguas de cada una de las subcategorías del índice de usos de suelo, así como de conservación de algunos usos actuales del suelo. En el Cuadro 5 se ofrecen los costos de establecer por primera vez una práctica (costos de establecimiento) y los costos de manejar las prácticas que ya han sido implementadas (costos de mantenimiento).

Cada subcategoría de una categoría de uso de suelo presenta o fomenta prácticas variadas. Por ejemplo, para el segundo nivel de cultivos anuales se promueven la labranza conservacionista, manejo de rastrojos, cultivo en contornos, barreras vivas, etc. Estas medidas no son excluyentes, pero los costos en mano de obra e insumos son diferentes para cada una de ellas. Puesto que cada subcategoría cuenta con diversas prácticas, se calcularon los costos promedio de implementar y mantener todas las posibilidades. Esto es, se incorporaron en el cálculo las prácticas más costosas y las menos costosas. Por ejemplo, para el segundo nivel de cultivos anuales, la implementación y mantenimiento de la cobertura viva de canavalia es la práctica más barata: 450 y 159 Lemp/mz, respectivamente; la implementación y mantenimiento de abono orgánico es la medida más cara: 1570 y 873 Lemp/mz, respectivamente (PASOLAC 1999). Los resultados incorporan ambos extremos. Hay prácticas muy costosas que contribuyen a la provisión del SEH en igual medida que otras más baratas. En consecuencia, determinar el costo promedio de implementación y manejo de las prácticas para cada subcategoría va a favorecer a aquellos productores y/o dueños de la tierra que deseen implementar y/o mantener las prácticas más baratas.

La segunda categoría de uso del suelo es el café con cinco subcategorías. El uso de cobertura en café tiene un mayor puntaje que sólo uso de sombra. No obstante, el establecimiento de la sombra demora más tiempo (alrededor de tres años) que la cobertura (anual). Por tanto, los costos determinados son para los tres años en que se desarrolla la sombra. Los costos del café con sombra y cobertura son el resultado de la adición de las dos categorías individuales. Los costos de café orgánico certificado son la suma de la presencia de sombra, cobertura y costos de certificación. Estos últimos incluyen los costos anuales de

**Cuadro 5.** Costos de las prácticas propuestas en el esquema de PSEH para las microcuencas de Sesesmiles y Marroquín, Honduras

Cat.	Num.	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Costos establecimiento (Lemp/mz)	Costos mantenimiento (Lemp/mz)
Cultivos anuales	1	Cultivos anuales	0,0	0	0
	2	Cultivos anuales con prácticas sostenibles con el medio ambiente	0,3	606	216
	3	Cultivos anuales con obras físicas de CSA	0,3	1716	102
	4	Cultivos anuales con prácticas agroforestales durante el segundo año de implementación	0,4	1209	292
	<b>Puntaje total por categoría</b>			<b>1,0</b>	
Cultivos de café	5	Café sin sombra y sin cobertura	0,2	0	0
	6	Café con sombra y sin cobertura	0,5	453	161
	7	Café sin sombra y con cobertura	0,6	2040	264
	8	Café con sombra y cobertura	0,7	2493	425
	9	Café orgánico certificado	0,8	2994	501
	<b>Puntaje total por categoría</b>			<b>2,6</b>	
Vegetación natural	10	Plantación forestal con suelo descubierto (sin sotobosque)	0,2	0	0
	11	Bosquetes aislados	0,5	502	436
	12	Guamil (tacotal, terreno en barbecho)	0,8	502	436
	13	Bosque de galería bien manejado	1,0	502	436
	14	Bosque secundario con vigilancia	1,0	502	436
	15	Bosque primario con vigilancia	1,0	502	436
	<b>Puntaje total por categoría</b>			<b>4,3</b>	

la certificadora BIOLATINA y viáticos de los certificadores. Existe un costo fijo por productor de U\$30/año que no se incluyó en los cálculos porque es independiente de la superficie de tierra.

Finalmente, cinco de las seis subcategorías de la vegetación natural tienen el mismo costo de implementación y mantenimiento. Los costos no se calculan por la implementación de un tipo de bosque en particular, sino por la vigilancia del ya existente. Esto es, visita regular, control de incendios, cercado y rotulado por parte del productor.

### **El pago por la oferta de SEH**

Así como es necesario determinar dónde se generan los SEH, qué se debe hacer en esas áreas y cuánto cuesta implementar esas medidas, también se debe estimar cuánto se debe pagar a los propietarios que desean ingresar voluntariamente al esquema de PSEH. Ese monto debe reflejar los costos que asume el propietario por mantener o manejar apropiadamente ciertos usos del suelo y, además, debe basarse en el monto obtenido de contribuciones aportadas por los usuarios del servicio.

La combinación de costos y retribución esperada pretende superar dos deficiencias presentes en muchos esquemas de PSEH: la falta de precisión en la **internalización** de las **externalidades** y una baja efectividad del esquema en términos de **costo-beneficio**. El primero de estos problemas provoca una injusta distribución de los pagos y envía señales incorrectas, ya que el oferente que más contribuye con la generación de SEH (por unidad de área) no necesariamente recibe un pago más alto. Por otro lado, la incertidumbre hace que los productores no se decidan por los cambios o usos del suelo más deseables para la provisión de SEH. El segundo error condiciona la escala temporal y espacial del esquema, ya que una mayor efectividad en los pagos podría ampliar el horizonte temporal y permitiría incluir, a la vez, un área mayor dentro del esquema. Es claro que este problema también incide en la credibilidad del proyecto, ya que los beneficiarios esperan que sus pagos produzcan la mayor cantidad de beneficios posibles.

Para definir, entonces, el monto de compensación se empleó el índice de usos del suelo para la provisión de SEH y la estimación de costos de implementación y

mantenimiento de las prácticas sugeridas en el Cuadro 5. Adicionalmente, se incluyó la estimación del costo de oportunidad (COP) cuando corresponde. En este contexto y en términos generales, el COP se refiere a las ganancias que deja de percibir un dueño de la tierra por tener bosque en lugar de la actividad agrícola más rentable de la zona. En el caso de Copán Ruinas el COP por mantener bosque en lugar de café<sup>4</sup>, en un horizonte de diez años, se estimó en 264 lemp/mz/año.

En el Cuadro 6 se presentan las estimaciones de los montos de compensación por implementación (pago por adopción) y conservación (pago por mantenimiento) de los usos del suelo presentes en las áreas prioritarias de las microcuencas Marroquín y Sesesmiles. La metodología general de cálculo requiere que estos pagos sean el resultado de una ponderación de costos y del puntaje asignado a cada categoría de uso del suelo (contribución esperada de SEH). La idea es, por lo tanto, que los pagos sean una señal para los productores acerca de cuáles cambios son más deseables en sus fincas; además, se pretende premiar a los productores que poseen los usos del suelo y las formas de manejo más deseables para la protección del recurso hídrico de consumo humano en el casco urbano de Copán Ruinas.

En la categoría de **cultivos anuales** se espera que este pago acelere la implementación de nuevas prácticas de cultivo. La metodología propuesta por Focuecans II sugiere el cálculo del pago potencial por punto; es decir, el resultado

<sup>4</sup> El COP se calculó en función de los ingresos brutos del café (productividad del cultivo por el precio promedio de comercialización para la zona) menos los costos de insumos y mano de obra contratada.

$$\text{RENTABILIDAD} = ((17 \times 1.686) - (6.022 + 15.891)) / 18,89 = \text{US}357 / \text{ha}$$

Un bosque no se puede transformar de forma inmediata a café, sino que se requiere de una cantidad de años para que la rentabilidad alcance los montos de un sistema establecido. A partir de este supuesto, se definió un proyecto de 10 años; en el que los tres primeros años la **productividad** es menor que la de un cafetal establecido: 0,25; 0,5 y 0,75 para el primer, segundo y tercer año, respectivamente. A partir del cuarto año la productividad es la de un cafetal en plena producción. Luego se calcula el valor presente neto a 10 años y una tasa de interés del 10% y se divide por la cantidad de años definidos para el proyecto. Esto da un costo de oportunidad total de U\$249/ha para todo el proyecto. Al dividir por la cantidad de años considerados, el costo es de U\$25/ha. Se propuso un COP de U\$20/ha, el 80% del costo de oportunidad "real", debido a que las zonas consideradas de muy alta prioridad para la provisión de SEH se encuentran dentro de un terreno bajo protección en el cual se prohíbe el cambio de uso del suelo. No obstante, el esquema de PSEH viene a complementar la ley y hacerla más eficiente, ya que se han dado casos de tala de bosque para cultivar café.

de la ponderación de los costos totales de adopción por categoría (3531) y el puntaje total de la misma (1). Finalmente, se multiplica este valor por el puntaje de cada una de las subcategorías de uso de suelo para obtener el pago por adopción (lps/mz/año) de prácticas de conservación de suelos y agua. El pago por adopción en las subcategorías 2 y 4 supera a los costos de adopción promedio respectivos, pero no ocurre lo mismo con la subcategoría número 3 (Cuadro 6). Esto se debe, precisamente, a que el pago por adopción propuesto es una combinación de costos y contribución esperada. El productor tiene la libertad de elegir la opción que más le conviene, tomando en cuenta las señales o incentivos que ofrecen los pagos para motivar cambios en la forma de producción de sus cultivos anuales.

La misma metodología permite estimar los montos de compensación para el mantenimiento de las prácticas de conservación de suelos y agua. El pago por mantenimiento pretende garantizar la permanencia de obras de conservación de suelo y agua en la finca, y se ofrece a productores que se encuentran en el segundo año de participación en el programa de PSEH (en el primero recibieron pago por adopción), o bien que solicitan el reconocimiento de los beneficios generados en años previos.

El manejo tradicional de cultivos anuales no recibe pago pues no es importante en la provisión del SEH y más se intenta motivar a los productores a que dejen ese sistema. Algo similar pasa con el cultivo de café sin sombra y sin cobertura, ya que la aplicación de agroquímicos y el suelo desnudo favorecen el arrastre de sedimentos y sustancias químicas hacia los ríos que abastecen de agua, lo cual incide negativamente en la calidad del agua. Las plantaciones forestales no constituyen vegetación natural y en su mayoría presentan el suelo desnudo, lo que genera los mismos efectos observados que en el café sin sombra y sin cobertura. Tales plantaciones pudieran ser de importancia para la generación de otros SE, como el secuestro de carbono, pero no para los SEH.

Para estimar la compensación en el **cultivo de café**, los montos de compensación se incrementan a medida que su puntaje en la provisión del SEH se acerca a la unidad. El más alto es el café orgánico certificado (2456 Lemp/mz), ya que además de los costos de implementar sombra y café se debe demostrar que no se emplean agroquímicos sino fertilizantes orgánicos y control natural de

plagas. Además, el productor debe incorporarse a la Cooperativa Agrícola de Productores Orgánicos de Copán (COAPROCL). El cultivo de café orgánico certificado requiere de recursos monetarios para el trámite de la certificación, los que han sido considerados en los cálculos.

En la categoría de **vegetación natural**, el cálculo de los pagos por adopción y mantenimiento son similares. En este caso, hay que agregar el COP a la estimación de costos totales de adopción y mantenimiento para proceder con el cálculo final. Cuando se habla de adopción, nos referimos fundamentalmente a la implementación de un plan de control de incendios, vigilancia y cercado, cuando se requiera.

En todo este análisis hemos supuesto que la productividad de la finca no se altera debido a la implementación de mejores prácticas de manejo, lo cual implica que tales prácticas no son rentables en sí mismas desde el punto de vista privado. Esto tiene implicaciones importantes para la definición de los montos de pago y la sostenibilidad financiera del esquema; no obstante, el supuesto se mantiene debido a la poca disponibilidad de información. Vale la pena discutir brevemente algunas posibilidades que podrían darse en la práctica. Por ejemplo, es posible que las prácticas puedan mejorar la rentabilidad privada de la tierra (curvas de nivel, trampas de agua, muros de piedra, etc.). Dado que la rentabilidad privada del dueño de la tierra podría mejorar con la implementación de prácticas de manejo, los montos a pagar por concepto de provisión de SEH podrían fijarse lo más bajo posible sin afectar, presumiblemente, la voluntad del productor de participar en el programa. Desde un punto de vista práctico, el hecho de que el dueño de la tierra no adopte las prácticas, a pesar de que incrementan su propia rentabilidad, apunta a tres factores: (i) posible insuficiencia de capital para invertir, baja o nula capacidad de endeudamiento; (ii) falta de información, asistencia técnica insuficiente; (iii) aversión al riesgo reflejada como una clara reticencia al cambio. Es claro, entonces, que el programa de PSEH debe pagar un porcentaje significativo de los costos de inversión y ofrecer asistencia técnica y acompañamiento.

Otra posibilidad es que la rentabilidad privada se afecte negativamente en los primeros años, como ocurre con los sistemas silvopastoriles y agroforestales. Esta

situación exige que al productor se le pague la pérdida de rentabilidad estimada en los primeros años, hasta que los sistemas productivos rindan beneficios privados. Se requiere, entonces, un pago inicial para cubrir la inversión inicial y una serie de pagos anuales durante algunos años.

Una tercera posibilidad es que la rentabilidad se afecte negativamente de manera permanente. Sin lugar a dudas, este caso es el más costoso. Se pueden dar dos tipos de situaciones. 1) La rentabilidad privada de las buenas prácticas de manejo es marginalmente inferior a la rentabilidad actual. 2) El dueño de la tierra debe aislar y “abandonar” parte de su tierra para permitir la regeneración natural. En ambos casos, el pago por el SEH debe compensar la caída en la rentabilidad. Aún más, en este caso los pagos deben ser permanentes siempre y cuando el dueño de la tierra mantenga las buenas prácticas. En este sentido, el medio ambiente pasa a ser parte permanente de los procesos de toma de decisiones. En el Anexo se ofrece información de cada uno de los usos del suelo promovidos por el esquema de PSEH, con información del pago por la adopción y manejo de buenas prácticas. Cabe mencionar que no se tomaron en cuenta ni cultivos anuales tradicionales, ni café, ni plantaciones forestales, dado que son producciones con manejo no sostenible que no serán sujetos de pago dentro del esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas.

**Cuadro 6.** Montos de compensación estimados para la implementación de las prácticas de producción sugeridas y la conservación del bosque

Cat.	Num	Uso y/o manejo del suelo	Pje	Costos establecimiento (Lemp/mz)	Costos mantenimiento (Lemp/mz)	COP Copán	Costos adopción (Lemp/mz)	Pago por adopción (Lemp/mz)	Costo mantenimiento (Lemp/mz)	Pago por mantenimiento (Lemp/mz)
Cultivos anuales	1	Cultivos anuales, manejo tradicional	0,0	0	0	0	0	0	0	0
	2	Cultivos anuales con prácticas sostenibles con el medio ambiente	0,3	606	216	0	606	1059	216	183
	3	Cultivos anuales con obras físicas de CSA	0,3	1716	102	0	1716	1059	102	183
	4	Cultivos anuales con prácticas agroforestales durante el segundo año de implementación	0,4	1209	292	0	1209	1412	292	244
		Puntaje total por categoría	<b>1,0</b>		<b>Pago por punto</b>	<b>3531</b>		<b>610</b>		
Cultivos de café	5	Café sin sombra y sin cobertura	0,2	0	0	0	0	0	0	0
	6	Café con sombra y sin cobertura	0,5	2040	264	0	2040	1535	264	260
	7	Café sin sombra y con cobertura	0,6	453	161	0	453	1842	161	312
	8	Café con sombra y cobertura	0,7	2493	425	0	2493	2149	425	364
	9	Café orgánico certificado	0,8	3994	501	0	3994	2456	501	416
		Puntaje total por categoría	<b>2,6</b>		<b>Pago por punto</b>	<b>3070</b>		<b>519</b>		

Cat.	Num	Uso y/o manejo del suelo	Pje	Costos establecimiento (Lemp/mz)	Costos mantenimiento (Lemp/mz)	COP Copán	Costos adopción (Lemp/mz)	Pago por adopción (Lemp/mz)	Costo mantenimiento (Lemp/mz)	Pago por mantenimiento (Lemp/mz)
Vegetación natural	10	Plantación forestal con suelo descubierto (sin sotobosques)	0,2	0	0	0	0	0	0	0
	11	Bosquetes aislados	0,5	502	436	264	767	446	701	407
	12	Guamil (tacotal, terreno en barbecho)	0,8	502	436	264	767	713	701	652
	13	Bosque de galería bien manejado	1,0	502	436	264	767	892	701	815
	14	Bosque secundario con vigilancia	1,0	502	436	264	767	892	701	815
	15	Bosque primario con vigilancia	1,0	502	436	264	767	892	701	815
		Puntaje total por categoría	4,3		Pago por punto	892		815		

## Implementación del esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas

Durante el proceso de construcción del índice para Copán Ruinas, los productores y/o dueños de las áreas priorizadas recibieron información constante de las actividades relacionadas. También fueron entrevistados con el objeto de determinar en qué basan sus decisiones respecto al uso de su tierra y, además, en un taller de validación de los montos de compensación, se les consultó si estaban dispuestos a participar en un esquema de PSEH de consumo humano. Esta necesidad de proveer información es fundamental y debe ser considerada dentro del marco del diseño e implementación del PSEH.

Los elementos necesarios para definir la escala espacial y temporal del esquema de PSEH son: la selección de las áreas prioritarias de provisión del SEH, la estimación de los costos por conservar la vegetación natural, las prácticas de conservación de suelos y agua sugeridas y la estimación de los montos de compensación que debería recibir un productor por conservar el bosque o por implementar algunas de las prácticas propuestas. No obstante, la escala temporal también depende de otros aspectos operativos: levantamiento de la línea base de la finca, seguimiento a los contratos, visita a las fincas para monitoreo, asistencia técnica y los costos asociados. Todos estos elementos deben ser considerados en el marco operativo del esquema de PSEH.

El ingreso de un productor/dueño de la tierra al esquema de PSEH es totalmente voluntario; sin embargo, debe cumplir con un requisito muy importante: que su finca se encuentre total o parcialmente dentro de las áreas identificadas como muy prioritarias para la provisión del SEH. Una vez que ello se ha comprobado, se debe realizar el **levantamiento de la línea base de la finca** para acordar cuáles son los cambios que el productor se compromete a realizar en toda la finca, independientemente si una parte de ella se encuentra fuera del área prioritaria. Esto se exige con el fin de evitar reacomodos que a la larga provoquen una disminución en el flujo de SEH o que, en el peor de los casos, lo deterioren. El productor/dueño de la tierra y la organización responsable del PSEH firman un contrato en el que se definen los plazos de cumplimiento y el pago por los compromisos adquiridos por el oferente del SEH.

Posteriormente se realizan dos actividades paralelamente: **visita a la finca para monitoreo y seguimiento al contrato**. La primera tiene como fin verificar el cumplimiento de compromisos pactados por el oferente del SEH en los plazos establecidos y facilitar las labores de investigación y educación ambiental que se deseen realizar en la finca del oferente del SEH. La segunda tiene el objetivo de verificar la entrega de los pagos en forma oportuna, según lo estipulado en el contrato de prestación de SEH. Para que las actividades se ejecuten de manera eficiente, es necesario que el productor/dueño de la tierra reciba **asistencia técnica continua**, con el fin de que se adopten las prácticas más adecuadas de conservación de suelo y agua y se establezca un plan de vigilancia eficiente de la vegetación natural en la finca.

Los **costos asociados** en los que incurre el fondo ambiental, alimentado por la tarifa hídrica cancelada por los demandantes del SEH, no sólo se limitan al pago de la compensación a los oferentes del servicio, sino que también cubren los costos operativos del esquema; entre otros, el monitoreo y la asistencia técnica. Estos costos pueden ser absorbidos en su totalidad por el fondo ambiental o por alguna otra instancia de gestión del recurso hídrico, como la municipalidad de Copán Ruinas. Estos costos se deben minimizar con el fin de garantizar la máxima cantidad de dinero disponible para las transacciones directas entre oferentes y demandantes del SEH.

# Conclusiones y recomendaciones generales

La metodología que se analiza en este documento puede ser utilizada en otras microcuencas en donde se desee diseñar e implementar esquemas de PSEH. Sin embargo, debe adecuarse a la realidad biofísica y socioeconómica del entorno, por lo cual es muy difícil que los resultados encontrados en este trabajo se puedan extrapolar directamente a otras microcuencas; en especial los montos de pago asociados al índice de usos de suelo para la provisión del SEH.

La utilización del índice de usos de suelo promueve la adopción de aquellos usos que son más importantes en la provisión del SEH, ya que esos son los que reciben una mayor compensación. Esto es resultado de la plasticidad del índice y la cantidad de usos de suelo que incorpora. No obstante, conviene destacar que la clasificación de los usos del suelo presentada en el índice puede sobrestimar o subestimar la contribución de un determinado uso al SEH. En la medida en que se cuente con más y mejor información se puede calibrar mejor la herramienta.

No se debe perder de vista la necesidad de realizar un balance entre precisión técnica, costos del diseño y pragmatismo. La precisión técnica tiene el atractivo de dar credibilidad al empleo de los recursos generados, en tanto que el pragmatismo es importante en entornos donde la intervención sobre el ecosistema es urgente y se requiere poner a funcionar la herramienta, aún cuando la precisión no sea la mayor posible. Las estimaciones técnicas sencillas pueden ser suficientes en una fase inicial de un esquema de PSEH; sin embargo, la permanencia del esquema a mediano y largo plazo dependerá de que mejore la precisión del esquema en cuanto a dónde intervenir, cuáles acciones realizar en esos sitios y cómo crear un esquema de pagos que genere los incentivos económicos necesarios para conservar y mejorar los ecosistemas de interés.

Por otro lado, para que la población demandante perciba los beneficios sociales de la protección del recurso hídrico por medio de un esquema de PSEH se necesita una serie de acciones complementarias que van desde una pronta mejora en la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua potable hasta la aplicación efectiva de leyes que favorezcan la protección de los recursos naturales. El PSEH no es la panacea para resolver los problemas del agua potable, pero sí puede ser parte esencial de una política integral de mejoras y protección del recurso hídrico que incluya acciones a distintos niveles.

Aunque el énfasis de este trabajo es la provisión del SEH, paralelamente se contribuye con la conservación de la biodiversidad y la belleza escénica; esta última es particularmente importante debido al potencial turístico de Copán Ruinas. De esta forma, la protección del SEH permite generar otros beneficios para la sociedad y apoyar las iniciativas del municipio en la creación de un polo de turismo ecológico o agroturismo en la zona.

# Literatura consultada

- Alpizar, F; Madrigal, R. 2005. Propuesta de una metodología estandarizada para el diseño e implementación de un esquema de pago por servicios ambientales hídricos a nivel local. Turrialba, CR, SEBSA CATIE. 17 p.
- \_\_\_\_\_; Madrigal, R. 2005. Construcción de un índice de usos del suelo relacionados con la provisión hídrica: insumo para una propuesta integral de PSE hídrico. Turrialba, CR, SEBSA CATIE. 17 p.
- Arcos, I. 2005. Efecto de los ecosistemas riparios en la conservación de la calidad del agua y la biodiversidad en la microcuenca del río Sesesmiles. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 104 p.
- Begon, M. 1997. Ecología: individuos, poblaciones, comunidades. Barcelona, ES, Ediciones Omega. 886 p.
- Bishop, J; Landell-Mills, N. 2002. Forest environmental services: an overview. *In* Pagiola, S, Bishop, J; Landell-Mills N. eds. Selling environmental services. Market based mechanism for conservation and development. London, UK. Earthscan 15-36 p.
- Campos, JJ; Alpizar, F; Louman, B; Parrotta, J; Madrigal, R. 2006. Enfoque integral para esquemas de pago por servicios ecosistémicos forestales. Presentado en Segundo Congreso Latinoamericano IUFRO-LAT. 26 p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Gestión y desarrollo de proyectos locales en cuencas seleccionadas de Honduras. Turrialba, CR, CATIE. 33 p.
- Cisneros, J. 2005. Valoración económica de los beneficios de la protección del recurso hídrico y propuesta de un marco operativo para el pago de servicios ambientales en Copán Ruinas, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 115 p.
- de Groot, RS; Wilson, MA; Boumans, RMJ. 2002. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. *Ecological Economics* 41: 393–408.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Land and water discussion paper No 3. Payment schemes for environmental services in watersheds. Roma, IT. 34 p.
- \_\_\_\_\_; REDLACH (Red Latinoamericana de Cooperación técnica en Manejo de Cuencas Hidrográficas). 2004. Foro electrónico sobre sistemas de pagos por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Informe Final. Santiago, CL. 27 p.
- Gobbi, J; Ibrahim, M; Casasola, F; Ramírez, E; Murgueitio, E. 2005. ¿Solucionando el problema del monitoreo? El uso de un índice ecológico como herramienta para aplicar un pago por servicios ambientales. *In* Henry Wallace/CATIE Inter-American Conferences Series (4, 2004, Turrialba, CR). 2005. Integrated management of environmental services in human-dominated tropical landscapes. CATIE. p 15-18.

- Kiersch, B. 2000. Relaciones tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales. Taller electrónico. Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos: revisión bibliográfica. Roma, IT, FAO, Dirección de Fomento de Tierras y Aguas. 14 p.
- MANCORSARIC (Mancomunidad de Municipios Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo, Copán Ruinas, HN). 2003. Plan estratégico de desarrollo de la Mancomunidad de la Ruta Maya (2004-2014). 38 p.
- Malavasi, E. 2002. Sistema de cobro y pago por servicios ambientales en Costa Rica. Cartago, CR, ITCR, Escuela de Ingeniería Forestal. Serie de apoyo académico N° 34. 28 p.
- Malczewski, J. 1999. GIS and multicriteria decision analysis. New York, US, John Wiley & Sons. 392 p.
- \_\_\_\_\_. 2000. On the use of a weighted linear combination method in GIS: common and best practice approach. Transactions in GIS 41 (1): 5-22.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment). 2005. Our human planet: summary for decision makers. Washington D.C., Island Press. 109 p.
- Nasi, R; Wunder, S; Campos, JJ. 2002. Servicios de los ecosistemas forestales ¿Podrían ellos pagar para detener la deforestación? Turrialba, CR. CATIE. 37 p.
- Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. Eds. 2002. Selling environmental services: Market based mechanism for conservation and development. London, UK, Earthscan.
- \_\_\_\_\_; von Ritter, K; Bishop, J. 2004. Assessing the economic value of ecosystem conservation. Washington D.C., World Bank. Environmental papers N° 101. 57 p.
- PASOLAC (Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, ES). 2004. Pagos por servicios ambientales hídricos al nivel municipal. Estelí, NI. 81 p.
- \_\_\_\_\_. 1999. Guía técnica de conservación de suelos y agua. San Salvador, ES. 43 p.
- Pérez, CJ; Barzev, R; Herlant, P; Aburto, E; Rojas, L; Rodríguez, R. 2004. Pagos por servicios ambientales: conceptos, principios y su realización a nivel municipal. 2 ed. Managua, NI, PASOLAC. 71 p.
- Tognetti, S; Mendoza, G; Aylward, B; Southgate, D; García, L. 2003. A knowledge and assessment guide to support the development of payment arrangements for watershed ecosystem services (PWES) (en línea). Arequipa, PE. Consultado 10-07-2005. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/tognetti.pdf>

Las siguientes fichas para cada uno de los usos del suelo promovidos por el PSEH en Copán Ruinas han sido diseñadas para que el lector, ya sea un técnico o un productor, tenga a su disposición la información necesaria para escoger los usos del suelo más apropiados para su propiedad, o para decidir si las prácticas de manejo que aplica coinciden con las del esquema de PSEH.

Adicionalmente, se da información de los pagos por adopción y por manejo de la(s) práctica(s) que se establecerán. Finalmente, se detallan los principales elementos logísticos que comprende el esquema de PSEH y los acuerdos tomados en el taller con los potenciales oferentes del SEH respecto a la duración del contrato y a la forma de pago para cada uno de los usos de suelo promovidos. Cualquier elemento que escape a estas recomendaciones y acuerdos debe ser tratado entre el propietario y el técnico encargado del esquema de PSEH en Copán Ruinas.

Categoría	<b>Cultivos anuales</b>	
Subcategoría	<b>Cultivos anuales con prácticas sostenibles con el medioambiente</b>	
	<b>Descripción:</b> Al menos tres prácticas integradas de conservación de suelos y aguas (CSA) en toda la manzana; entre ellas, no quema, manejo de rastrojos y cobertura viva, abonos verdes. También se recomiendan labranza conservacionista, curvas a nivel, producción orgánica. La cobertura viva no debe ser demandante de agua para no competir con la recarga.	
	Pago por adopción: <b>1059 Lemp/mz</b>	Pago por manejo: <b>183 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b> Se sugiere que el contrato sea anual, ya sea por adopción o manejo de las prácticas sostenibles con el medio ambiente. Cuando el productor desee implementar las prácticas sostenibles con el medio ambiente, el primer año se paga por la adopción y a partir del segundo se cancela el pago por manejo.		

Foto: Rafaela Retamal

Categoría	Cultivos anuales	
Subcategoría	Cultivos anuales con obras físicas de CSA	
	<b>Descripción:</b>	<p>Diques, curvas de nivel, barreras de piedras, acequias de infiltración combinadas con barrera viva, acequia de ladera tipo trinchera.</p>
	<p>Pago por adopción: <b>1059 Lemp/mz</b></p>	<p>Pago por manejo: <b>183 Lemp/mz</b></p>
	<p>Duración del contrato y observaciones:</p>	
<p>Se sugiere que el contrato sea igual que en el caso anterior.</p>		

Foto: Red Iberoamericana de Bosques Modelo

Categoría	Cultivos anuales	
Subcategoría	Cultivos anuales con prácticas agroforestales	
	<b>Descripción:</b>	<p>Uso de árboles en cultivos en diferentes sistemas: regeneración natural con especies de raíz pivotante, leñosas o no maderables; selección de árboles. Más de 120 árboles/mz. La cobertura viva no debe ser demandante de agua para no competir con la recarga.</p>
	<p>Pago por adopción: <b>1059 Lemp/mz</b></p>	<p>Pago por manejo: <b>244 Lemp/mz</b></p>
<p><b>Duración del contrato y observaciones:</b></p>		
<p>Dado que los árboles del sistema agroforestal tardan en crecer para cubrir adecuadamente el suelo, se sugieren dos pagos de 530 Lemp/mz por adopción en dos años. En el primer año se debe monitorear la cantidad de árboles plantados con una tasa de muerte del 10%. En el segundo año se debe monitorear el crecimiento de los árboles para que aseguren la provisión del SEH. A partir del tercer año se paga el monto de compensación anual por mantener el sistema agroforestal.</p>		

Foto: Rafaela Retamal

Categoría	Cultivos perennes (cultivos de café)	
Subcategoría	Café sin sombra y con cobertura	
	<b>Descripción:</b>	
	<p>La cobertura debe ser de al menos el 60% de la superficie del cultivo y no demandante de agua; por ejemplo, <i>Impatiens balsamina</i> y <i>Arachis pintoi</i>.</p>	
<b>Pago por adopción: 1842 Lemp/mz</b>	<b>Pago por manejo: 312 Lemp/mz</b>	
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
Se sugiere que el contrato por adopción de la cobertura sea de tres años, renovable, por un monto de 614 Lemp/mz cada año.		

Foto: CATIE

Categoría	<b>Cultivos perennes (cultivos de café)</b>	
Subcategoría	<b>Café con sombra y sin cobertura</b>	
	<b>Descripción:</b>	
	Se recomienda sombra de <i>Inga</i> sp. o <i>Erythrina</i> sp. ya que estas especies ofrecen alta cantidad de hojarasca formadora de <i>mulch</i> , que impide la erosión del terreno y la pérdida de fertilidad del suelo.	
Pago por adopción:	<b>1535 Lemp/mz</b>	Pago por manejo: <b>260 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
Se sugiere que el contrato de pasar de café sin sombra a café con sombra sea de tres años, 511 Lemp/mz cada año. En el primer año se monitorea la plantación de los árboles; la mortalidad debe ser inferior al 10% de los plantados. El segundo y tercer año se evalúa el crecimiento de los árboles. A partir del cuarto año se compensa por el mantenimiento de la sombra.		

Foto: Elías de Melo

Categoría	<b>Cultivos perennes (cultivos de café)</b>	
Subcategoría	<b>Café con sombra y con cobertura</b>	
	<b>Descripción:</b>	
	Cultivos con cobertura en al menos el 60% de la superficie, o con cobertura tipo <i>mulch</i> proveniente de las hojas de las especies de sombra ( <i>Inga</i> sp. o <i>Erythrina</i> sp.). Ver recomendaciones anteriores.	
Pago por adopción:	<b>2149 Lemp/mz</b>	Pago por manejo: <b>364 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
Al igual que los casos anteriores, se sugiere que el contrato por adopción de la sombra y la cobertura sea de tres años, 716 Lemp/mz cada año. En el primer año se monitorea la plantación de las especies que ofrecerán sombra y el establecimiento de la cobertura; la mortalidad debe ser inferior al 10% de los plantados. El segundo y tercer año se evalúa el crecimiento de los árboles y el establecimiento de la cobertura. A partir del cuarto año se compensa por el manejo de sombra y cobertura.		

Foto: Elías de Melo

Categoría	<b>Cultivos perennes (cultivos de café)</b>	
Subcategoría	<b>Café orgánico certificado</b>	
	<b>Descripción:</b>	
	Cultivos con sombra y cobertura como los anteriores; hay que demostrar que no se utilizan agroquímicos en la producción.	
Pago por adopción:	<b>2456 Lemp/mz</b>	Pago por manejo: <b>416 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
El uso de agroquímicos en el cafetal se suspende al iniciarse el proceso de certificación. Se requieren al menos tres años para demostrar la completa eliminación de residuos químicos en el sistema de cultivo; el contrato, entonces, será de tres años y el productor recibirá una compensación de 818 Lemp/mz cada año. A partir del cuarto año se compensa por mantener una producción orgánica y certificada.		

Foto: CATIE

Categoría	Vegetación natural	
Subcategoría	Bosquetes aislados	
	<b>Descripción:</b>	<p>Los bosquetes están cercados para evitar la presencia de animales; con o sin siembra inducida. El área del bosquete será mayor al 10% de una manzana; un área menor se considera como árboles dispersos.</p>
	<b>Pago por adopción: 446 Lemp/mz</b>	<b>Pago por manejo: 407 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
<p>Se sugiere que el contrato sea anual. El primer año se compensa por la vigilancia, cercado y rotulado del bosquete. A partir del segundo año se compensa por la manutención de la infraestructura instalada.</p>		

Foto: Rafaela Retamal

Categoría	Vegetación natural	
Subcategoría	Tacotal, guamil, terreno en barbecho	
	<b>Descripción:</b>	<p>Área en barbecho con un 90% de la superficie del suelo cubierta por vegetación arbustiva heterogénea. Los guamiles son áreas abandonadas por al menos cinco años; tiene especies similares a las de un bosque secundario, pequeños pinos (<i>Pinus maximinoi</i>, <i>P. oocarpa</i>), robles (<i>Quercus peduncularis</i>) y una alta densidad de espinos y matorrales.</p>
	Pago por adopción: <b>713 Lemp/mz</b>	Pago por manejo: <b>652 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
<p>Cuando se realice una compensación por guamil (tacotal, matorral heterogéneo) se debe considerar el pago por adopción en dos años, porque puede ser que al momento de solicitar el ingreso, el predio en barbecho aún no tenga una cobertura heterogénea pero ya lleva un par de años sin actividad agropecuaria. Se sugiere que la compensación por adopción se cancele en un periodo de dos años con un monto de 357 Lemp/mz cada año; a partir del tercero se paga por mantenimiento del matorral heterogéneo.</p>		

Foto: Rafaela Retamal

Categoría	Vegetación natural	
Subcategoría	Bosque de galería bien manejado	
	<b>Descripción:</b>	
	Vegetación natural de diferentes tamaños a la orilla de ríos y quebradas con un ancho mínimo de 25 m. El propietario ejerce vigilancia periódica, define sus estrategias para evitar incendios e instala cercas y rótulos en los límites del bosque.	
<b>Pago por adopción: 892 Lemp/mz</b>	<b>Pago por manejo: 815 Lemp/mz</b>	
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
Se sugiere que el contrato sea anual. El primer año se paga por la adopción, vigilancia e instalación de la infraestructura, cercas y rótulos que señalen que es un bosque bajo el esquema de PSEH de consumo humano. A partir del segundo se compensa por el mantenimiento de la infraestructura y la continua vigilancia.		

Foto: Rafaela Retamal

Categoría	<b>Vegetación natural</b>	
Subcategoría	<b>Bosque secundario con vigilancia</b>	
	<b>Descripción:</b>	
	<p>Un bosque secundario ha sido intervenido en el pasado, pero después de 10 años ya hay especies maduras de bosque natural, pinos, robles y especies de hoja ancha. El propietario ejerce vigilancia periódica, define sus estrategias para evitar incendios e instala cercas y rótulos en los límites del bosque.</p>	
Pago por adopción:	<b>892 Lemp/mz</b>	Pago por manejo: <b>815 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
<p>Se sugiere que el contrato sea anual. El primer año se paga por la adopción, vigilancia e instalación de la infraestructura, cercas y rótulos que señalen que es un bosque bajo el esquema de PSEH de consumo humano. A partir del segundo se compensa por el mantenimiento de la infraestructura y la continua vigilancia.</p>		

Foto: Rafaela Retamal

Foto: Rafaela Retamal

Categoría	<b>Vegetación natural</b>	
Subcategoría	<b>Bosque primario con vigilancia</b>	
	<b>Descripción:</b>	
	<p>Bosque primario es aquel que nunca ha sido intervenido. El propietario ejerce vigilancia periódica, define sus estrategias para evitar incendios e instala cercas y rótulos en los límites del bosque.</p>	
Pago por adopción:	<b>892 Lemp/mz</b>	Pago por manejo: <b>815 Lemp/mz</b>
<b>Duración del contrato y observaciones:</b>		
<p>Se sugiere que el contrato sea anual. El primer año se paga por la adopción, vigilancia e instalación de la infraestructura, cercas y rótulos que señalen que es un bosque bajo el esquema de PSEH de consumo humano. A partir del segundo se compensa por el mantenimiento de la infraestructura y la continua vigilancia.</p>		

