

PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO

Tesis

**Valoración económica de la oferta del servicio ecosistémico
hídrico para consumo humano en el municipio de Copán Ruinas,
Honduras**

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado, Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza como requisito para optar por al grado de:

Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas

Por

Maria Rafaela Retamal Diaz

Turrialba, Costa Rica, 2006

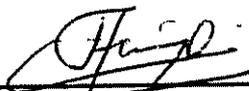
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE. Por ello, se considera que llena los requisitos para ser presentada a la comunidad científica de CATIE.

Magister Scientiae en Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas

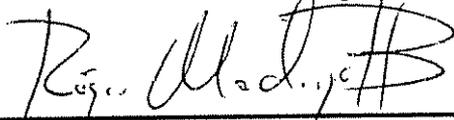
FIRMANTES:



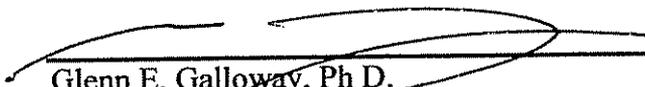
Francisco Alpízar, Ph.D.
Consejero Principal



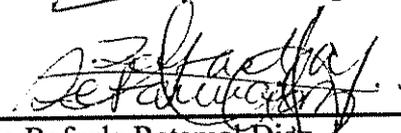
Francisco Jiménez, Dr. Sc.
Miembro del Comité Consejero



Róger Madrigal, M.Sc.
Miembro del Comité Consejero



Glenn E. Galloway, Ph D.
Decano de la Escuela de Posgrado



Maria Rafaela Retamal Díaz
Candidato

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos...

A mi amado...

A todos y todas las que me apoyaron, entusiasmaron y acompañaron en este proceso...

AGRADECIMIENTOS

Deseo expresar mis más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

A Dios por darme la vida, la creatividad, el ahínco y la curiosidad.

A mi madre, mi padre y hermanos, porque siempre me apoyan y alientan en todas mis iniciativas.

A mí amado René por su siempre leal compañía y alegría.

A la Escuela de Posgrado por valorarme y apoyarme financieramente.

A el Programa FOCUENCAS II por el financiamiento en la realización de esta investigación.

A mi profesor consejero, Francisco Alpízar, por que a su lado siempre me sentí valorada. Siempre fue un guía iluminador, ejemplificador veraz y un valioso aporte al desarrollo de esta tesis.

A los miembros de mi comité, Francisco Jiménez por que en él siempre encontré un colega crítico y paciente. A Róger Madrigal por que descubrí un gran investigador y amigo. A Josué León por todo el apoyo brindado en la fase de campo.

A todos(as) mis amigos(as) por que algunos(as) me apoyaron a la distancia, otros(as) me aceptaron como soy, y todos me han enseñado de la vida académica y personal.

A todos ustedes muchas gracias!!!

CONTENIDO

RESUMEN	VII
SUMMARY	VIII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Planteamiento del problema	3
1.3 Justificación.....	4
1.4 Objetivos	7
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	7
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	7
1.5 Hipótesis de estudio.....	8
1.6 Preguntas de investigación	9
2 MARCO TEÓRICO	10
2.1 Situación actual de los recursos hídricos.....	10
2.1.1 <i>Problemática de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe</i>	10
2.1.1.1 Situación actual del recurso hídrico en el municipio de Copán Ruinas, Honduras.....	11
2.2 Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas (MICH).....	15
2.2.1 <i>Breve reseña del enfoque de cuencas</i>	15
2.2.2 <i>Características más importantes y fortalezas</i>	16
2.2.3 <i>Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)</i>	16
2.2.4 <i>Servicios ecosistémicos que ofrecen las cuencas hidrográficas</i>	18
2.3 Pagos por servicios ecosistémicos hídricos (PSEH)	19
2.3.1 <i>Marco metodológico de PSEH: implementación de esquemas eficientes</i>	21
2.3.1.1 Uso de un índice de uso de suelo relacionado con la provisión hídrica	22
2.3.2 <i>Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos</i>	23
2.3.2.1 Valoración económica del SEH	25
2.3.2.2 Valoración económica de la oferta del SEH	25
3 METODOLOGÍA	27
3.1 Descripción del área de estudio: las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín	27
3.2 Valoración económica de la oferta del servicio ambiental hídrico en las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín.....	30
3.2.1 <i>Identificación y selección de las áreas prioritarias de oferta del SEH</i>	32
3.2.1.1 Selección de las fuentes prioritarias de intervención	34
3.2.1.2 Selección de las áreas prioritarias para PSEH.....	34
3.2.2 <i>Identificación y caracterización de los potenciales proveedores del SEH</i>	35
3.2.3 <i>Determinación de los costos de implementar las prácticas seleccionadas que favorecen el SEH</i>	36
3.2.3.1 Selección de las prácticas agropecuarias que favorecen el SEH.....	37

3.2.3.2	Estimación de los costos de implementación de las prácticas.....	37
3.2.4	<i>Estimación del monto de compensación</i>	38
3.2.4.1	Validación de los montos de compensación estimados.....	40
3.2.4.2	Estimación de los costos totales de intervención del esquema de PSEH.....	41
3.2.5	<i>Estimación de los costos de los requerimientos técnicos para la implementación de un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas, Honduras</i>	41
3.2.6	<i>Retroalimentación y ajustes al marco metodológico utilizado</i>	42
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	44
4.1	Propuesta metodológica para seleccionar áreas prioritarias de oferta del SEH	44
4.1.1	<i>Criterios de identificación de las fuentes de agua</i>	49
4.1.2	<i>Índice de selección de las fuentes de agua prioritarias (FAP)</i>	55
4.1.3	<i>Criterios de identificación de las áreas de drenaje de las FAP</i>	59
4.1.4	<i>Índice de selección de las áreas prioritarias de oferta del SEH</i>	76
4.2	Validación de la propuesta metodológica: identificación de las áreas prioritarias que proveen del SEH para consumo humano en el municipio de Copán Ruinas	77
4.2.1	<i>Selección de las fuentes de agua prioritarias</i>	77
4.2.2	<i>Selección de las áreas prioritarias para la provisión del SEH</i>	80
4.2.3	<i>Uso de un índice combinado para seleccionar las AP</i>	84
4.3	Identificación y caracterización de los propietarios de las AP.....	84
4.3.1	<i>Sistemas de producción – Uso del suelo</i>	85
4.3.2	<i>Distribución de la tenencia de la tierra</i>	86
4.3.3	<i>Rendimientos productivos</i>	87
4.3.4	<i>Disposición a participar del esquema de PSEH</i>	88
4.3.5	<i>Análisis del proceso de toma de decisiones sobre el uso de tierra por parte de los entrevistados</i>	89
4.4	Determinación de los costos de implementación de las prácticas que favorecen el SEH	92
4.4.1	<i>Selección participativa de las prácticas conservadoras de suelo y agua</i>	92
4.4.2	<i>Estimación de los costos de implementación de las prácticas seleccionadas</i>	96
4.5	Estimación del monto de compensación	99
4.5.1	<i>Estimación del costo de oportunidad de la producción</i>	100
4.5.2	<i>Estimación de los montos de compensación</i>	102
4.5.3	<i>Consideraciones al momento de realizar los pagos a los oferentes</i>	105
4.5.4	<i>Validación de los montos de compensación con los potenciales oferentes del SEH</i>	108
4.5.5	<i>Estimación de los costos totales de inversión del esquema de PSEH</i>	110
4.5.6	<i>Limitaciones de la valoración económica de la oferta del SEH para consumo humano</i>	116
4.6	Estimación de los costos totales de los requerimientos técnicos del esquema de PSEH	117
4.7	Retroalimentación de la metodología utilizada.....	125
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	128
5.1	Conclusiones	128
5.2	Recomendaciones.....	130
7	LITERATURA CITADA	132
8	ANEXOS	140

Retamal Diaz, MR. 2006. Valoración económica de la oferta del servicio ecosistémico hídrico para consumo humano en el Municipio de Copán Ruinas, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 181 p.

Palabras clave: servicio ecosistémico hídrico, fuentes prioritarias, áreas prioritarias, costos de protección, prácticas de conservación de suelo y agua, conservación de la vegetación natural.

RESUMEN

La degradación del recurso hídrico que abastece de agua para consumo humano en la zona urbana de Copán Ruinas, Honduras ha promovido que la MANCORSARIC y la población en general estén interesadas en la aplicación de un esquema de PSEH. El objetivo de esta investigación fue determinar y valorar económicamente la oferta actual del SEH para consumo humano en el municipio de Copán Ruinas, con el propósito que sirva de insumo en una futura implementación de un esquema de PSEH.

Se seleccionaron áreas de muy alta prioridad para la provisión del SEH, mediante la validación de una metodología propuesta en esta investigación. Se identificaron y caracterizaron los propietarios que manejan esas áreas, a través de una encuesta. Se realizó una selección participativa de las prácticas de conservación de suelos y aguas a aplicar en las áreas prioritarias, mediante la modificación del índice de usos de suelo para la provisión del SEH. Se calcularon los costos de implementar y mantener las prácticas. Se estimaron los montos de compensación, validándolos en un taller con los potenciales oferentes. Se estimaron los costos de los requerimientos técnicos.

Fueron seleccionadas tres de las cuatro fuentes de agua que abastecen de agua para consumo humano a Copán Ruinas. Se identificaron 119 ha como áreas de prioridad muy alta. La valoración económica de cuatro diferentes escenarios de los costos de intervención del PSEH es inferior a los beneficios estimados por parte de los demandantes del SEH (U\$ 11.278 año⁻¹). Al incorporar los costos de operación, los montos alcanzan U\$ 3.491 año⁻¹ para el municipio de Copán Ruinas, la suma de ambos totales hacen viable el esquema de PSEH respecto a la disposición de pago. Sin embargo, si la municipalidad absorbe los costos operativos más caros debido a la ley marco de agua potable y saneamiento de Honduras, el esquema de PSEH es aplicable en ese municipio.

Por tanto, la implementación de este esquema es necesaria para fortalecer la ordenanza municipal que protege los bosques en ese territorio. Se sugiere definición de restricciones a las compensaciones para disminuir los costos totales de intervención y búsqueda de fuentes de financiamiento externo para ampliar el fondo ambiental hídrico.

Retamal Diaz, MR. 2006. Economic valuation of the water ecosystem services of human consumption in Copán Ruinas municipality, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 181 p.

Key words: water ecosystem services, human consumption, priority water sources, priority areas, protection costs, water and soil conservation practices, conservation of natural vegetation.

SUMMARY

The MANCORSARIC and the whole population are interested in implementing a PWES because the degradation of sources of water for human consumption. El main objective of this research is to determine and economic value of environmental water supply for human consumption in the Copán Ruinas Municipality to be used as an intake to stake holders.

It was selected priority areas for the provision of WES trough the validation of a proposed methodology in this investigation. It was identified and selected the land owners who manage the priority areas by an interview. A participatory selection of the practices of soil and water conservation was carried out to apply in the priority areas, modifying the index for the provision of the WES, developing by the project GEF- Silvopastorils Focus. The costs to implement and to maintain them were calculated. The totals of compensation were estimated, validating them in a workshop with the potential suppliers. The costs of the technical requests were estimated.

Three of the four sources of water that supply of water to Copán Ruins were selected. 119 ha areas of very high priority were identified. 29 land owners were interviewed. The economic appraisal of four different settings of the intervention costs of the PWES are found below benefits estimated for the WES demands (11.278 US\$). When the operation costs for the Copán Ruinas Municipality are included which were estimated in 3.941 US\$, the PWES can not be implemented in comparison to the maximum willing to pay for the protection of WES. Nevertheless, if the municipality absorbs the most expensive operating costs due to the framework law of drinking water of Honduras, the scheme of PSEH is applicable in that municipality.

For all this, the implementation of this scheme is needed to enforce the weak law that protects the forest. It was suggested defining restrictions in order to diminish the total costs of intervention and searching external financing sources to expand the water environmental fund.

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Posibles impactos sobre el recurso hídrico causados por diferentes prácticas.....	12
Cuadro 2. Algunos de los más comunes mitos en relación del uso de la tierra y el servicio ambiental hídrico en cuencas hidrográficas (Bishop y Landell-Mills 2002, FAO 2004).....	20
Cuadro 3. Costos de implementar y mantener las prácticas de conservación de suelos promovidas en el índice modificado para la provisión de SEH.....	39
Cuadro 4. Esquema de los requerimientos técnicos, funciones e insumos que se requieren para la implementación de un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas, Honduras.....	43
Cuadro 5. Resumen de los criterios de identificación de fuentes de agua prioritarias	55
Cuadro 6. Peso de cada uno de los criterios del índice de selección de FP	57
Cuadro 7. Tipos de prioridad de fuentes de agua	58
Cuadro 8. Resumen de los criterios de identificación de las áreas prioritarias para la provisión del SEH.....	75
Cuadro 9. Tipos de prioridad de fuentes de agua	76
Cuadro 10. Tipo de prioridad de cada fuente de agua estudiada al aplica el índice de selección de fuentes prioritarias.....	79
Cuadro 11. Cantidad de superficie por tipo de prioridad en las microcuencas de Sesemiles y Marroquín, Honduras.....	82
Cuadro 12. Medidas resumen de los diferentes cultivos en las áreas de muy alta prioridad de las microcuencas de Sesesmiles y Marroquín, Honduras	87
Cuadro 13. Rendimientos, precios y costos de los diferentes cultivos que siembran los propietarios de las áreas de muy alta prioridad de las microcuencas Sesesmiles y Marroquín, Honduras.....	88
Cuadro 14. Porcentaje de los entrevistados dispuestos y comprometidos a participar del esquema de PSEH, Copán Ruinas, Honduras.....	89
Cuadro 15. Prácticas de conservación de suelos y agua que aplican y que desean aplicar los productores entrevistados en las Microcuencas de Sesesmiles y Marroquí, Honduras.....	93
Cuadro 16. Usos de suelo y prácticas de conservación seleccionadas para el esquema de PSEH en Copán Ruinas, Honduras.....	94
Cuadro 17. Actividades y pagos anuales sugeridos para usos y prácticas de conservación de suelos y agua asociadas a más tiempo para el logro en la provisión del SEH.....	107
Cuadro 18. Montos de compensación recalculados en sistemas que requieren de más de año para asegurar la provisión del SEH para consumo humano en Copán Ruinas, Honduras ...	108
Cuadro 19. Porcentaje a multiplicar por la compensación en los diferentes tipos de áreas prioritarias en la provisión del SEH para consumo humano en Copán Ruinas, Honduras...	108

Cuadro 20. Usos del suelo presente en las áreas de prioridad muy alta bajo la escala mínima en las Microcuencas Sesesmiles y Marroquín.	111
Cuadro 21. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario I.....	111
Cuadro 22. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario II.....	112
Cuadro 23. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario III	112
Cuadro 24. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario IV	113
Cuadro 25. Usos del suelo presente en las áreas de prioridad muy alta, incorporando los criterios legales y de bosque ripario, en las Microcuencas Sesesmiles y Marroquín.	115
Cuadro 25. Estimación de los costos de operación de un esquema de PSEH en el primer año y a partir del segundo.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización de la subcuenca del río Copán, Honduras.....	29
Figura 2. Esquema de la metodología aplicada (FAP: fuentes de agua prioritaria, AP: Áreas prioritarias, INIA: Instituto Nacional Agropecuario de Honduras, CSA: conservación de suelos y agua).	33
Figura 3. Esquema de la evaluación del indicador de presencia de fallas y fracturas en cada toma de agua.	61
Figura 4. Esquema de las variables observadas en terreno para evaluar el criterio de microrelieve y tres de las cuatro ponderaciones posibles en la escala de rugosidad aparente: alta, media y nula rugosidad.	66
Figura 5. Metodología para evaluar el criterio de cobertura permanente del suelo. A: Es quema de los estratos evaluados. B: Dimensión de la parcela para evaluar el estrato arbóreo, las cuatro parcelas de colores son las que evalúan el estrato arbustivo y las 16 cuadrículas (0,5 x 0,5 m) centrales encerradas por un cuadro rojo son las que evalúan el estrato herbáceo.....	70
Figura 6. Localización de las fuentes de agua que abastecen de agua al área urbana de Copán Ruinas, Honduras.....	78
Figura 7. Áreas prioritarias para la aplicación de un esquema de PSEH Copán Ruinas, Honduras.....	82
Figura 8. Usos de suelo en las propiedades de los productores entrevistados en las microcuencas de Sesemiles y Marroquín, Honduras.....	85
Figura 9. Actividades agropecuarias asociadas en los cultivos de café en las áreas muy prioritarias de las microcuencas de Sesemiles y Marroquín, Honduras.....	86
Figura 10. Comparación entre los diferentes escenarios de planes de inversión bajo una escala mínima y el fondo ambiental hídrico disponible en el municipio de Copán, Honduras	114
Figura 11. Comparación entre tres planes de inversión y el fondo ambiental hídrico disponible en el municipio de Copán, Honduras.....	116
Figura 12. Comparación de los diferentes escenarios de planes de inversión totales más los costos de operación para el municipio de Copán Ruinas, Honduras.....	122
Figura 13. Comparación de tres planes de inversión, incorporando los criterios no técnicos en la selección de áreas prioritarias, más los costos de operación para el municipio de Copán Ruinas, Honduras.....	123
Figura 14. Comparación de tres planes de inversión, incorporando los criterios no técnicos en la selección de áreas prioritarias, más los costos de operación absorbidos por el municipio de Copán Ruinas, Honduras.....	124

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Honduras, como parte del Istmo Centroamericano, cuenta con una alta diversidad cultural y natural. La subcuenca del Río Copán se localiza en la zona Occidental de Honduras, departamento de Copán, comprendiendo los territorios de las jurisdicciones municipales de Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas, Concepción y San Jerónimo (FAO 1999).

En Honduras la explotación del bosque es el factor que más influye en la reducción del patrimonio nacional productivo y la biodiversidad. Las zonas Occidental y Sur son las más afectadas, con la pérdida del 61% del bosque (OPS/OMS 2003). La FAO (1999) evidencia que la frontera agrícola de la subcuenca del río Copán está avanzando hacia tierras de vocación forestal, además, los bosques están sometidos a una fuerte presión debido a los incendios, así como la sobreexplotación originada por la extracción de leña y de madera.

La FAO (1999) identificó, mediante un diagnóstico participativo, que los problemas ambientales más importantes de la subcuenca del río Copán son la degradación de bosques, suelo y agua. Posiblemente la degradación de los recursos naturales se incrementaría en el futuro, si no cambian las condiciones socioeconómicas actuales de la subcuenca del río Copán, que la caracteriza con un Índice de Desarrollo Humano 30% menor al promedio del país, si no se satisfacen las necesidades básicas de la población y si continúan los procesos migratorios internos (OPS/OMS 2003, MANCORSARIC 2004). Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS 2003), este escenario socioeconómico propicia una mayor degradación, especialmente, de los recursos hídricos.

En este sentido, se han realizado esfuerzos para mejorar la calidad de vida de la gente y gestionar sosteniblemente los recursos naturales. En 1982, la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR), en atención a la solicitud de los municipios de Santa Rita y Copán Ruinas, declara como áreas de vocación forestal a las partes altas de las microcuencas de las Quebradas Sesesmiles y Marroquín. En esas zonas se prohíbe toda actividad productiva que ponga en riesgo la vegetación natural, es decir, resguarda los

bienes y servicios que ofrece el bosque a la población. Sin embargo, esta declaratoria quedó como letra muerta y la degradación de los recursos naturales continuó.

Después de más de 10 años y producto de los impactos del huracán Mitch (1998), los municipios que comparten la subcuenca del río Copán se percataron que debían trabajar conjunta y coordinadamente para reducir la vulnerabilidad frente a estos fenómenos, mediante el manejo apropiado de los recursos naturales. Para ello, conformaron la Mancomunidad de municipios, denominada MANCORSARIC (MANCORSARIC 2003).

El programa Fortalecimiento de la Capacidad Local en Manejo de Cuencas y Prevención de Desastres Naturales (FOCUENCAS) mediante el manejo de cuencas y la reducción de la vulnerabilidad a desastres naturales también se ha sumado a la iniciativa de la MANCORSARIC. En la primera fase FOCUENCAS (2000-2003) condujo procesos de fortalecimiento de las capacidades de gestión local, con el liderazgo del gobierno municipal en la subcuenca del río Copán (CATIE 2003).

La segunda fase, iniciada en 2004, bajo un enfoque de “Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas”, tiene como objetivo desarrollar estrategias operativas y políticas que respondan a las condiciones locales y sean articuladas a nivel nacional y regional (CATIE 2004). Para ello se han definido microcuencas pilotos, donde se realizarán los estudios técnico-científicos para validar la implementación de las posibles estrategias seleccionadas. Las microcuencas de Sesesmiles y Marroquín han sido escogidas para tal fin y en ellas se ha iniciado un proceso de investigación para ver si es aplicable el uso de esquemas de Pagos por Servicios Ecosistémicos Hídricos (PSEH).

Se ha elegido los esquemas de pagos por servicios ecosistémicos en cuencas por que resultan ser mecanismos que pueden apoyar las estrategias financieras necesarias para la gestión de cuencas hidrográficas, dado que contribuyen al manejo integrado de los recursos hídricos con equidad dentro de las mismas (Jiménez y Faustino 2005). Además, a nivel global se está incentivado la adopción e incremento de estos esquemas.

1.2 Planteamiento del problema

El agua es un recurso vital para el mantenimiento de la vida sobre el planeta, así mismo constituye un derecho de la población acceder a él. No obstante, este recurso no se encuentra uniformemente distribuido sobre el planeta y acciones antrópicas como la contaminación, el despilfarro en el consumo y políticas de gestión del recurso ineficientes han conducido a que la población vea mermada su capacidad de acceso a él.

La población de la subcuenca del río Copán se ve afectada por la degradación del recurso hídrico en cuanto a calidad y disponibilidad. Además, existen problemas asociados al provisionamiento de agua para la población, ya que solo un 34% de ella cuenta con el servicio de agua entubada (MANCORSARIC 2003). Situación diferente al resto del país, ya que al año 1996, el 74% de la población hondureña contaba con disponibilidad de agua dentro de la vivienda o propiedad (OPS/OMS 2003).

En un reciente estudio realizado en el municipio de Copán Ruinas se ha detectado que alrededor del 68% de la población que cuenta con el servicio, no recibe el agua de forma continua, especialmente en la época seca, y percibe una mala calidad del agua. Paralelamente, existen problemas en la captación, conducción y tratamiento del agua (Cisneros 2005).

Los problemas de disponibilidad de agua que sufre la población urbana de este municipio están asociados a: (i) la alta cantidad de fugas, debido al deterioro y antigüedad del sistema de abastecimiento de agua; y (ii) el despilfarro en el consumo por parte de la población.

Por tanto, la problemática que percibe la población respecto a la intermitencia en el servicio se basa en el inadecuado manejo y la falta de conciencia ambiental de los usuarios, y no en problemas naturales de escasez del recurso hídrico. A la vez, esto se demuestra mediante la estimación del consumo *per capita* de agua para los habitantes del casco urbano de Copán Ruinas correspondiente a 11,3 m³/mes (Cisneros 2005), el cual se considera casi el doble de los niveles óptimos a nivel mundial para países en desarrollo (Pagiola et ál. 2004).

Sin embargo, los problemas de calidad de agua son una realidad evidente. Por ejemplo, la calidad de agua de algunos cauces de la microcuenca Sesesmiles, una de las microcuencas que abastece de agua al municipio de Copán Ruinas, presenta aguas de mala hasta regular calidad, eutróficas, con contaminación moderada, no aptas para el consumo humano (Arcos 2005). La principal causa de este deterioro del agua es la contaminación, tanto puntual como difusa, asociada principalmente a la caficultura (Duarte 2005).

Además, la pérdida de cobertura vegetal en los márgenes de los cauces ha provocado la disminución de la capacidad de resiliencia del sistema para evitar la entrada de contaminantes (Arcos 2005). Por que estos bosques actúan como barreras al transporte de sedimentos y agroquímicos hacia los cuerpos de agua (Blinn y Kilgore 2001).

Por otra parte, el servicio ecosistémico hídrico es considerado como un bien o servicio público. Los dueños, quienes manejan o controlan las zonas donde los servicios ambientales hídricos se generan, no capturan los beneficios económicos que resultan de esos servicios, por tanto, las decisiones de producción del servicio ecosistémico no son internalizadas.

Actualmente, una herramienta utilizada para manejar estos problemas son los esquemas de pagos por servicios ambientales hídricos (PSEH). No obstante, dado el creciente interés en ellos y considerando el nivel de complejidad del desarrollo de estos esquemas es importante contar con un marco metodológico estandarizado y completo. Alpízar y Madrigal (2005a) y Campos et ál. (2005) han propuesto un esquema que aún debe ser validado para una posterior aplicación.

1.3 Justificación

En uno de los principios de Dublín se reconoce que el agua es un bien económico y, como tal, debe ser valorado. Bajo esta perspectiva, una forma de manejar adecuadamente el recurso y asegurar la calidad del servicio de agua es la aplicación de esquemas de pago por servicios ambientales hídricos, el que incorpora dentro del marco metodológico la

valoración económica de las prácticas que mantienen e incrementan el servicio ambiental hídrico.

La MANCORSARIC, en su aspiración de manejar adecuadamente los recursos naturales, ha priorizado que el servicio de abastecimiento de agua para el municipio de Copán Ruinas; es una tarea relevante para mejorar la calidad de vida de la población y fortalecer el turismo de la zona. Esta organización, y la población en general, están interesadas y motivadas por la posible aplicación de un esquema de PSEH de consumo humano, pero requieren de información técnica que sirva de insumo para tomar decisiones claras, informadas y fundamentadas.

Utilizando el esquema metodológico de PSEH propuesto por Alpízar y Madrigal (2005a), Cisneros (2005) ha estudiado el componente de la demanda del servicio ambiental hídrico para consumo humano. La autora ha detectado que la población urbana del municipio de Copán Ruinas tiene una alta disposición a pagar por la implementación de prácticas idóneas para la protección y uso sostenible de las zonas de las microcuencas que capturan, filtran, almacenan y proveen de agua al casco urbano del municipio.

Adicionalmente, la misma autora ha diseñado un marco operativo para la protección del recurso hídrico, en el cual la MANCORSARIC juega un rol clave para lograr que un posible proyecto de PSEH en Copán Ruinas sea sostenible a largo plazo. Es decir, presenta una estructura organizacional que favorece la aplicación de este sistema, aún cuando pudiera requerir de pequeños ajustes. Un insumo todavía requerido bajo un esquema de PSEH es la valoración económica de la oferta de servicios ambientales hídricos.

Por todo lo anterior, el siguiente proyecto de investigación tiene por objeto caracterizar el componente biofísico y valorar económicamente la oferta del servicio ambiental hídrico de agua para consumo humano en el municipio Copán Ruinas.

A partir de una selección y priorización de áreas críticas de intervención se seleccionaron las prácticas agropecuarias o de cambio de uso del suelo o de conservación de la vegetación

natural que favorecen o mantienen el SEH y últimamente, se estimaron los costos en que se incurriría al aplicarlas. Se estimaron los costos de los requerimientos técnicos para determinar si es viable la implementación del sistema de PSEH con los montos recaudados a nivel municipal o si es que se requiere de otras fuentes de financiamiento.

Finalmente, se retroalimentó la metodología propuesta por Alpizar y Madrigal (2005a) y Campos et ál. (2005). El elemento que sirvió para afinar la metodología es la formulación de una herramienta para seleccionar (i) fuentes de agua prioritarias y (ii) áreas críticas o prioritarias de las áreas de influencia o de drenaje de dichas fuentes prioritarias, superficies en las cuales se aplicarán las medidas apropiadas para mantener o incrementar el SA de protección del recurso hídrico

La necesidad de contar con este tipo de herramientas, inserto en el esquema de PSEH, radica en que la elección de las áreas donde realizar las acciones que favorecen la protección del recurso hídrico ha sido de forma arbitraria en estudios previos y en la mayoría de las veces, es tal la cantidad de terreno involucrado, que impide económicamente la implementación de esquemas de PSEH (Baltodano 2005, CONABSH 2002).

A través de ello, el esquema metodológico de PSA propuesto por Alpizar y Madrigal (2005a) y Campos et ál. (2005) se evaluó y validó a nivel de campo, con lo cual se enriqueció para convertirse en un marco metodológico extrapolable. Es decir, que bajo pequeños ajustes técnicos se amoldaría a las diferentes realidades de las cuencas en donde se desea implementar un sistema de PSEH.

En última instancia los resultados de este trabajo de investigación sirvieron para entregar información técnica sólida a los actores involucrados en el manejo de los recursos hídricos y en general de todos los recursos naturales, que se encuentran en la subcuenca del río Copán y de las futuras cuencas donde será implementado este marco metodológico. Últimamente, sirve para la toma de decisiones informadas.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Caracterizar el componente biofísico y valorar económicamente la oferta del servicio ecosistémico hídrico de consumo humano en Copán Ruinas, Honduras con el propósito de utilizar dicha información como insumo en una futura implementación de un esquema de pago por el servicio ecosistémico hídrico.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Proponer una herramienta de priorización de fuentes de agua y su área de drenaje para la aplicación de un esquema de pagos por servicios ecosistémicos hídricos, a diferentes escalas espaciales; validada mediante su aplicación en las áreas de las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín, que contribuyan a asegurar el servicio ecosistémico hídrico en el municipio de Copán Ruinas.
2. Identificar y caracterizar los productores actuales que manejan las áreas priorizadas y que potencialmente podrían convertirse en oferentes del servicio ecosistémico hídrico.
3. Determinar los costos asociados al uso de prácticas agropecuarias de protección o de cambio de uso del suelo o conservación de vegetación natural necesarias para incrementar el servicio ecosistémico hídrico en las áreas priorizadas.
4. Estimar un monto de compensación a productores involucrados en la protección del servicio ecosistémico hídrico.
5. Evaluar y estimar los costos de operación de los requerimientos técnicos asociados a la implementación de un esquema de pagos por el servicio ecosistémico hídrico de consumo humano en el municipio de Copán Ruinas, Honduras.

6. Retroalimentar y ajustar la metodología de pagos por servicios ambientales hídricos propuesta por Alpízar y Madrigal (2005a), considerando las características biofísicas y socioeconómicas locales de las microcuencas de los ríos de Sesesmiles y Marroquín.

1.5 Hipótesis de estudio

1. La voluntad de pago por la protección del servicio ecosistémico hídrico por parte de la población de Copán Ruinas (Cisneros 2005) es suficiente para cubrir los costos de las prácticas bajo una escala mínima, resultado del uso de la propuesta metodológica de selección de áreas prioritarias de oferta del servicio ecosistémico hídrico para consumo humano.
2. La voluntad de pago para la protección del servicio ecosistémico hídrico por parte de la población de Copán Ruinas (Cisneros 2005) es suficiente para cubrir no sólo los costos de las prácticas bajo una escala mínima, sino también los costos de los requerimientos técnicos del esquema de PSE.
3. Existe voluntad de participación de los potenciales proveedores del servicio ambiental hídrico bajo un esquema de PSA para consumo humano.

1.6 Preguntas de investigación

1. ¿Dónde se encuentran las áreas prioritarias que mantiene o incrementan el servicio ecosistémico hídrico para consumo humano en la municipalidad de Copán Ruinas, Honduras?
2. ¿Cuál es la escala mínima de intervención para un esquema de pago por el servicio ecosistémico hídrico en el municipio de Copán Ruinas?
3. ¿Quiénes son los propietarios actuales que manejan las áreas priorizadas y que potencialmente podrían recibir una compensación por mejorar el SEH?
4. ¿Cuáles son las prácticas adecuadas para implementar en la subcuenca con el fin de conservar e incrementar el SEH?
5. ¿Cuánto cuesta implementar las prácticas agropecuarias o de cambio de uso del suelo o de conservación de la vegetación natural que favorece el SEH?
6. ¿Cuánto cuesta implementar las prácticas que incrementan el SEH por encima de la compensación que recibirían los potenciales oferentes de este servicio?

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Situación actual de los recursos hídricos

La importancia del agua para la vida y como componente del ecosistema global es cada vez mayor. Es un recurso que no sólo satisface necesidades básicas de la población humana, sino que además contribuye al desarrollo. Sin embargo, el agua es un recurso frágil, escaso e irregularmente distribuido tanto temporal como espacialmente, determinando zonas de escasez y de superávit (CIUP 2003).

El agua de consumo humano también es escasa respecto a la cantidad total de agua que existe en el planeta. Alrededor de un 2,6% del total de agua dulce es aprovechable por la población humana (Tyller - Myller 1994).

2.1.1 Problemática de los recursos hídricos en América Latina y el Caribe

La región de América Latina y el Caribe es una de las más húmedas del mundo. No obstante, regiones extremadamente húmedas conviven con otras extremadamente secas; dos terceras partes de la región se clasifican como zonas áridas o semiáridas (Conferencia de Directores Generales Iberoamericanos del Agua 2003).

El problema de escasez o disminución en la disponibilidad de agua repercute sobre la salud de la población (CATIE 2004). En este sentido, la OPS/OMS (2001) señalan que en la región un 15% de la población no tienen servicio de abastecimiento de agua, el 10% se abastece con sistemas sin conexión domiciliar, 21% no tiene acceso a saneamiento y solo un 14% de las aguas residuales recolectadas por los alcantarillados, que cubren el 49% de la población, reciben tratamiento antes de su descarga.

La contaminación es otro de los graves problemas que sufren los recursos hídricos. Por ejemplo, en América del Sur alrededor del 50% del agua utilizada se extrae de acuíferos, los que enfrentan una creciente contaminación producida por los residuos provenientes de los desechos de las actividades mineras y agrícolas. Además, muchos de los principales

lagos y cuencas de ríos de América Latina presentan una gran contaminación procedente de actividades industriales y agrícolas (WWC 2004).

La relación causal de la degradación de los recursos hídricos es compleja y difícil de determinar. Existen incertidumbres considerables sobre el vínculo entre el recurso hídrico y el uso de la tierra (FAO 2004a). Los vínculos dependen de la interrelación del sistema socioeconómico (capacidad económica, sensibilización de los agricultores, prácticas de manejo y desarrollo de la infraestructura) y el natural (clima, topografía y estructura del suelo). Por ejemplo, Kiersch (2000) a partir de una revisión bibliográfica sobre esta relación señala que a escalas muy grandes es difícil distinguir las causas de origen natural de aquellas de origen antrópico.

En el cuadro 1 se observan algunos de los posibles impactos sobre el recurso hídrico a causa de las diferentes prácticas antropogénicas. Se debe recalcar que muchos de ellos son el resultado de la interacción de los diferentes componentes de la zona y la generalización no es una regla (Kiersch 2000, Bishop y Landell-Mills 2002).

2.1.1.1 Situación actual del recurso hídrico en el municipio de Copán Ruinas, Honduras

Honduras dispone de un monto anual de agua considerado suficiente para satisfacer las necesidades de demanda de consumo humano, energía hidroeléctrica y riego. Sin embargo, el recurso hídrico no está equitativamente distribuido en el país y una alta cantidad de cuerpos de agua están siendo contaminados, principalmente por la disposición inadecuada de excretas y aguas residuales.

La situación de las microcuencas que abastecen de agua al municipio de Copán Ruinas no difiere a la del resto del país. A pesar de ser una de las zonas más húmedas de Honduras, la población usuaria del servicio de agua percibe que existe un problema de escasez del recurso. Además, estas microcuencas están amenazadas por la contaminación, producto de la falta de demarcación de las microcuencas, la deforestación, la contaminación con aguas mieles y la falta de prácticas sostenibles por parte de la población (Duarte 2005, CONASH 2006a).

Cuadro 1. Posibles impactos sobre el recurso hídrico causados por diferentes prácticas.

ACCIÓN	EFEECTO	POSIBLE IMPACTO
Aplicación de fertilizantes	Incremento de la concentración de nitratos y otros nutrientes en el agua subterránea por infiltración y en el agua superficial por escorrentía	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Contaminación química del agua ◆ Eutrofización
Aplicación de pesticidas	Incremento de la concentración de sustancias tóxicas en el agua	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Contaminación química del agua. ◆ Eutrofización. ◆ Bioacumulación y biomagnificación en la cadena trófica
Sobrepastoreo	Compactación del suelo	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Aumento de la escorrentía superficial ◆ Reducción de la capacidad de infiltración del suelo. ◆ Disminución de la recarga de acuíferos ◆ Disminución disponibilidad de agua para usos consuntivos. ◆ Aumento de caudales picos e inundaciones
	Aporte de desechos de la actividad ganadera	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Contaminación bacteriológica y química (fosfatos).
Deforestación	Alteración del ciclo hídrico	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Alteración de caudal base y caudal pico. ◆ Alteración de la disponibilidad de agua. ◆ Reducción de la capacidad de infiltración del suelo. ◆ Disminución de la recarga de acuíferos ◆ Disminución disponibilidad de agua para usos consuntivos.
	Aceleración de la erosión y aumento de la carga de sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Contaminación física del agua ◆ Contaminación química por los compuestos adsorbidos en los sedimentos.
Vertido de RILES*	Aumento de la temperatura	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Disminución de la capacidad autodepurativa del cuerpo de agua. ◆ Afectación de biodiversidad

*: Residuos Industriales Líquidos y en Suspensión

No obstante, la percepción de escasez del agua que abastece al casco urbano de Copán Ruinas, la cual proviene de las microcuencas de las quebradas Sesesmiles (municipio de Copán Ruinas) y Marroquín (compartida por los municipios de Copán Ruinas y Santa Rita), radica en una inadecuada gestión del sistema de agua potable. Por ejemplo, el sistema se encuentra deteriorado, mucha de la infraestructura de captación, transporte y almacenamiento ha excedido su vida útil, así como se ha evidenciado despilfarro en el

consumo por parte de los usuarios (MANCORSARIC 2003b, Cisneros 2005, CONASH 2006a).

Además, el consumo de agua *per capita* estimado es considerado casi el doble que los niveles óptimos para países en desarrollo al nivel mundial (Pagiola et ál. 2004) y la producción de agua en la estación seca es 2,67 veces mayor a la demanda teórica actual (CONASH 2006a). Lo que reafirma que el problema de disponibilidad de agua no se debe a razones naturales de escasez del recurso.

Con relación a la calidad de las aguas, Arcos (2005), mediante el uso de biondicadores, detectó que la calidad de agua para consumo humano proveniente de cursos de agua de la parte alta de la microcuenca del río Sesesmiles es de mala a regular. Por ejemplo, en la quebrada Agua Helada, donde se encuentra la fuente de agua El Malcote, la calidad es regular; mientras que la quebrada donde se ubica la fuente de agua San Cristóbal es de mala calidad.

Los análisis físico-químicos y microbiológicos de calidad de agua realizados por CONASH (2006a), en el marco del estudio de diagnóstico de la ampliación y mejoramiento de los sistemas de agua potable y alcantarillado, señalan que los parámetros de turbidez, color y coliformes totales y fecales se encuentran en la mayoría de las fuentes de agua, que suministran este servicio, por encima de la norma nacional. Esto permite inferir que se vierten residuos líquidos domiciliarios, residuos producto de la cafcultura como aguas mieles y sedimentos en los cursos de agua que abastecen al área urbana del municipio de Copán Ruinas.

La disminución de la calidad de agua debido a las actividades antrópicas afecta negativamente sobre la calidad de vida de la población. Principalmente, contribuyen a la incidencia de enfermedades hídricas y a una alta mortalidad infantil (OPS/OMS 2003).

Por esta razón, el municipio de Copán Ruinas se encuentra en un proceso de reforma del sistema de abastecimiento de agua potable. Por un lado, se va a traspasar la gestión desde el

Servicio Autónomo Nacional de Agua y Alcantarillado (SANAA) hacia el municipio, como lo establece la ley marco del sector agua potable y saneamiento. Por otro, el municipio está en búsqueda de fuentes de financiamiento para mejorar el servicio de abastecimiento de agua potable y alcantarillado.

Una razón externa a la realidad local de las fuentes de agua que abastecen al municipio de Copán Ruinas, que hace imperiosa la implementación de una gestión eficiente del recurso hídrico, es el cambio climático global. Las predicciones realizadas para la zona donde se encuentran las microcuencas, al año 2050, señalan un aumento de la temperatura, una disminución de la precipitación y la nubosidad (SICA et ál. 2003).

La consecuencia de estas alteraciones podría ser una disminución de la disponibilidad del recurso hídrico debido a la disminución de precipitación y nubosidad y al aumento de la demanda en esa zona, esto último debido al fortalecimiento del turismo. También se puede prever una disminución de la calidad del agua, causada por la disminución de los caudales y un aumento de la cantidad de contaminantes vertidos a los cursos de agua producto de las actividades humanas.

Es decir, si la gestión continúa siendo deficiente, el servicio será más intermitente y con menor capacidad de dilución de los contaminantes. Por tanto, aumentarían las enfermedades hídricas, disminuiría la calidad de vida de la población, la cual actualmente es muy baja; y esto repercutiría en el turismo de la zona. Por ello, es necesario abordar la gestión del agua con un enfoque integral, holístico y sistémico para adaptarse a estos posibles impactos, asegurando la regulación hidrológica y la calidad de los cuerpos de agua superficiales que suministran agua para consumo humano al área urbana del municipio de Copán Ruinas.

2.2 Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas (MICH)

2.2.1 Breve reseña del enfoque de cuencas

La evolución histórica de la temática a nivel de manejo de cuencas en América Latina, en el presente siglo, no ha sido ni uniforme ni estable (CEPAL 1994). Inicialmente se abordaban los problemas de degradación de los recursos naturales desde una perspectiva parcializada y fragmentada, es decir, con una visión reduccionista (Ramakrishna 1997). Como consecuencia, el manejo de cuencas en sus etapas iniciales era limitado. Se realizaban trabajos considerando la cuenca hidrográfica como una superficie donde resolver problemas puntuales y demandas específicas o sectoriales del agua. Por ejemplo, abastecimiento de agua potable a una determinada comunidad, construcción de canales de riego, control de inundaciones, entre otros.

El siguiente paso consistió en operar y mantener las obras civiles construidas. Esta visión se limitaba a ocuparse de los sistemas construidos sin mayor interés ni por el uso múltiple del agua ni por manejar la cuenca como una unidad indivisible (CEPAL 1994).

A partir de 1940 se crearon corporaciones para el desarrollo integral de cuencas, las que promocionaron la construcción de obras hidráulicas para abarcar extensos territorios bajo su jurisdicción y realizar inversiones en múltiples sectores (CEPAL 1994). En esta etapa, se enfatizaba el uso de obras civiles como solución a un pequeño rango de problemas ambientales: disminuir el aporte de sedimentos a los embalses construidos y controlar deslizamientos e inundaciones. Aunque, la mayoría de las veces las obras construidas contribuían a disminuir los problemas no resolvían las causas (Ramakrishna 1997).

Hasta este periodo son pocos los casos en que se manejan o gestionan de forma sistémica todos los recursos naturales presentes en una cuenca: flora, fauna, bosques y suelos para aprovecharlos y conservarlos. El impulso hacia un manejo integral de la cuenca surge posteriormente a la realización de la reunión de Estocolmo (1972), en la cual surge la temática ambiental.

El Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas (MICH¹) es una estrategia más holística e integral de los sistemas biofísicos —agua, suelo, flora y fauna— y antropocéntricos —social, financiero, cultural, institucional, etc. (Dourojeanni 1994). Actualmente, el MICH es una herramienta fundamental en el manejo y conservación de los recursos naturales y tiene un amplio rango de acción, ya que el MICH gestiona, maneja, aprovecha o conserva los recursos naturales en las cuencas hidrográficas en función de las necesidades humanas, buscando un balance entre equidad, sostenibilidad y desarrollo (Jiménez 2005a).

2.2.2 Características más importantes y fortalezas

La cuenca es considerada como la unidad básica de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales, pues permite una visión sistémica, integral, inter y multidisciplinaria; permite la conciliación entre diferentes unidades de intervención, como las unidades pequeñas —finca— y las unidades grandes —ecoregiones—; permite delimitar claramente la unidad de análisis y estudio, facilitando la toma de decisiones y permite el desarrollo de las capacidades locales que promueven la participación real y plena de todos los actores, considerando la institucionalidad y el marco regulatorio y financiero (Jiménez 2005b).

2.2.3 Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH)

Desde la perspectiva sociopolítica o económica, la gestión a través de cuencas no siempre tiene tanta relevancia, puesto que más allá de la divisoria de aguas pueden haber otras interrelaciones que también pueden ser analizadas desde una perspectiva diferente (Jiménez 2005b). Sin embargo, el enfoque de cuencas sigue utilizándose como una herramienta que favorece y refuerza la gestión de los recursos (UICN 2000).

En efecto, la gestión habitual de los recursos hídricos presenta frecuentemente problemas de esta índole, los que se abordan mediante la Gestión Integrada de Recursos Hídricos

¹ Una cuenca hidrográfica es un área natural en la que el agua proveniente de la precipitación forma un curso principal de agua. La cuenca hidrográfica es la unidad fisiográfica conformada por el conjunto de los sistemas de cursos de agua definidos por el relieve. Los límites de la cuenca o “divisoria de aguas” se definen naturalmente y corresponden a las partes más altas del área que encierra un río (Ramakrishna 1997). La cuenca, sus recursos naturales y sus habitantes poseen condiciones físicas, biológicas, económicas, sociales y culturales que les confieren características que son particulares a cada una (Dourojeanni 1994).

(GIRH). No obstante, la definición² de la GIRH planteada por la Asociación Mundial del Agua (GWP) concuerda con el enfoque de cuencas y en ningún caso son discrepantes.

La GIRH se basa en los Principios de Dublín, los cuales fueron formulados en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Río de Janeiro, 1992) y han sido ampliamente adoptados por la comunidad internacional (Astorga 2005). Entre los Principios se destaca, en función de esta investigación, que el agua posee un valor económico y debe ser reconocido como un bien económico.

Adicionalmente, la GIRH es un proceso, no un fin en sí mismo, y cuyo gran aporte es el abandono del sectorialismo para gestionar el recurso hídrico. Reconoce que existen diferentes usuarios del agua endógenos y exógenos, con los cuales se debe negociar y conciliar intereses para aprovechar el recurso hídrico de forma sostenible.

Los primeros pueden ser desde agricultores que usan el agua de su cuenca de drenaje para fines productivos hasta la misma naturaleza que requiere de un monto de agua para soportar la biodiversidad y generar bienes y servicios ambientales. Los segundos se caracterizan, principalmente, por que son motivados a la utilización de este recurso por razones externas, como las transnacionales que han decidido establecer su organización en cierta cuenca, a causa de políticas públicas centralistas de inversión económica (Cazarsola-Clarísó 2003).

Estas dos propiedades de la GIRH, el reconocimiento que el agua posee un valor económico y los múltiples actores que se presentan, son elementos considerados en los esquemas de pagos por servicios ambientales hídricos. El primero, a través de la valoración de la oferta del recurso hídrico. El segundo, mediante la formulación de marcos institucionales que permitan conciliar los diferentes intereses entre los demandantes de los servicios ambientales hídricos y los oferentes del mismo. Esta situación, como señala Cazarsola-Clarísó (2003), hace de los esquemas de PSEH una herramienta adecuada para la gestión integrada del recurso hídrico.

² La GIRH se define como un proceso que promueve el manejo y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales (Peña y Solanes 2003).

2.2.4 Servicios ecosistémicos que ofrecen las cuencas hidrográficas

El pago por servicios ambientales es un tema que ha venido ganando terreno entre los líderes políticos, ambientalistas y desarrolladores alrededor del mundo. De Groot et ál. (2002), Rojas y Aylward (2003) definen en forma sencilla los servicios ambientales (SA) como la capacidad de los componentes y procesos naturales para proveer bienes y servicios que satisfacen las necesidades humanas, directa o indirectamente.

De Groot et ál. (2002) proveen de un panorama de las principales funciones, bienes y servicios que pueden ser atribuidos a los ecosistemas naturales y ser asociados a las estructuras y procesos ecológicos. De la misma manera, existe una creciente evidencia que los paisajes intervenidos manejados adecuadamente proveen SE (Gobbi et ál. 2005).

Considerando que paisajes intervenidos pueden proveer de SA, CONABISEH (2003) amplía el concepto de servicio ambiental, señalando que los agroecosistemas también proveen de estos servicios. La evidencia señala que estos servicios se generan en las zonas agrícolas donde se aplican prácticas de conservación de suelo y agua.

Por ejemplo, en El Salvador, país con una reducida porción de su territorio con bosques, las zonas agrícolas resultan ser determinantes en la provisión de SA necesarios para el desarrollo, ya que la mayoría están ubicadas en zonas de ladera, muchas áreas dedicadas a café bajo sombra se encuentran en terrenos con una alta tasa de infiltración de agua (Alarcón et ál.).

Las cuencas hidrográficas pueden brindar múltiples SA, aún cuando ellas se encuentren intervenidas. Bajo esta perspectiva, el uso adecuado de la tierra en las cuencas hidrográficas proveen los siguientes servicios ambientales hídricos (Bishop y Landell-Mills 2002, de Groot et ál. 2002, Campos et ál. 2005, Jiménez y Faustino 2005):

- ◆ Regulación del flujo de agua especialmente durante la estación seca y control de inundaciones.
- ◆ Mantenimiento de la calidad del agua al diluir la carga de contaminantes.
- ◆ Control de la erosión y sedimentación.

- ◆ Reducción de la salinización y/o regulación de los niveles de aguas subterráneas.
- ◆ Mantenimiento de los hábitats acuáticos, en especial para especies que se encuentran en riesgo.

Bishop y Landell-Mills (2002) señalan tajantemente, a partir de una revisión crítica de información científica, que la producción de estos servicios depende de muchas características de sitio: composición de los suelos, usos de la tierra, estructura de la vegetación, composición de especies, clima, y regímenes de manejo de los recursos. Consecuentemente, la provisión de servicios ambientales en cada cuenca debe ser evaluada como una unidad particular.

2.3 Pagos por servicios ecosistémicos hídricos (PSEH)

El PSEH es un mecanismo flexible y adaptable a diferentes condiciones, que apunta a un pago o compensación directo por parte de los demandantes del servicio, el cual se destina a los oferentes, por el mantenimiento o incremento de la disponibilidad y/o calidad del recurso hídrico (Malavasi 2002). Los PSEH son mecanismos de mercado en donde la compensación a los propietarios de tierras aguas arriba, tiene la finalidad de mantener o modificar un uso particular del suelo que mantenga o incremente el servicio ambiental (FAO 2004b).

El PSA en general, ya sea global como el secuestro de carbono o local como los PSEH, han surgido como respuesta complementaria a la gestión de los recursos naturales, debido a que proveen fuertes incentivos y medidas eficientes de conservación de los bienes públicos que el ecosistema provee (Pagiola et ál. 2002).

Las ventajas que los convierten en adecuadas herramientas para mejorar las condiciones del recurso hídrico en cuencas son porque (Mejías y Segura 2002, Rosa et ál. 2003, FAO 2004a, Wunder 2005):

- ◆ Sirven como instrumento de sensibilización de la población participante respecto al valor de los recursos naturales y envían señales claras para el cambio de prácticas de los dueños de la tierra, en presencia de una instancia de gestión del agua local.

- ◆ Fortalecen las capacidades locales y facilitan la resolución de conflictos y el consenso entre los actores involucrados.
- ◆ Mejoran la eficiencia en la asignación de recursos naturales, sociales y económicos.
- ◆ Genera nuevas fuentes de financiamiento para la conservación y valoración de los ecosistemas remanentes que favorecen la recarga de los cuerpos de agua.
- ◆ Transfieren recursos a los sectores socioeconómicos vulnerables que ofrecen los SA.

No obstante, la FAO (2004) plantea que la principal dificultad y limitación de los esquemas de PSA en cuencas hidrográficas se debe al uso de generalizaciones referentes al uso de la tierra y los “beneficios” del bosque. En muchos casos no están basados en datos empíricos y en algunas situaciones los efectos reales pueden ser totalmente diferentes de aquellos esperados con base en el conocimiento popular (Cuadro 2).

Cuadro 2. Algunos de los más comunes mitos en relación del uso de la tierra y el servicio ambiental hídrico en cuencas hidrográficas (Bishop y Landell-Mills 2002, FAO 2004)

MITO	REALIDAD POSIBLE
◆ La reforestación incrementa la disponibilidad de agua	◆ La reforestación puede disminuir la disponibilidad de agua
◆ La cubierta vegetal reduce la probabilidad de grandes inundaciones.	◆ La cubierta vegetal puede no tener un impacto significativo en el control de las grandes inundaciones
◆ La reforestación reduce la erosión.	◆ La reforestación puede aumentar la erosión, dependiendo de las especies utilizadas en la reforestación.
◆ El sobrepastoreo y el cambio en los cultivos agrícolas son las principales causas del aumento de la sedimentación.	◆ Las variaciones climáticas pueden ser la mayor causa de la sedimentación.
◆ Los bosques aumentan la precipitación.	◆ Los bosques tienen poco efecto sobre la precipitación, especialmente a escala local.

Desde hace dos décadas que crece el interés en la implementación de PSEH. Al año 2002 se detectaron 61 PSEH de un total de 300 casos de PSA alrededor del mundo. Sin embargo, muchos de ellos estaban siendo recientemente propuestos o en las fases iniciales de aplicación (Tognetti et ál. 2003).

De acuerdo a Rosa et ál. (2003), FAO (2004), Campos et ál. (2005), Wunder (2005), entre otros para que este esquema sea utilizado como una herramienta de gestión es importante contar con la detección de oferentes y demandantes del recurso hídrico, buena información de base del capital natural, social, un marco institucional y políticas adecuadas. Estos dos últimos elementos son necesarios para: (i) conciliar los intereses entre los oferentes y los demandantes del servicio ambiental hídrico, (ii) recaudar los fondos y asegurar que ellos se inviertan en las acciones establecidas y en la cuenca donde fueron recaudados y (iii) contar con un sistema de monitoreo para evitar incumplimientos.

2.3.1 Marco metodológico de PSEH: implementación de esquemas eficientes

La FAO (2004) detectó las dificultades que han surgido de los diferentes esquemas aplicados hasta ese momento, los que radican principalmente en el dudoso costo–efectividad de los métodos, entre los que se cuentan: (i) algunos programas no fueron basados en estudios de demanda y oferta usando valoración económica sino que fueron políticamente impuestos; (ii) otros se basaron en “aproximaciones convencionales” y no en información científica sólida de la relación entre el uso de la tierra y la provisión del servicio ambiental hídrico; (iii) otros tuvieron definiciones poco claras del SEH y de los proveedores y beneficiarios; (iv) ausentes o inefectivos sistemas de monitoreo y control; (v) alta dependencia de financiamiento externo; y (vi) desarrollo de incentivos perversos para los dueños de la tierra.

Por ejemplo, en un inventario sobre acciones de PSA en Honduras al año 2003, se detectó que del total de iniciativas, el 60% pertenecían a PSEH, de ellas sólo un 55% se encontraba en aplicación y el 55% de los casos de PSEH no son fundamentados en estudios de valoración económica del recurso. Por tanto, los esquemas aplicados se realizan mediante el uso o de acuerdos entre las partes involucradas o están basados en el conocimiento popular.

Del 45% de las experiencias que poseen valoración económica del recurso agua, el 60% de ellas utilizaron como metodología de valoración el método contingente y el costo de oportunidad se utilizó en un 40% de los estudios de valoración realizados (CONABSH 2003).

Algunos de los inconvenientes detectados pueden ser sobrellevados mediante el uso de un marco metodológico estandarizado. Alpizar y Madrigal (2005a) y Campos et ál. (2005) han desarrollado una metodología para el diseño efectivo de PSEH, el cual considera cuatro componentes:

1. *El análisis biofísico de la oferta del SEH* identifica la función de dosis-respuesta que relaciona el uso y manejo de la tierra con la provisión del servicio.
2. *El análisis económico de la oferta de SEH* identifica los proveedores actuales y potenciales y determina los costos asociados a las prácticas de manejo fomentadas con el fin de incrementar la oferta del servicio ecosistémico del recurso hídrico.
3. *La identificación y medición de la demanda efectiva por parte de los potenciales beneficiarios* define la escala espacial y temporal de intervención y la sostenibilidad del esquema, los fondos.
4. *El diseño de un marco institucional* propicia la negociación entre la oferta y la demanda y permite establecer un “equilibrio de mercado”.

Cabe destacar que la metodología propuesta es claramente más adecuada para ámbitos locales y regionales, en vez de iniciativas nacionales.

La aplicación de este marco depende de condiciones locales (vegetación, tipo de suelo, usos de suelo, clima, etc.) como cualquier esquema de PSEH. Sin embargo, existe una alta demanda de un diseño de PSE sólido y adaptativo que permita ser aplicado en otras cuencas y producir los impactos deseados en la provisión del recurso hídrico, consecuentemente en el ecosistema natural e intervenido y en la calidad de vida de las personas.

2.3.1.1 Uso de un índice de uso de suelo relacionado con la provisión hídrica

Un componente necesario para la implementación del marco metodológico propuesto es la determinación, mediante información científica sólida, del efecto que un determinado uso del suelo propuesto ejerce sobre la provisión de SEH, y consecuentemente en las demandas en cuanto a calidad, cantidad y regularidad del servicio. El desconocimiento de esta relación de causalidad provoca algunos problemas. No se envían las señales claras a los oferentes de los SA, es decir, aquel productor que más contribuye no recibe un pago más alto. Por tanto, la adopción de los usos de la tierra más deseables puede no ser realizada por

los oferentes y pone en riesgo la credibilidad del esquema, pues los beneficiarios que realizan los pagos no perciben un aumento en la cantidad de beneficios que esperaban (Alpizar y Madrigal 2005b).

Para solventar estos problemas el Proyecto *Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo Sostenible de Ecosistemas* ha diseñado un índice para la provisión del SA de secuestro de carbono y otro de conservación de la biodiversidad. Éstos han sido aplicados con éxito en Nicaragua, Colombia y Costa Rica. Por ello, también se formuló un índice ordinal para la provisión del SEH, el cual se generó a través del consenso de más de 30 expertos reunidos en un taller sobre el tema.

El índice presenta no sólo usos de suelo ganaderos con sistemas silvopastoriles, sino que también se encuentran otros usos, como por ejemplo, cultivos anuales, hortalizas y perennes. Jerarquiza que uso de suelo es más importante en la provisión del SEH respecto a los otros. Este índice no señala cual es la contribución marginal de pasar de un uso de suelo a otro, pero sí cual es más importante en la provisión del SEH. El índice fue formulado para promover el cambio de un uso de suelo hacia otro más importante en la provisión.

A través de su uso, se incentiva que aquel oferente que desee pasar de un uso de suelo a otro va a percibir como más atractivo el uso de suelo más importante, ya que por ese uso de suelo recibirá el mayor monto de compensación del esquema de PSEH. Es decir, aumenta la precisión en la internalización de las externalidades y aumenta la efectividad del esquema en términos de costo-beneficio.

2.3.2 Valoración económica de los bienes y servicios ecosistémicos

Luego de determinar la oferta del SEH se requiere de la valoración de esa oferta. Pagiola et ál. (2004) explican sencillamente que la valoración económica es una herramienta que permite comparar beneficios y costos producto de una determinada acción, midiéndolos y evaluándolos mediante un denominador común — típicamente en unidades monetarias³.

³ El uso del dinero como indicador es puramente por conveniencia, pues es ampliamente reconocido, minimiza esfuerzos en tener que convertir valores ya expresados en unidades monetarias en otras unidades de

Entonces, la valoración económica de los bienes y servicios que provee el ambiente intenta determinar el valor que la sociedad le otorga a un recurso (PASOLAC 2002).

No obstante, esta no es una tarea fácil, ya que históricamente la humanidad ha considerado a la naturaleza, sus componentes y procesos, como bienes o servicios públicos; ha ignorado su valor en la provisión de su propio bienestar. Por tanto, ha conducido procesos que los han disminuido, e inclusive, han provocado la desaparición de ecosistemas claves; y en consecuencia éstos no tienen un precio de mercado (PASOLAC 2002).

Además, la presencia de externalidades constituye una brecha entre los beneficios esperados por los tomadores de decisión privada y los beneficios esperados por la sociedad como un todo (Baltodano 2005). Por ejemplo, cuando el dueño de un área boscosa decide cambiar este uso por otro, esta decisión podría ser correcta desde su perspectiva privada; pero podría no serlo desde una perspectiva social, una vez que el total de costos y beneficios de todos los agentes afectados formen parte del sistema.

Cuando un individuo (sociedad) integra un proceso natural a su sistema social y generación de valores se convierte en bien o servicio ambiental (Baltodano 2005). Por tanto, el valor del ecosistema está en función de un objetivo —utilidad. En este sentido, Pearce y Walford (citados por Pagiola et ál. 2004) han desarrollado un marco para evaluar todo aquello que le da valor a dicho bien o servicio, el valor económico total, el cual incluye el (i) *valor de uso*: directo, indirecto y el valor de opción; y (ii) el *valor de no uso*: altruismo, valor de herencia y valor de existencia.

El valor de uso se refiere a que la persona utiliza un bien o servicio y se ve afectado directa o indirectamente por cualquier cambio en él. Esta investigación se centra en el valor de uso, no así en el valor total del bien.

medida, y facilita la comparación con otras actividades que también contribuyen al bienestar, como por ejemplo, educación o salud (Azqueta 1994).

En definitiva, cuando el estudio de valoración económica se lleva a cabo de forma explícita y participativa, contribuye eficientemente a la toma de decisiones de producción o de consumo informada (Costanza et ál. 1997). Esto permite sopesar los beneficios privados en contra de los sociales descontando los costos de cada uno.

2.3.2.1 Valoración económica del SEH

El servicio ecosistémico de protección del recurso hídrico provee una serie de funciones en forma indirecta a la sociedad, las cuales han sido mencionadas en el acápite de SA que proveen las cuencas hidrográficas. Es decir, funciones de valor de uso indirecto.

La valoración económica del uso indirecto del recurso hídrico debe incorporar tanto los costos de esa proveer esos servicios, como los beneficios monetarios que son reportados por la sociedad. Esta herramienta es uno de los principales mecanismos que se están proponiendo para el ajuste correcto de tarifas y cánones por el aprovechamiento de agua, con el fin de fomentar el uso racional y las posibilidades de conservación de este recurso. Con ello, se utiliza el mecanismo de precios en la búsqueda de la optimización del recurso hídrico en sus distintos usos sociales. Se parte del hecho que los productores asumen un costo financiero y de oportunidad al conservar los usos de suelo que más proveen del servicio.

2.3.2.2 Valoración económica de la oferta del SEH

La valoración económica de la oferta del SEH es la medición de los costos en que incurre el dueño de la tierra por proveer ese servicio. Para ello se requieren de dos actividades: identificación y caracterización de los proveedores actuales y potenciales del SEH y la determinación de los costos asociados con cada práctica de manejo fomentada para incrementar la oferta de los mismos.

La primera actividad atiende a que son servicios sitio específicos. Por ende, la selección de los proveedores debe ser cuidadosa con el objeto de generar el incremento en la provisión del SEH. Se los debe caracterizar para comprender sobre su proceso de toma de decisiones, es decir, qué lo conduciría a ingresar voluntariamente a un esquema de PSEH.

A través de la medición de los costos se determina los incrementos marginales en el uso del suelo que generará incrementos marginales en la provisión del SEH. Los costos en esos incrementos determinan el límite inferior para establecer el pago de equilibrio para los SEH. Finalmente, midiendo los costos en la provisión del SEH se evalúa si el monto de pago total realizado por los demandantes del SEH es suficiente para cubrir los costos necesarios para incrementar marginalmente el SEH.

En la mayoría de los casos se requiere de una combinación de métodos de valoración económica para medir todos los costos. A continuación se describen los se utilizan en esta investigación:

Método de cambios en la productividad — cambios en la función de producción

Método utilizado cuando la provisión del servicio ecosistémico requiere cambios en la tecnología de producción y la combinación de insumos, los que pueden resultar en cambios en la productividad privada. Estos cambios se valoran usando precios de mercado relacionados con los insumos y la rentabilidad. Además, incluyen los costos de las inversiones relacionadas (Baltodano 2005).

Método de costos de oportunidad (COP)

Método utilizado cuando la provisión del SEH requiere de cambios en el uso actual del suelo. Requiere del cálculo de la rentabilidad antes del cambio menos la rentabilidad después de él, incluyéndose los costos en las inversiones relacionadas.

Por ejemplo, la recuperación de suelos con bosques tiene un valor económico asociado con la actividad más rentable de la zona que compite con esa vegetación, lo cual involucra el costo de renunciar a los ingresos potenciales que generaría la actividad contra la que compite. Esto implica compensar a los dueños de las tierras con un monto igual o superior a su COP para que dedique sus tierras a la protección y conservación de cuencas. Así, este método conduce a que el dueño de la tierra considere al bosque como una actividad económica tan rentable como la que se deja de realizar, y se convierta en un oferente de servicios ambientales hídricos.

3 METODOLOGÍA

3.1 Descripción del área de estudio: las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín

Las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín son parte de la subcuenca del río Copán, la que se localiza en el sector noroeste del departamento de Copán, en el extremo occidental de Honduras que limita con Guatemala (Figura 1). Esta subcuenca forma parte de la cuenca del río Motagua (Cuenca binacional, compartida entre Honduras y Guatemala).

Las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín presentan una superficie de 37 y 32 km², respectivamente. La primera pertenece en su totalidad al municipio de Copán Ruinas y la segunda es compartida por éste y el municipio de Santa Rita. La subcuenca del río Copán tiene una superficie de 619 km², aproximadamente.

Toda la subcuenca presenta condiciones de trópico semihúmedo (FAO 1999). No se cuenta con información puntual sobre el tipo de cobertura vegetal de las microcuencas. Sin embargo, en la subcuenca del río Copán predomina la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical, tomando en cuenta la clasificación bioclimática de Holdrige, la que se caracteriza por poseer una compleja variedad florística que incluye coníferas y plantas de hoja ancha. Además, este ecosistema se considera una zona muy frágil con limitaciones en su capacidad de carga (PMDN *et ál.* 2005).

La precipitación promedio anual de estas microcuencas es de 1600 mm. El mes más lluvioso es junio (290 mm), y el mes más seco febrero (25 mm). El período seco dura de 5 a 7 meses. Las temperaturas medias mínimas y máximas alcanzan los 18 y 29 °C, respectivamente (ESNACIFOR 2005).

El relieve de las microcuencas presenta pendientes medias y fuertes. La altitud varía entre los 600 y 1500 msnm (Guillén 2002, Cisneros 2005).

En ambas microcuencas se presenta un único tipo de suelo, suelos Chandala (Guillén 2005, FAO 1969). Estos suelos presentan una capacidad de uso de vegetación permanente, cultivos ocasionales, cultivos en rotación, tala selectiva y bosque protector. Sin embargo, el mayor porcentaje de suelo se utiliza para actividades agropecuarias que no emplean medidas de protección adecuadas para la protección del suelo (Otero 2002).

La información socioeconómica de las microcuencas de Sesesmiles y Marroquín resulta del procesamiento de la información proveniente del Proyecto Norte de Copán realizado por Cisneros (2005). Ambas microcuencas presentan patrones socioeconómicos muy similares: bajos niveles de escolaridad, el 90% de la población cuenta con vivienda propia, el número de miembros por familia es de cuatro personas en el caso de la Microcuenca de Sesesmiles y de cinco en la de Marroquín. El nivel de seguridad en la tenencia de la tierra es menor al 50%, factor que afecta la adopción de tecnologías adecuadas que protejan los recursos naturales. El área de los predios varía desde 1 a 260 ha.

Las principales actividades económicas que presenta la población rural se relacionan con la agricultura y caficultura, aunque las labores no sólo se realizan en terrenos propios, sino que también se desempeñan como obreros o jornaleros en otras propiedades. La agricultura desarrollada es principalmente para autoconsumo y poco diversificada. El ingreso familiar no alcanza a cubrir la canasta básica y varía entre 1.000 y 5.000 Lps (~US\$ 67 y US\$ 335).

Respecto a la protección del ambiente, más del 50% de los encuestados a esa fecha consideraron importantes a los árboles y casi la totalidad cree que se debe demarcar las fuentes de agua para su protección. A pesar de esta visión, no se observó la aplicación de prácticas de conservación de aguas y suelo, por el contrario, se determinó que aún existe una fuerte presión sobre los bosques remanentes para satisfacer las necesidades de madera y leña, lo que también es confirmado por la investigación de Arcos (2005), respecto a la percepción de la comunidad sobre los bosques.

La zona urbana de Copán Ruinas (MANCORSARIC 2003b) señala que a la fecha la población era de 5970 habitantes. Las principales actividades que se desarrollan son el

turismo (32 hoteles, 24 casas de huéspedes), comercio y servicios (35 tiendas de artesanía, 25 restaurantes, 2 escuelas de Español y 2 asociaciones de guías). Existe una buena cobertura de servicios básicos (agua potable, luz eléctrica y medios de comunicación). El nivel educativo mejor cubierto es el primario y hay un subcentro de salud de medicina general que atiende a toda la población.

Cuatro son las fuentes de agua que abastecen al casco urbano del municipio de Copán Ruinas; tres de ellas se encuentran en la microcuenca Sesesmiles (El Malcote, Don Cristóbal y El Cacaguatal), las que captan el 80% del servicio ofrecido al municipio Copán Ruinas; la otra fuente se encuentra en la Microcuenca de Marroquín (El Escondido), la que capta el 20% restante.

Los siete caseríos reunidos en la Junta Central de Agua de Siete Comunidades se abastecen de dos fuentes de agua ubicadas en la parte alta de la microcuenca. La comunidad de Sesesmiles Primero se abastece de una toma de agua ubicada en la cabecera de la microcuenca Marroquín.

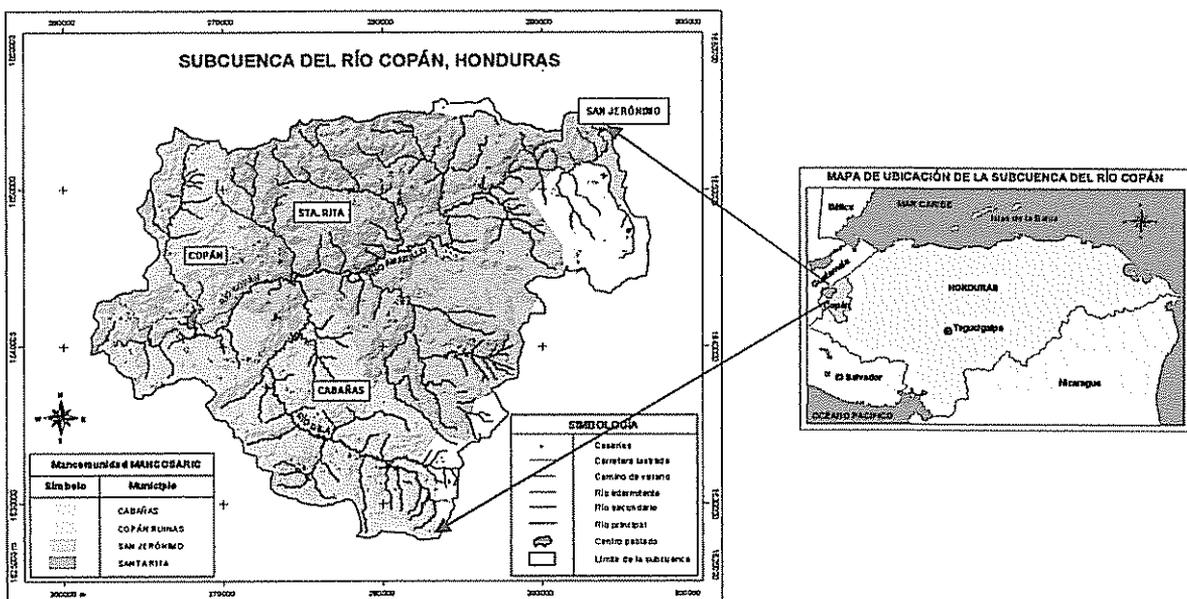


Figura 1. Localización de la subcuenca del río Copán, Honduras.

3.2 Valoración económica de la oferta del servicio ambiental hídrico en las microcuencas de los ríos Sesesmiles y Marroquín

El marco metodológico para la implementación de sistemas de PSEH propuesto por Alpízar y Madrigal (2005a) presenta cuatro componentes, dos de los cuales se encuentran relacionados a las características de la oferta del servicio ambiental hídrico. El primer componente tiene el objetivo de determinar la oferta biofísica del SEH y el segundo, valorar económicamente la oferta determinada.

La piedra angular de cualquier sistema de PSA es la identificación de una función de dosis-respuesta que relacione el uso del suelo con la provisión del SE. La importancia de establecer esta relación de causalidad radica en: (i) que se incentiva el cambio a ciertos usos de suelo determinados que proveen una mayor cantidad de SEH y; (ii) se realiza un pago justo al oferente que implementa las prácticas que más proveen servicios, es decir, hay una mayor eficiencia en la asignación de los recursos financieros (Alpízar y Madrigal 2005b).

Este paso es difícil de determinar debido a la complejidad de los ecosistemas, caracterizados por cambios de estados y exposición a eventos naturales inesperados, entre otras cosas, y es muy probable que nunca se tenga la cantidad de información suficiente y la capacidad de análisis para establecer una clara relación dosis-respuesta (Limburg, O'Neill, Constanza y Farber 2002, citados por Alpízar y Madrigal 2005a). No obstante, esta situación no impide mantener una actitud precautoria, conociendo las características de la zona, aún cuando no se tenga certeza sobre la función exacta de dosis-respuesta.

Por ejemplo, es bien reconocido que el control en el uso de agroquímicos en los predios adyacentes a las orillas de un cauce, mejora la calidad del agua de dicho cauce. Esto es, que las prácticas sostenibles podrían potencialmente incrementar el SEH.

La determinación de la oferta biofísica actual y potencial del área de estudio, es decir, aquellos usos de la tierra que favorecen el SEH, y la valoración económica de ellos, con el fin de mantenerlos, constituyen la dosis. El beneficio social percibido por ella constituye la respuesta (FAO 2004).

La conservación de los usos de suelos que proveen del SEH está subordinada a la decisión de los dueños de la tierra. Si han decidido conservar la vegetación natural y/o aplicar prácticas agropecuarias conservadoras de suelos y agua, ellos tienen una conducta sostenible que provoca un beneficio social. No obstante, esta decisión no le reporta ningún beneficio privado. Esta situación constituye un riesgo, pues la vegetación natural y las prácticas implementadas siempre compiten con un uso de suelo más rentable, desde el punto de vista privado; aunque menos sostenible.

Conociendo el valor económico de la conservación de la vegetación natural, de la implementación de prácticas agropecuarias sostenibles y de cambio de uso del suelo que favorecen el SEH, se estima el monto de compensación que debe ser pagado a los propietarios que actualmente proveen este servicio. A través de la compensación se incentiva (i) la continuidad de una conducta sostenible — conservación de la vegetación natural; y (ii) que otros productores relevantes en la provisión del SEH, pero con conductas no sostenibles, deseen adoptar alguna de estas medidas y participar de un esquema de PSEH.

Si el estímulo es diseñado para compensar por el cambio de usos de suelos no sostenibles a otros más sostenibles y que provean del SA demandado se puede generar incentivos perversos. Por ejemplo, un productor que tiene bosque ripario a la orilla de la quebrada, observa que a su vecino le pagaron para que implementara barreras vivas en los cultivos que se encontraban a la orilla de la misma quebrada. Entonces el productor podría recibir equivocadamente la señal y decidir talar su bosque para cultivar algo y de esta forma recibir la compensación. Esta problemática se soluciona mediante la clara identificación de las áreas donde se generan los SEH, la caracterización de los dueños de esas tierras, el levantamiento de líneas de base de sus propiedades y un marco institucional que regule a quiénes se debe pagar y por qué.

Las áreas cubiertas por vegetación natural y actividad agropecuaria con prácticas sostenibles, actualmente favorecen la provisión del SEH para consumo humano. Su conservación pretende además de mantener el SEH:

- ◆ Frenar la presión que la población ejerce sobre los bosques de la zona alta de las microcuencas para consumo de leña y madera principalmente.
- ◆ Frenar el avance de la frontera agrícola.
- ◆ Inducir a un manejo sostenible de los bosques remanentes.
- ◆ Frenar la deforestación en estas microcuencas, proceso que ha conducido a disminuir un 60% aproximadamente de los bosques de la zona (OPS/OMS 2003).

Por lo anteriormente expuesto la conservación de estas áreas es uno de los mayores ejes de esta investigación. En la figura 2 se esquematizan las actividades, resultados preliminares y finales que ultimadamente contribuyen al logro del objetivo general y la verificación de las hipótesis planteadas.

3.2.1 Identificación y selección de las áreas prioritarias de oferta del SEH

La provisión del SEH tiene sitios y usuarios específicos (Baltodano 2005). Entonces, la selección de las áreas prioritarias debe ser cuidadosa para lograr que los beneficios sean percibidos por los usuarios. En este caso, la metodología de la selección de áreas prioritarias parte de un taller con expertos en manejo de cuencas y recursos naturales para contar con información teórica sólida que permita identificar estas áreas.

En el taller con expertos locales e internacionales se expusieron los criterios teóricos de identificación, selección y manejo de áreas de recarga hídrica. Luego con un recorrido al campo con los asistentes al taller, los criterios se ajustaron a la realidad de ambas microcuencas. Además, se contemplaron otros temas que sirvieron de discusión y enriquecimiento para la determinación de la oferta biofísica del SEH.

Posteriormente, se complementó con bibliografía de cada uno de los criterios expuestos. Así se identificaron dos grupos diferentes de criterios que conducen a la determinación de las áreas prioritarias: (i) criterios de selección de las fuentes de agua prioritarias y (ii) criterios de selección de las áreas prioritarias a partir de las fuentes de agua priorizadas.

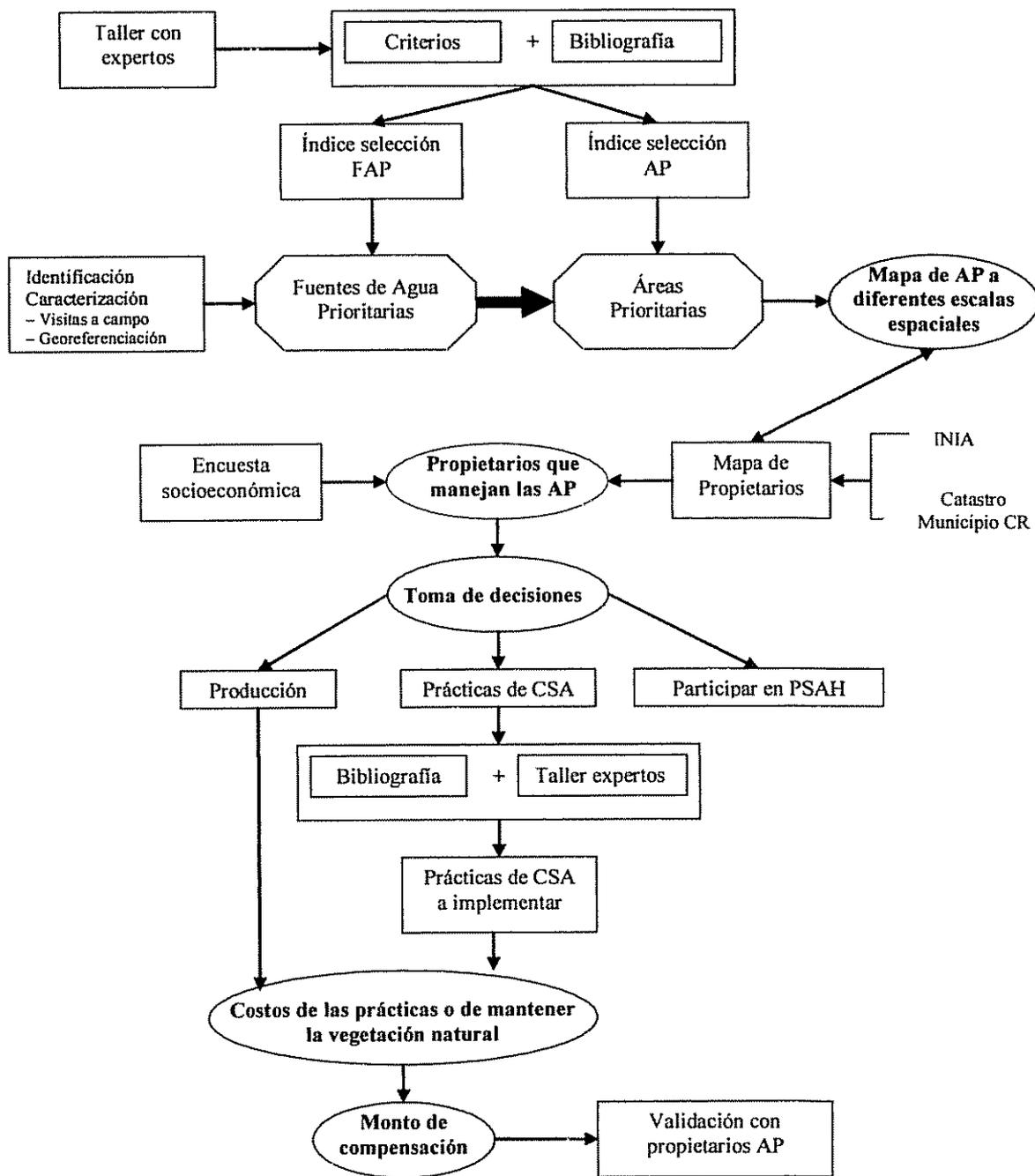


Figura 2. Esquema de la metodología aplicada (FAP: fuentes de agua prioritaria, AP: Áreas prioritarias, INIA: Instituto Nacional Agropecuario de Honduras, CSA: conservación de suelos y agua).

3.2.1.1 Selección de las fuentes prioritarias de intervención

Para seleccionar las fuentes de agua prioritarias es necesario identificarlas y caracterizarlas para luego seleccionar aquellas donde se deben enfocar los esfuerzos de gestión, sean estos a través de la aplicación de un esquema de PSEH, u otra herramienta de manejo del recurso hídrico.

La identificación se realizó en salidas a campo guiadas por actores locales. Se georeferenciaron las fuentes de agua con el uso de GPS y los puntos determinados se plasmaron en un mapa de las fuentes de agua que abastecen el área urbana de Copán Ruinas, mediante el uso de Arcview 3.3.

La caracterización se realizó mediante información secundaria y entrevistas a informantes claves, basándose en los criterios definidos en el taller con expertos y complementado con revisión bibliográfica. Los resultados de esta etapa fueron plasmados en una ficha para cada toma de agua.

Finalmente, la selección de las fuentes de agua prioritarias se basó en la información recopilada en la caracterización de las mismas y en la aplicación de un índice de selección de fuentes de agua prioritarias (FAP) propuesto en el marco de este proyecto. A partir de las fuentes de agua priorizadas se realizó la caracterización de las áreas de influencia de cada toma priorizada.

3.2.1.2 Selección de las áreas prioritarias para PSEH

Se identificaron las áreas de drenaje de las fuentes de agua prioritarias mediante el uso de los criterios señalados en el taller con expertos en el manejo de cuencas. Luego, se caracterizaron las áreas. Finalmente, se formuló un índice de selección de las áreas prioritarias que favorecen el SEH, con el cual se seleccionaron las áreas prioritarias de intervención. Es decir, las áreas prioritarias son el resultado de la sumatoria de las fuentes de agua prioritarias más las áreas de recarga de ellas. Al igual que en la etapa anterior, los resultados fueron trabajados en Arc View 3.3.

Cada uno de los criterios utilizados para identificar fuentes y áreas prioritarias se transformó a formato digital compatible con Arc View 3.3, con la finalidad de convertir cada criterio en una capa de información. Luego se realizó una sobreposición de temas de información con el objeto de generar un mapa de áreas prioritarias a diferentes escalas de intervención espacial. Bajo este escenario, se detectaron las áreas prioritarias de escala mínima.

Cabe destacar que el índice de selección de áreas prioritarias propuesto es para la aplicación de un esquema de PSEH y con la finalidad de conservar aquellas superficies donde exista vegetación natural o actividades agropecuarias sostenibles que favorezcan este servicio.

3.2.2 Identificación y caracterización de los potenciales proveedores del SEH

Esta actividad tiene por finalidad identificar a los potenciales proveedores del SEH que manejan las áreas priorizadas y averiguar las variables que conducen a la toma de decisiones, respecto al uso del suelo de los productores. Esto es relevante, pues la inclusión de un propietario en un esquema de PSE es voluntaria, por lo que se debe conocer qué lo conduce a aceptar o rechazar este tipo de herramientas de mercado.

La identificación de los productores que manejan las áreas priorizadas se realizó mediante la combinación del mapa de áreas prioritarias y el mapa de propietarios de la zona. Esto es, que los proveedores potenciales serán aquellos en que sus propiedades se encuentren en las áreas prioritarias o que una parte de su terreno es considerada área prioritaria. Todo este análisis espacial será llevado a cabo en Arc View 3.3. La información para generar el mapa de propietarios fue recopilada del Catastro del Instituto Nacional Agropecuario (INIA, Honduras), Catastro del municipio de Copán Ruinas e información suministrada por organizaciones locales y salidas a campo.

Una vez identificados los potenciales proveedores del SEH, se les aplicó una encuesta socioeconómica semi estructurada (Anexo 1) la que recogió la siguiente información:

- ◆ Identificación del propietario y características generales de la propiedad.
- ◆ Información socioeconómica de los residentes del hogar, como nivel educativo.

- ◆ Sistemas de producción—uso del suelo: tipo y rentabilidad (costos y beneficios).
- ◆ Prácticas de conservación de suelos y agua aplicadas actualmente, las que le gustaría aplicar en el futuro y acceso a financiamiento y capacitación.
- ◆ Conservación de vegetación natural.
- ◆ Abastecimiento de agua y saneamiento.
- ◆ Manejo de residuos sólidos y líquidos.
- ◆ Valor sociocultural y económico del bosque y el agua.
- ◆ Disposición a participar de un esquema de PSEH.

Con la información recolectada se procedió al análisis de los datos para caracterizar a los productores, potenciales oferentes del SEH de calidad de agua, mediante estadística descriptiva.

3.2.3 Determinación de los costos de implementar las prácticas seleccionadas que favorecen el SEH

La estimación del monto a pagar a los potenciales proveedores del servicio por la adopción de prácticas agropecuarias sostenibles, cambios de uso de suelo y/o conservación, tiene un límite superior e inferior. El primero es la máxima disposición a pagar por los beneficiarios del sistema de una escala dada, y el segundo es el pago mínimo necesario para que los proveedores de dicho esquema puedan implementar las prácticas conservadoras de suelo y agua (Pérez et ál. 2004).

Con base en estos límites, el presente proyecto de investigación pretende estimar el monto a pagar a proveedores, considerando los costos de las inversiones por implementar nuevas prácticas o por cambios en el uso de la tierra o por los costos de conservar la vegetación existente. Es decir, los costos asociados al incremento de la oferta del recurso hídrico.

Para determinar los costos de las prácticas a implementar es necesario identificar las prácticas adecuadas a la realidad del área de estudio. La selección de las prácticas se realizó en forma participativa.

3.2.3.1 Selección de las prácticas agropecuarias que favorecen el SEH

Se recogió mediante la encuesta socioeconómica las prácticas de conservación de suelos y agua que los productores actualmente utilizan y las que en el futuro quisieran implementar. Además, las que están dispuestos a adoptar en el marco de proveer el SEH de consumo humano.

Proveniente de información bibliográfica se seleccionaron las más adecuadas de implementar en el área de estudio. Resultado de esta revisión se decidió utilizar y modificar el índice de usos de suelo para la provisión del SEH formulado por el proyecto *GEF-Enfoques Silvopastoriles*.

Las modificaciones a este índice y el cálculo de los costos de las inversiones fueron presentados en un taller de expertos en el manejo de cuencas y concededores de las microcuencas de las quebradas Sesesmiles y Marroquín. En este taller se incorporaron más especificaciones a las prácticas de conservación de suelo y agua (pcsa) que promueve este índice y definiciones más claras de cada uso de suelo y práctica promovida para evitar que se generen incentivos perversos.

3.2.3.2 Estimación de los costos de implementación de las prácticas

El índice modificado de usos de suelo para la provisión del SEH presenta tres categorías de uso de suelo: cultivos anuales, café y vegetación natural. Cada categoría presenta distintos niveles y cada nivel incorpora las prácticas de conservación de suelos y agua.

Cada nivel señala de forma general que prácticas de conservación de suelos y agua aplicar, por lo que existen varias prácticas que pueden ser implementadas, consecuentemente diferentes costos relacionados a la inversión de dicha práctica. Por ejemplo en el caso de cultivos anuales con prácticas sostenibles se sugieren no quema, manejo de rastrojos y cobertura viva, abonos verdes labranza conservacionista, curvas a nivel y producción

orgánica. La decisión de cuales implementar queda en la decisión del dueño de la tierra. Considerando las diferencias en los costos se calculó los costos promedios de la implementación y mantenimiento de las prácticas de conservación de suelos y agua sugeridas en el índice modificado (Cuadro 3).

A diferencia del índice original, el cual se formuló para áreas muy intervenidas que no proveen del SEH, el modificado se basa en el supuesto de esta investigación, mantener los usos de suelo que en la actualidad proveen del SEH de consumo humano para el casco urbano de Copán Ruinas. Lo que se traduce en conservar en primera instancia la vegetación natural y en última, los suelos productivos con prácticas de conservación de suelos y agua.

Bajo este escenario, se definieron sólo dos tipos de planes de inversión: (i) mejoramiento de las actuales prácticas agropecuarias y (ii) conservación de la vegetación natural. No se promueve el cambio de uso de suelo. En la primera situación, se estimaron los costos promedios de implementar las prácticas y los costos promedios de mantenerlas, en caso de que el productor ya este aplicando estas prácticas, o que como parte de su inclusión en el esquema de PSEH, primero las implementó y luego sigue inserto, manteniendo las prácticas adoptadas.

En el caso de conservación de la vegetación natural se cuantificaron los costos de vigilar el bosque que se encuentra en las propiedades de los potenciales oferentes. Esto incluye el cercado y vigilancia de los mismos. Adicionalmente, se estimó el costo de oportunidad de pasar de bosque a la actividad más rentable del área de estudio.

3.2.4 Estimación del monto de compensación

Se estimaron varios montos de compensación, basados en el índice modificado de usos del suelo para la provisión del SEH. Se utilizaron los métodos de cambios en la productividad y costos de oportunidad.

Cuadro 3. Costos de implementar y mantener las prácticas de conservación de suelos promovidas en el índice modificado para la provisión de SEH

Tipo de cultivo	Prácticas de csa		Costos (US*ha ⁻¹)		Fuente
	Tipo	Especie	Implementación	Mantenimiento	
Cultivos anuales con prácticas sostenibles	Barrera viva	Valeriana, vetiver	40	5	PASOLAC 1999
	Barrera viva	Gandúl y/o Madero negro	19	2	PASOLAC 1999
	Barrera viva	Gandúl y/o Madero negro	20	3	Baltodano 2005
	Cultivo intercalados/cobertura viva	Caupí	47	12	PASOLAC 1999
	Cultivo cobertura	Canavalia	34	12	PASOLAC 1999
	Cultivo cobertura	Canavalia	34	12	Baltodano 2005
	Abono verde/rotación	Terciopelo, mucuma	66	0	PASOLAC 1999
	Incorporación de rastrojos, No quema		33	33	PASOLAC 1999
	Lombricultura, abono orgánico	Roja, cubana roja californiana,	119	68	PASOLAC 1999
		PROMEDIO	46	16	
Cultivos anuales con obras físicas de CSA	Barrera muerta	Piedras	193	10	PASOLAC 1999
	Barrera muerta	Piedras	204	10	Baltodano 2005
	Acequias a nivel, Zanjias	Terreno	56	5	PASOLAC 1999
	Acequias a nivel, Zanjias	Terreno	59	5	Baltodano 2005
	Diques	Postes prendedizos	61	7	PASOLAC 1999
		Postes prendedizos	64	8	Baltodano 2005
		Piedras	273	10	Baltodano 2005
		PROMEDIO	130	8	
Cultivos perennes (café)	Cultivo cobertura	Canavalia	34	12	PASOLAC 1999
Cultivos perennes (café)	Sistema agroforestal		154	20	Baltodano 2005
Bosques	Vigilancia, control incendios, rotulación		38	33	Baltodano 2005

A través del primer método se cuantificó el valor económico de la producción con y sin las prácticas sugeridas. Se estimaron los costos de oportunidad, de inversión y de manejo de las prácticas implementadas. Mediante el segundo, se definió un proyecto de inversión de diez años para cambiar el uso de suelo de bosque a la actividad más rentable de la zona que compite con la vegetación natural. Se consideró una tasa de interés del 10% para calcular el valor presente neto. Luego, se dividió este valor por el tiempo que contempla el proyecto, el cual es de 10 años, con ello se definió el costo de oportunidad anual.

De esta forma, los costos finales por implementar prácticas de conservación de suelos y agua se calcularon adicionando los costos de implementarlas más los costos de oportunidad para el área de estudio. El mismo procedimiento se realiza para estimar los costos por mantener las prácticas, considerando los costos por mantenimiento. Para los costos finales por concepto de conservación de la vegetación natural se suman los costos por vigilancia más el costo de oportunidad, definido como un proyecto de inversión.

Una vez que han sido estimados los costos de implementar, manejar las prácticas de conservación de suelos y agua fomentadas y conservar la vegetación natural, se procedió a relacionarlos con la importancia que tiene cada una de ellas sobre la provisión del SEH. Se sumaron los costos de cada categoría del suelo y se dividieron por el puntaje total de importancia en la provisión del SEH de la misma categoría. Con ello, se obtuvo el precio por punto para cada categoría. El valor del punto se multiplicó por la contribución de cada subcategoría de uso de suelo, obteniéndose el monto de compensación por ese uso de suelo. La misma operación rige para calcular los montos de compensación por mantener las prácticas.

3.2.4.1 Validación de los montos de compensación estimados

Las prácticas sugeridas y los montos de compensación estimados se presentaron en un taller. A este taller se convocó a los propietarios de las áreas priorizadas para la aplicación de un esquema de PSEH, a los actores de la Municipalidad y la Mancomunidad con incidencia en el manejo de los recursos naturales, en especial, el recurso hídrico. En él se discutió la disposición a adoptar cada práctica propuesta y su monto de compensación estimado.

En este taller con los potenciales oferentes del SEH se evaluó la disposición a participar de un esquema de este tipo. Esta actividad está enmarcada dentro de la verificación de la tercera hipótesis planteada en este proyecto de investigación.

3.2.4.2 Estimación de los costos totales de intervención del esquema de PSEH

Se presentaron cuatro escenarios hipotéticos para estimar los costos totales de intervención del esquema de PSEH. Esto con el objeto de verificar si alguno de estos planes se encuentra por debajo de la máxima disposición a pagar por la población demandante del SEH.

3.2.5 Estimación de los costos de los requerimientos técnicos para la implementación de un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas, Honduras

Los costos se definieron como todos los costos que no se relacionan con la implementación de las prácticas seleccionadas para proveer el servicio ambiental hídrico para consumo humano en el municipio de Copán Ruinas, Honduras. Esencialmente, están basados en los lineamientos que propone Cisneros (2005) para el marco operativo que manejará el fondo ambiental y se encargará de la implementación de un esquema de PSEH para consumo humano. En el cuadro 4 se presenta un esquema que incorpora los requerimientos técnicos necesarios para la implementación de este esquema, las funciones e insumos que se requieren para la sostenibilidad de una herramienta de este tipo.

Se han considerado tres diferentes sistemas, el administrativo, el operativo y el sistema de monitoreo. En el sistema operativo se debe contratar a un(a) tesorero(a). Esta persona se debe encargar de administrar financieramente el patrimonio del esquema de PSEH. Debe llevar los libros contables y realizar informes financieros trimestrales sobre los gastos y las entradas que ha tenido el fondo ambiental. Al inicio de la implementación del esquema de PSEH, el tesorero o la tesorera debe hacer énfasis en el porcentaje aportado por la población al fondo ambiental y el porcentaje destinado a la compensación de conservación de bosques.

El técnico ambiental contratado, perteneciente al sistema operativo, debe establecer la línea base de la finca que haga la solicitud de ingreso al PSEH. Luego, debe elaborar los planes

de finca, definiendo las áreas de muy alta prioridad con base en los resultados obtenidos en este estudio. A partir de sus visitas y charlas con el potencial oferente debe sugerir las prácticas más idóneas para su finca, siempre dejando claro que quien en última instancia toma la decisión es el productor. A continuación, con la información recopilada hasta el momento debe dictaminar si es conveniente aceptar o no la solicitud del productor. En caso que así lo sea, la siguiente función del técnico ambiental es la de monitorear que los compromisos adquiridos por el productor se cumplan, informar cuando un productor incumple y dar trámite al proceso de evaluación de ello. Finalmente, debe estar capacitando a los productores y sus familias en relación al esquema de PSEH y otros elementos del manejo de los recursos naturales.

El sistema de monitoreo es un elemento necesario en la implementación de un esquema de PSEH, ya que relaciona los cambios realizados en la parte terrestre de la cuenca sobre el recurso hídrico. Aunque, se estima que será de un alto costo, se lo mantiene como un requerimiento técnico, pues el sistema de monitoreo es de gran relevancia para dar credibilidad al esquema frente a la población demandante del SEH.

Una vez estimados éstos se adicionaron a los costos de las prácticas para verificar si es viable la utilización de esta estrategia económica de gestión del recurso hídrico, en función del monto de la disponibilidad a pagar máxima por parte de los usuarios del servicio, estimado por Cisneros (2005). Finalmente, se verificó la segunda hipótesis planteada en este proyecto de investigación.

3.2.6 *Retroalimentación y ajustes al marco metodológico utilizado*

Toda la información recopilada fue un insumo para la retroalimentación y enriquecimiento del marco metodológico de PSA propuesto por Alpizar y Madrigal (2005a) y Campos et ál. (2005). En la se incluyó los siguientes ítems:

- ◆ Lecciones aprendidas por parte del comité asesor, el estudiante y los involucrados en el programa FOCUENCAS II en la subcuenca del río Copán.
- ◆ Dificultades encontradas en la recopilación de la información y análisis de los datos recolectados y las soluciones que se utilizaron.

- ◆ Comentarios adicionales que contribuyan con el logro del objetivo.

Cuadro 4. Esquema de los requerimientos técnicos, funciones e insumos que se requieren para la implementación de un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas, Honduras

Elemento de Estructura	Requerimientos técnicos	Funciones	Insumos
Sistema administrativo	Tesorero	Administrar financieramente el patrimonio del PSA	Papelería y tecnología <i>ad hoc</i>
		Llevar los libros contables	
		Realizar informes financieros trimestrales	
Sistema operativo	Técnico ambiental	Establecer la línea base	Ortofotos o imágenes satelitales Transporte personal GPS
		Elaborar los planes de finca	
		Definir áreas prioritarias con base mapa de AP	
		Recomendar tecnologías a implementar en las fincas	
		Dar dictamen sobre la conveniencia de que una solicitud sea aceptada	Papelería y tecnología <i>ad hoc</i>
		Monitorear las fincas bajo PSA e informar cuando un productor bajo PSA incumpla las recomendaciones técnicas.	
		Capacitar a productores involucrados en el PSA	
Sistema de monitoreo	Técnico autónomo	Monitoreo del sistema de financiamiento	Acceso a la información administrativa
		Comprobar que lo estipulado en los contrato se cumpla por ambas partes	
	Organismo externo.	Monitoreo de calidad de agua	
		Informar semestralmente los resultados de los monitoreos	
		Dar fe de los resultados ante la población demandante del SA	

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El contenido de este capítulo está estructurado en el siguiente orden. Primero, se presenta la propuesta metodológica para seleccionar áreas prioritarias de oferta del SEH. A continuación, se exponen los resultados de la validación de dicha propuesta, la cual es aplicada en las áreas que proveen de agua para consumo humano al casco urbano del municipio de Copán Ruinas. Seguidamente, se señalan los resultados de la identificación y caracterización de los dueños de la tierra que manejan las áreas priorizadas mediante el uso de la propuesta.

Como cuarto acápite se encuentra la determinación de los costos de implementar las prácticas que favorecen el SEH, las que fueron escogidas mediante una selección participativa —propietarios de las áreas priorizadas, expertos y revisión de literatura. Luego, se presenta el monto de compensación a pagar a los propietarios de las áreas priorizadas por la conservación de la vegetación natural y/o la implementación de prácticas de conservación de suelos y agua.

Posteriormente, se exponen los costos de los requerimientos técnicos necesarios para la implementación de un esquema de PSEH en Copán Ruinas. Finalmente, se señalan los elementos que sustentan la retroalimentación del esquema metodológico propuesto por Alpízar y Madrigal (2005).

4.1 Propuesta metodológica para seleccionar áreas prioritarias de oferta del SEH

La priorización es necesaria para distinguir entre las áreas que ofrecen servicios ecosistémicos, aquellas que más beneficios generan a la sociedad (Imbach 2005). De esta forma, el presupuesto disponible para un esquema de PSEH, basado en la disposición a pagar de la población, puede ser invertido en las zonas donde los demandantes reciben los mayores beneficios.

Con este objeto se debe determinar, mediante información científica sólida, el efecto de un determinado uso del suelo propuesto sobre la provisión del SEH, y consecuentemente en las

demandas en cuanto a calidad, cantidad y regularidad del servicio. No obstante, como se ha mencionado con anterioridad, la función de *dosis-respuesta* es muy difícil de constatar (Alpizar y Madrigal 2005b).

Jiménez y Faustino (2005) señalan que no hay un claro enfoque en el entendimiento de los procesos que definen la oferta del SEH y se preguntan: “¿*Cuáles son los usos de la tierra y dónde están el tipo de cobertura vegetal y el manejo de los ecosistemas y agroecosistemas que más favorecen la generación de los SEH?*”. Este cuestionamiento refleja la dificultad de determinar cuál y en cuánta cantidad cierto uso del suelo favorece el SEH, mas no impide tomar medidas conducentes a la protección de los usos que en alguna forma generan o incrementan los SEH. Por ejemplo, Echavarría et ál. (2003) señalan que en los esquemas de PSEH aplicados en Ecuador, Cuencas de Pampiro y Cuenca, se realiza un pago por la protección de cierto tipo de vegetación, es decir, protección de los servicios ambientales; más que un pago por aquella vegetación que provee el SEH.

Este enfoque precautorio permite orientar los incentivos económicos hacia aquellas áreas de la cuenca donde actualmente se están generando los servicios ambientales hídricos, es decir, áreas cubiertas con vegetación natural en la zona bajo estudio. Pérez y Tschinkel (2003) a través de una sistematización de proyectos de manejo de cuencas aplicados en países en vías de desarrollo, señalan aquellos elementos que han conducido a una ineficiente gestión de cuencas. Se destacan, considerando la pertinencia a este estudio, los siguientes:

- i. Trabajar con los pobres comúnmente ha sido el criterio de selección de las actividades y sitios del manejo de cuencas. Sin embargo, no ha sido una guía adecuada para la selección de los sitios.
- ii. La labor de reducir la pobreza tiende a concentrarse en productores individuales, promoviendo prácticas a nivel de fincas, las que tienden a ser sitio específico, aisladas y dispersas, es decir, con una escasa visión sistémica para abordar unidades de paisaje.
- iii. Se deja de lado a la multiplicidad de actores que tienen incidencia en el manejo de los recursos. De tal forma, se asignan prioridades desproporcionadas a las

herramientas destinadas a la disminución de la pobreza, pero que no necesariamente son las más adecuadas desde la perspectiva de la integridad de la cuenca.

Estos tres elementos nos conducen a una dispersión del espacio de trabajo, en vez de unidades contiguas, en las cuales los resultados serían más evidentes. Esto debido a que se han utilizado las propiedades de productores individuales como unidades de planificación, en vez de toda un área de drenaje o ladera de la cuenca. Consecuentemente, las prácticas que se promueven suelen ser sitio específicas, aisladas y dispersas; y están limitadas al manejo del suelo que realiza el productor. Por tanto, no se promueven prácticas cuyos impactos económicos y ambientales tiendan a esparcirse de forma espontánea entre el resto de productores de un área.

Además, el concentrarse en un grupo de la población disminuye la posibilidad de detectar e incluir a otros actores presentes en la cuenca que también amenazan el ecosistema. No sólo se debe incluir agricultores y ganaderos ricos y pobres, sino también personas cuyas estrategias de vida dependen de la pesca, la extracción del bosque en la parte alta de la cuenca y figuras políticas en la parte baja, ya que todos ellos presentan un diferente acceso, control y beneficios de los recursos que se producen en la cuenca.

Por ejemplo, si se desarrolla un trabajo que incluye todos los actores, además de los pequeños productores, se incluirán propietarios de grandes extensiones de terreno. Éstos últimos utilizan, controlan y se benefician de la mayoría del suelo y de la mayoría de los recursos hídricos. Al incluir grandes áreas, los grandes productores no pueden ser ignorados. Con ello, se pueden promover diferentes prácticas, adecuadas a las diferentes realidades de los actores y se puede generar un cambio en el manejo de los recursos al nivel de toda un área continua de la cuenca o la cuenca en su totalidad.

La selección de sitios basados en donde la población presenta muchas necesidades insatisfechas requiere de medidas de elevados costos. Esto a causa de que la pobreza rural tiende a concentrarse en áreas pobres en recursos naturales, producto de la degradación, particularmente en las partes altas de la cuenca. Por tanto, los costos de rehabilitar esas

zonas son más altos respecto, a los beneficios esperados. En algunos casos, es mejor conservar y/o reforestar áreas boscosas sin cultivos en las áreas altas de la cuenca que trabajar con áreas cultivadas en las partes medias y bajas, ya que tiene mayores efectos en el manejo de toda la cuenca y son menos costosos.

De tal forma, el manejo de cuencas debe enfocarse en grupos de productores, quienes viven y trabajan alrededor de áreas en la cuenca con un alto potencial de influencia, en vez de trabajar con productores pobres sin tomar en cuenta su localización en la cuenca. En vez de concentrar esfuerzos en donde se encuentran los pobres, se debe contemplar a la mayoría de los actores y abordar las áreas donde existen riesgos de degradación de los recursos, la mayor probabilidad de mostrar rápidos éxitos al nivel de sostenibilidad y donde proliferen espontáneamente esos éxitos. Además, donde se generen los más altos beneficios en relación a los costos y los esfuerzos invertidos.

En relación a la provisión de los servicios ambientales hídricos, el concentrarse y realizar la protección de áreas donde aún se encuentra una cubierta vegetal, cuyas funciones y procesos ecológicos actualmente generan los SEH, resultan en una disminución de la amenaza sobre la vegetación y bajos costos, en relación a trabajar en áreas donde se ha perdido el ecosistema clave en la provisión del SEH. Esto significa comenzar a trabajar en zonas donde es más fácil, ya que se pueden mostrar rápidamente los éxitos logrados, construir confianza entre los demandantes y los eferentes de los SEH, ampliar la reputación del esquema de PSEH y prepararse para abordar desafíos más grandes en el futuro.

Además, la relación de costo beneficio es mayor al seleccionar las áreas donde actualmente se generan los SEH y conservarlas, ya que se promocionan las prácticas locales efectivas, del mismo modo, que se perpetúan en el tiempo. Se considera a la mayor parte de los actores, quienes impactan las condiciones de la cuenca, y son instrumentos de gestión más costo efectivo.

De este modo, el objetivo de esta propuesta metodológica, basada en disminuir la amenaza que sufre la vegetación natural producto de la deforestación y de implementar medidas de

manejo más costo efectivas y sostenibles, pretende incentivar aquellos usos de suelo que actualmente proveen del servicio ambiental hídrico para consumo humano. Es decir, conservar áreas con vegetación natural en primera instancia y luego, promover aquellas prácticas agropecuarias sostenibles y conservadoras de suelo y agua. Por tanto, la aplicación de esta propuesta se limita a cuencas cuya vegetación se encuentre amenazada producto de la acción antrópica.

Esta propuesta consta de cuatro elementos que conducen a la selección de las áreas prioritarias de oferta del SEH:

1. Criterios de identificación de las fuentes de agua.
2. Índice de selección de las fuentes de agua prioritarias.
3. Criterios de identificación de las áreas de drenaje de las fuentes de agua prioritarias.
4. Índice de selección de las áreas prioritarias para PSEH de consumo humano.

El uso de esta propuesta inicia con la caracterización de las fuentes de agua, a través de los criterios definidos para ello. Luego, se aplica el Índice de selección de las fuentes de agua prioritarias (IFP) a cada fuente en estudio. A partir de las fuentes de agua que resultan ser prioritarias, se caracterizan sus áreas de drenaje mediante el uso de los criterios para seleccionar áreas prioritarias para PSEH. En esta etapa se incorpora el componente espacial mediante la utilización de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Finalmente, se aplica el índice de selección de las áreas prioritarias (IAP) de oferta del SEH, las que se visualizarán en un mapa de áreas prioritarias a diferentes escalas espaciales.

La diferencia de los índices radica en relación al instrumento de gestión. Esto es, que las fuentes de agua seleccionadas pueden ser manejadas con cualquiera de las herramientas de gestión existentes. Mientras que el segundo índice es para identificar las áreas donde se provee el SEH y utilizar el esquema de PSEH como herramienta primordial.

Cabe destacar que en una primera instancia se intentaba proponer un único índice como instrumento para seleccionar las áreas prioritarias para aplicar un esquema de PSEH. Esto

es, combinar ambos índices mediante, por ejemplo, adición, multiplicación o uso de funciones exponenciales.

No obstante, se dividieron en dos grupos dado que el manejo de una fuente de agua puede ser optimizada mediante el uso de una herramienta de gestión diferente al esquema de PSEH y más aún, puede tener mejores resultados que mediante el uso de ese instrumento. Además, la propuesta se debe caracterizar por su simpleza, ya que mientras mayor es la complejidad se requieren muchos más insumos, los que son difíciles de encontrar en áreas alejadas de los centros urbanos de los países en vías de desarrollo. A esto se suma la escala de trabajo, mientras más complejo se requiere mayor resolución, por tanto, mayores son los costos para obtener información espacial.

4.1.1 Criterios de identificación de las fuentes de agua

Ambos grupos de criterios fueron definidos utilizando información proveniente de la literatura científica y a través de un taller con expertos en manejo de recursos hídricos y de cuencas hidrográficas. Éste se realizó en la sede de CATIE- FOCUENCAS II en Copán Ruinas, Honduras, desde el 12 hasta el 14 de enero de 2006.

El taller se dividió en tres fases. La primera fue una charla que abordaba el tema de "*Identificación, evaluación y manejo de áreas de recarga hídrica*". La segunda fue una salida al campo para observar la realidad agropecuaria de las microcuencas, la presencia de cobertura vegetal y las actividades antrópicas que han degradado el recurso hídrico. La última fase fue una reunión para definir, en función de la realidad observada en las microcuencas y la información recopilada, los criterios para definir cada uno de los índices. A continuación se presentan los criterios de identificación de las fuentes de agua prioritarias.

Número de abonados de cada toma de agua (A)

La población destinataria de cualquier medida que se realice en una fuente de agua es aquella que se encuentra conectada al servicio de abastecimiento de la misma. Además, es la población que se ve afectada por la degradación del recurso hídrico en cantidad y/o en

calidad. Las medidas aplicadas sobre dicha fuente de agua son percibidas por los usuarios del sistema, y a través de los mismos, se evalúan los beneficios alcanzados mediante la aplicación de una herramienta de gestión. Entonces, mientras mayor sea el número de abonados que usan el servicio, mayor es la cantidad de personas que perciben los beneficios de realizar acciones en la fuente de agua.

Los valores de este criterio varían según la información recopilada y se guardan en la base de datos como valores brutos⁴. La información examinada para evaluar este criterio provino de fuentes secundarias, mediante entrevistas semiestructuradas a informantes claves, tales como presidentes de las juntas de agua y el encargado del SANAA División Occidente-Copán Ruinas y a través de revisión bibliográfica.

Potencial de aumento del número de abonados (B)

El análisis del criterio anterior es una situación momentánea de la cantidad de abonados que tienen acceso al abastecimiento de agua por medio de una toma de agua. Si embargo, no es deseable una situación estática en que la cantidad de abonados sea constante, mientras crece la población.

No obstante, el uso de este criterio es válido si la oferta hídrica actual y futura es mayor a la demanda actual y futura. En caso contrario, se requieren de estudios específicos de oferta y demanda hídrica para ejecutar las medidas necesarias para evitar un problema de escasez de agua.

Para evaluar este criterio se requiere contar con información de las proyecciones establecidas por las instituciones que gestionan el servicio de abastecimiento de las diferentes fuentes de agua analizadas. No obstante, este tipo de información es difícil de encontrar. Por tanto, este criterio no intentará estimar el número de abonados y/o población que recibirá el servicio en el futuro, más bien el potencial de aumento del número de abonados de cada fuente de agua, basándose en datos históricos del número de abonados.

⁴ Revisar siguiente capítulo

Se procedió a calcular la tasa de aumento del número de abonados por año para cada toma de agua. En este punto se consideró que el aumento en el número de abonados sigue una tendencia lineal. Los datos necesarios para estimar este potencial se obtuvieron de entrevistas semiestructuradas a los presidentes de las juntas de agua sobre la cantidad de abonados de cada toma de agua por año de forma consecutiva, y de recopilación y análisis de la información facilitada por el Gerente Regional del SANAA de la División Occidente.

Diseño de la infraestructura de captación (C)

Este criterio ingenieril plasma los problemas que se han observado en el campo respecto a aspectos del diseño de las tomas de agua. Los parámetros evaluados son (i) si la construcción es de un material adecuado, como cemento; (ii) si presenta algún acomodo que permita la oxigenación del agua, pues con ello se favorece la degradación aerobia de materia orgánica presente en las aguas; y (iii) si es que presenta algún filtro que remueva sólidos suspendidos.

Si la toma de agua presenta las tres variables es un diseño muy bueno, si presenta sólo dos es bueno, si presenta sólo uno es regular y si no presenta ninguno es un diseño malo. Estas variables fueron evaluadas mediante las visitas a campo.

Valores del criterio:

1: Malo

2: Regular

3: Bueno

4: Muy bueno

Caudal promedio extraído- capacidad de dilución (D)

Un caudal constante en las diferentes estaciones asegura la regularidad del servicio y una buena capacidad de dilución de los contaminantes que llegan a las aguas antes de y en la fuente. A medida que disminuye el caudal en temporada seca —caudal base—disminuye la capacidad de dilución y la cantidad de agua que recibe la población en los hogares.

La diferencia entre el caudal base y el extraído por la fuente de agua requiere de datos históricos del extraído y de hidrogramas para cada uno de los cuerpos de agua analizados. Para obtener esta información es necesaria una investigación específica y de varios años

para poder tener un período de retorno adecuado a los fenómenos naturales que ocurren en la zona.

Por tanto, se aborda este criterio considerando la percepción que tienen los actores claves en el manejo, manutención y control de las fuentes de agua sobre la diferencia entre el caudal durante la época seca y el caudal extraído de cada fuente analizada y cómo esa diferencia afecta la calidad del agua. Para ello se realizaron entrevistas semiestructuradas a tres informantes claves con el objeto de triangular la información: (i) presidentes de las juntas de agua, (ii) encargados del monitoreo de las fuentes de agua —fontaneros— y (iii) al encargado de la Unidad Medioambiental Municipal (UMA) del municipio de Copán Ruinas. Además, se incluye información técnica facilitada por el órgano que maneja el sistema de abastecimiento de agua potable.

Los valores de este criterio van desde uno a cuatro. La situación ideal, representada con la mayor ponderación (4), es que los tres informantes claves coinciden en que no disminuye ni el caudal base del río o quebrada que abastece a la fuente de agua, ni el caudal extraído por ella. En el caso en que uno o varios han percibido una disminución de alguno de estos caudales, fue solo un caso esporádico.

El siguiente valor (3) es que a lo menos dos de los informantes claves coinciden en que ocasionalmente el caudal base del río o quebrada ha disminuido, pero no ha provocado una reducción en el caudal extraído de la fuente de agua o una disminución de la calidad de agua.

El penúltimo valor (2) representa que dos informantes claves concuerdan en que el caudal base del río o quebrada regularmente disminuye y que ello ocasionalmente repercute en una disminución en el caudal extraído. Además se evaluó si es que han observado una disminución de la calidad de agua, por ejemplo, aumento de sedimentos, mal sabor, mal olor e inclusive si es que ha habido episodios de enfermedades hídricas en esos períodos.

El último valor (1) es que todos los informantes claves coinciden en que disminuye regularmente el caudal base del río o quebrada y el caudal extraído. Además, han evidenciado la disminución de la calidad del agua.

Valores del criterio:

- 1: Disminuye **regularmente** el caudal del río o quebrada y el caudal extraído.
- 2: **Regularmente** disminuye el caudal del río o quebrada y ello **ocasionalmente** repercute en una disminución en el caudal extraído de la toma de agua.
- 3: **Ocasionalmente** el caudal del río o quebrada ha disminuido y que esta disminución **no** ha provocado una reducción en el caudal extraído de la toma de agua.
- 4: **No** disminuye ni el caudal del río o quebrada ni el caudal extraído.

Estado de alteración y grado de protección del área de drenaje de la toma de agua (E)

La calidad y cantidad de agua que se extrae mediante una infraestructura de captación depende no tan solo de la obra, sino que principalmente de las características del área de drenaje de la fuente de agua. Las principales causas de alteración del área de drenaje son la deforestación, el inadecuado manejo de las áreas productivas y la presencia de contaminación puntual. Esto provoca una disminución o pérdida de las funciones o procesos naturales necesarios para que el ecosistema absorba las perturbaciones externas. La presencia de alguno o varios de estos elementos son evidencia de un grado de alteración del área de drenaje.

Con el objeto de mermar la alteración de los ecosistemas o protegerlos de la misma, se han implementado acuerdos formales como leyes, ordenanzas, sistemas de cooperación, entre otros. No obstante, existen casos en que los niveles de eficiencia de estas herramientas no son los necesarios para alcanzar la meta para las que fueron concebidos. Inclusive existen instrumentos que no son aplicados del todo, ya sea por falta de recursos humanos o monetarios, o porque su formulación no reflejaba la realidad socioeconómica y biofísica de la cuenca hidrográfica.

En este criterio se combinan ambos indicadores: estado de la alteración y grado de protección del área de drenaje de la fuente de agua. Ambos se evalúan de forma dicotómica, si se presenta o no el indicador. Se presentan cuatro diferentes valores del criterio, como resultado de la combinación de estos indicadores:

- Ecosistema del área de drenaje alterado y no protegido (1): son áreas de drenaje donde se requieren herramientas que rehabiliten el ecosistema para restablecer el balance hidrológico y mejorar la calidad de agua para consumo humano. Además, en la actualidad no existen acuerdos que permitan la protección de esas áreas. Por tanto, son programas de costos elevados en dinero, tiempo y organización; y cuya certidumbre en los resultados es limitada.
- Ecosistema del área de drenaje alterado y protegido (2): áreas que aunque se encuentran declaradas protegidas, en alguna de las posibles categorías, requieren de programas de restauración y/o rehabilitación, los que son muy costosos y cuya eficiencia en restablecer el balance hidrológico y mejorar la calidad de agua para consumo humano puede ser menor a la esperada.
- Ecosistema del área de drenaje no alterado y no protegido (3): áreas de drenaje que no presentan indicadores de deterioro ambiental. Sin embargo, existe una alta presión por extraer los recursos naturales, dado a que no están protegidas. Entonces, los esfuerzos se centran en conciliar a las partes involucradas y a la formulación de los acuerdos formales para proteger el ecosistema de esas presiones.
- Ecosistema del área de drenaje no alterado y protegido (4): áreas de drenaje que no presentan indicadores de deterioro ambiental. Además, existen acuerdos formales para proteger el ecosistema y controlar la extracción de los recursos naturales que pueda impactar la calidad y cantidad de agua.

Para determinar el valor de cada área de drenaje se realizaron visitas y recorridos por el campo. Se observaron los indicadores ya señalados para evaluar el estado de alteración y mediante información bibliográfica y consulta a informantes claves de los acuerdos formales presentes en la zona de estudio.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los criterios, una breve explicación y los valores que presenta.

Cuadro 5. Resumen de los criterios de identificación de fuentes de agua prioritarias

Criterio		Descripción	Valor
A	Número de abonados de cada toma de agua	Mientras mayor se el número de abonados, mayor es la cantidad de personas que perciben los beneficios de realizar gestiones en la toma de agua	Valor cuantitativo
B	Potencial de incremento en el número de abonados	Mientras mayor ha sido la tendencia en el pasado de aumento en el número de abonados, mayor será la cantidad de personas que en el futuro se encontrarán conectadas al servicio y percibirán los beneficios de gestionar la fuente en el presente.	Valor cuantitativo
C	Diseño de la infraestructura de captación	Un diseño adecuado de la fuente de agua asegura que las medidas de gestión realizadas en el curso de agua y en el área de drenaje no se vean disminuidas por problemas en la obra de captación.	1: Malo 2: Regular 3: Bueno 4: Muy bueno
D	Caudal promedio extraído (m ³ /min) – Capacidad de dilución	Caudal constante en las diferentes estaciones asegura una buena capacidad de dilución de los contaminantes que llegan a las aguas antes de la toma de agua. La disminución se mide en la percepción por informantes claves sobre la diferencia entre el caudal base y el caudal extraído.	1: Disminuyen regularmente ambos caudales. 2: Regularmente disminuye el caudal base y ocasionalmente el extraído. 3: Ocasionalmente el caudal del río disminuye, pero no el extraído. 4: No disminuye ningún caudal.
E	Estado de alteración y grado de protección del área de drenaje de la fuente de agua.	La alteración del área de drenaje de la fuente de agua repercute en la calidad y cantidad de agua que llega a los usuarios. Sin embargo, esto se puede mermar con medidas de protección y asegurar el servicio de agua potable.	1: Alterada y no protegida. 2: Alterada y protegida. 3: No alterada y no protegida 4: No alterada y protegida.

4.1.2 Índice de selección de las fuentes de agua prioritarias (FAP)

Para definir el índice fueron necesarios dos pasos previos. Un cambio de escala de los diferentes criterios para poder comparar los valores de ellos con una misma unidad de medida y la asignación de pesos a cada uno de los criterios.

El primer paso es estandarizar las diferentes unidades de medida de cada uno de los criterios involucrados: los criterios cuantitativos relacionados a los usuarios conectados al sistema de abastecimiento y los restantes criterios que son cualitativos. Esto mediante la utilización de una escala de transformación lineal denominada proporción máxima, el cual utiliza una ecuación que maximiza los beneficios (Malczewski 1999):

$$x'_j = \frac{x_j}{x_j^{\max}}$$

Donde:

x'_j : el valor del criterio con cambio de escala, expresados de cero a uno

x_j : el valor del criterio encontrado en una determinada fuente de agua

x_j^{\max} : el mayor valor del criterio detectado en el área de estudio

Una vez que han sido estandarizadas las diferentes unidades de medida de los diferentes criterios se los pueden comparar. No obstante, se requiere información de la importancia relativa de los criterios para poder combinarlos. Para determinar el nivel de importancia de cada uno de los criterios se utilizó un método lineal de combinación: el procedimiento de estimación de proporciones (Malczewski 2000, 1999).

Este método se cimienta en la información proveniente de actores claves sobre la problemática analizada y la valoración que cada uno de ellos asigna a cada criterio. Los actores claves fueron expertos en manejo de cuencas, recursos naturales y recursos hídricos, a los cuales se les entrevistó personalmente. Esto para evitar influencias entre participantes que pueden ocurrir mediante un taller.

En el cuadro 6 se presenta un ejemplo de la metodología de asignación de pesos a los criterios y la ponderación final que cada criterio ha recibido. El procedimiento es como sigue:

- i. Cada experto comienza por ordenar los criterios en orden de importancia (Columna 1).
- ii. Seguidamente, se le asigna a cada criterios un puntaje del 1 al 100, donde 100 el más importante para el experto (Columna 2).
- iii. Luego, cada uno de los puntajes asignados se divide entre el menor puntaje asignado a un criterio (Columna 3). Esto se realiza para unificar la escala utilizada por los diferentes expertos.
- iv. A continuación, los pesos establecidas en el paso iii se deben normalizar de modo que sirvan como pesos de un promedio ponderado, es decir, que su suma sea igual a uno. Para lograr esto cada peso se divide por la suma total de pesos. Con esto se obtiene un peso normalizado para cada experto (Columna 4).

- v. Finalmente, se toma el peso normalizado para cada criterio y todos los expertos. Con esto se obtiene el peso promedio de todos los expertos (Columna 5).

Cuadro 6. Peso de cada uno de los criterios del índice de selección de FP

Criterio	Ejemplo para un experto				Peso promedio
	Rango	Escala	Peso original	Peso normalizado	
Número de abonados	2	70	2,33	0,269	0,265
Potencial de incremento número de abonados	3	50	1,67	0,192	0,201
Diseño de la infraestructura	5	30	1,00	0,115	0,136
Caudal extraído	1	80	2,67	0,308	0,210
Vulnerabilidad	5	30	1,00	0,115	0,189
TOTAL			8,67	1,000	1,000

Entonces, el índice de selección de fuentes de agua prioritarias es una combinación lineal de los criterios, cuya ponderación se realizó mediante el procedimiento de estimación de proporciones. La fórmula es:

$$FP = \alpha * A + \beta * B + \chi * C + \delta * D + \varepsilon * E$$

Reemplazando, el índice de selección de FP queda de la siguiente manera:

$$FP = 0,265 * A + 0,201 * B + 0,136 * C + 0,210 * D + 0,189 * E$$

El criterio que tiene mayor peso en el índice es el número de abonados. Este ha sido señalado como más importante, dado que los expertos consideran a la población usuaria del sistema de abastecimiento como la que percibe un problema en la gestión actual y serían los beneficiados en el futuro de cualquier medida que mejore la eficiencia del mismo.

En segunda posición se encuentra el criterio de caudal extraído-capacidad de dilución. Los expertos han señalado dos elementos, caudal y calidad de agua, como capital natural para satisfacer las necesidades de la población usuaria del sistema de abastecimiento en la actualidad y en el futuro.

A continuación le sigue el criterio de potencial en el número de abonados. Los expertos señalan que la población en el futuro demandará del servicio, independientemente de la oferta real futura.

Luego, se encuentra el criterio de estado de alteración y grado de protección del área de drenaje de la toma de agua. Este criterio presentó diversas escalas y pesos. Por un lado, algunos expertos lo señalaron como el más importante debido a que ecosistemas no alterados y protegidos pueden permitir que exista una cantidad y calidad deseada para satisfacer la demanda de la población. Por otro lado, otros expertos lo señalan como el menos importante porque se pueden manejar los usos que alteran el ecosistema y se pueden formular arreglos institucionales en el área de drenaje de la toma para proveer de más cantidad y mejorar la calidad del agua.

El criterio menos importante es el de infraestructura. La mayoría de los expertos coinciden en que son propiedades de la fuente de agua manejables, en términos de eficiencia.

Antes de aplicar este índice se definieron los posibles rangos de prioridad (Cuadro 7). El rango se basó en aquellos que se han utilizado en estudios de determinación de vulnerabilidad.

Cuadro 7. Tipos de prioridad de fuentes de agua

Tipo	Rango (%)
Muy Baja	0,0-0,2
Baja	0,2-0,4
Media	0,4-0,6
Alta	0,6-0,8
Muy Alta	0,8-1,0

Presencia de fallas y fracturas (G)

La presencia de este tipo de variable del manto rocoso favorecen la recarga de agua proveniente de la precipitación. A través de las fallas y fracturas infiltra el agua proveniente, ya sea de la precipitación o de la escorrentía.

Idealmente, el área de recarga aparente de la fuente de agua analizada debe presentar alta cantidad de fallas y/o de fracturas. No obstante, existe siempre la incertidumbre que el agua infiltrada a través de esta variable no llegue a la fuente de agua estudiada, debido a que los datos hidrogeológicos no son lo suficientemente finos para la escala de trabajo. A pesar de esta incierta situación, este criterio se respalda con la información recopilada en el criterio de caudal promedio extraído – capacidad de dilución respecto a la cantidad de humedad del área de recarga observada por actores claves en el manejo del recurso hídrico.

La ponderación del criterio va desde uno a cuatro. Se considera que la presencia de fallas es muy favorable (4) cuando se observan fallas y fracturas en el área de recarga aparente de la toma de agua. Es favorable (3) cuando se observan pocas de ellas. Es favorable con incertidumbres (2) cuando no se observaron fallas o fracturas, pero no se sabe con certeza de donde proviene tal cantidad de agua. Finalmente, es no favorable (1) cuando no se observaron fallas ni fracturas en el área de recarga aparente de la fuente de agua estudiada.

Valores del criterio:

1: No favorable 2: Favorable con incertidumbres 3: Favorable 4: Muy favorable

La cantidad de fallas y fracturas en el área de recarga de cada fuente de agua fueron obtenidas durante las visitas al campo. La figura 3 representa los transectos y los puntos de observación que se realizaron para detectar fallas y fracturas y se tomaron fotografías para respaldar la información observada.

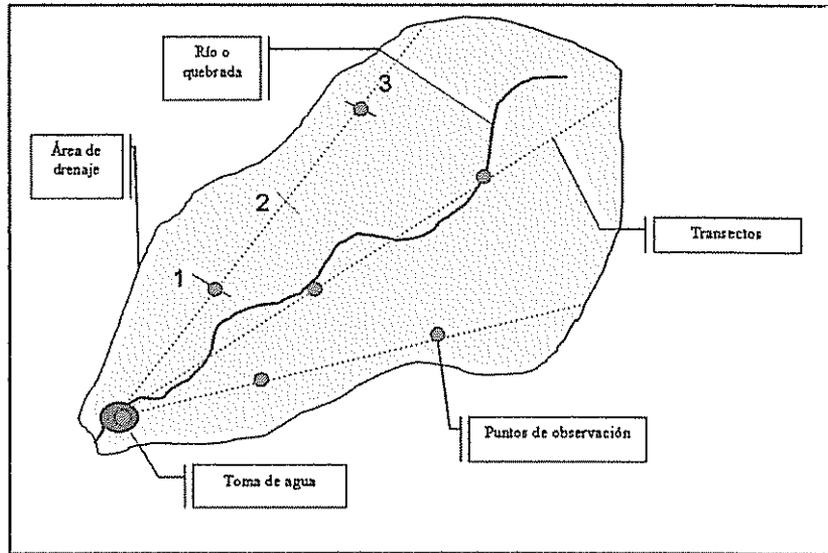


Figura 3. Esquema de la evaluación del indicador de presencia de fallas y fracturas en cada toma de agua.

Se realizaron tres transectos en cada área de recarga aparente de la fuente visitada y en cada transecto se realizaron dos puntos de observación, además de un punto en la fuente de agua. Los transectos fueron definidos mediante el uso de Arc view 3.3, se midieron las distancias lineales de cada uno de ellos desde la fuente de agua hasta el parteaguas del área y se dividió la distancia en cuatro partes iguales. Por ejemplo, en el transecto 1, en los puntos 1 y 3 se realizaron las observaciones y la toma de fotografías.

Se accedieron a los puntos de observación seleccionados mediante el uso de GPS en el campo. En algunos casos, la densa vegetación o lo escarpado del terreno impidieron llegar al punto exacto seleccionado, sin embargo, se realizaron las siete observaciones lo más cercano posible a los puntos definidos en la fase de gabinete.

Textura (H)

El suelo y relieve es otro gran criterio que permite identificar, seleccionar y manejar las áreas de recarga hídrica. La información de textura proviene de la series de suelo que se presentan en las microcuencas estudiadas.

La textura menos favorable es la arcillosa, pues la arcilla carece de propiedades coloidales formadoras de estructura y son suelos que se compactan con facilidad, impidiendo la circulación del agua. Luego le siguen las texturas limosas debido a que presentan una baja permeabilidad. A continuación están las texturas arenosas, pues presentan partículas dominantes de gran tamaño que dejan grandes poros entre ellas por donde penetra fácilmente el agua, otorgándole una alta permeabilidad.

No obstante, los suelos con textura arenosa son muy vulnerables a la erosión porque, si están en zonas con pendiente, sufren una erosión laminar que elimina los escasos coloides presentes y acrecienta aún más el problema. Por tanto, la textura más favorable son las francas pues presentan un mayor balance entre sus componentes, gozan de los efectos favorables de las anteriores, sin sufrir sus defectos, y *a medida que nos desviamos de ella, se van mostrando los inconvenientes derivados de la dirección seguida en esa desviación* (Morgan 1997, Brady y Weil 1996).

Los valores del criterio van desde uno a cuatro. Se considera que el suelo es muy favorable (4) cuando la textura es franca a franca arenosa. Es favorable (3) cuando la textura es franca arcillosa. Es favorable con incertidumbres (2) cuando existe incertidumbre en los datos o inconsistencia entre la información de literatura y la observación en el campo. Finalmente, es no favorable (1) cuando la textura del suelo es arcillosa.

Valores del criterio:

1: No favorable 2: Favorable con incertidumbres 3: Favorable 4: Muy favorable

La información necesaria para evaluar este criterio provino de revisión bibliográfica y cartográfica con el fin de determinar los valores que son asignados en la literatura. Para contrastar la información, principalmente por diferencias en resolución, se realizaron mediciones en el campo, en donde se siguió el método de medición para evaluar la textura del suelo propuesto por PASOLAC (1999).

Pendiente en el área de recarga aparente (I)

La pendiente del terreno determina el volumen de agua que escurre, la velocidad de la escorrentía y la cantidad de material transportado por ella. Una vez que comienza el escurrimiento superficial, la velocidad de escorrentía es mayor mientras mayor es la pendiente. El tamaño y la cantidad del material transportado aumentan proporcionalmente con la velocidad de la escorrentía. La disminución de la capacidad de transporte del agua ocurre cuando la pendiente se suaviza, provocándose la depositación de los sedimentos. Por tanto, la depositación ocurre cuando la cantidad de partículas de suelo disponibles en la escorrentía excede la capacidad de transporte del agua (Haan et ál. 1984). Cabe mencionar que existen otros factores abióticos y bióticos que determinan la velocidad de la escorrentía y la cantidad de material transportado por ella, como factores climáticos, edafológicos, vegetacionales y culturales (Renard et ál. 1997).

Por todo lo anterior, la pendiente es un criterio que debe ser incluido pues permite: (i) identificar áreas donde la escorrentía superficial es el más importante proceso hidrológico; e (ii) identificar áreas donde la escorrentía potencialmente provoca el transporte de sedimentos y otras partículas, como compuestos provenientes de la actividad agropecuaria, que se encuentran en el terreno, disminuyendo la calidad del agua.

Los valores de este criterio van desde uno hasta cuatro. La situación ideal (4) para la aplicación de un esquema de PASH para consumo humano es que la pendiente que rodea la fuente de agua sea muy alta (> 45%). Esto por que las altas pendientes son áreas amenazadas, pero que gracias a la presencia de cobertura vegetal aún proveen del SEH, de modo que deben ser conservadas para mantener la oferta del SEH. A continuación (3) se encuentran las pendientes consideradas altas, entre 30 y 45%. Luego se encuentran las pendientes medias (2), entre 15 y 30%. Finalmente las pendientes bajas (1), entre 0 a 15%.

Valores del criterio:

1: Baja (0-15%) 2: Media (15-30%) 3: Alta (30-45%) 4: Muy Alta (>45%)

Los datos de pendiente para cada área de drenaje de las fuentes de agua se obtuvieron a partir de un Modelo Digital de Elevación (DEM) de cada área. El DEM fue obtenido mediante las curvas de nivel cada 100 m (IGM, Escala 1: 50,000), procesado por Arc View 3.3 con las extensiones 3D y Spatial Analyst. Con el mismo programa y a partir del DEM se calculó la pendiente en porcentaje con una resolución de 15 m.

Microrelieve en el área de recarga aparente (J)

La presencia de concavidades presentes en la ladera es otro criterio que favorece la infiltración. La concavidad de la ladera disminuye el volumen del agua que está siendo transportada desde un punto aguas arriba de la cuenca de drenaje, en este proceso disminuye la velocidad de escorrentía hasta que la carga de sedimentos es mayor a la velocidad y se provoca la depositación de los sedimentos y otro tipo de compuestos (Maneta y Schnabel 2003). Consecuentemente, se forman charcos de agua que permanecen un mayor tiempo en el terreno, favoreciendo la infiltración. No obstante, el microrelieve promueve, especialmente en la parte alta de las cuencas, la concentración de la escorrentía si es que se presentan entalladuras, surcos o canales en el sentido de la pendiente (Desmet y Govers 1996).

En la actualidad, el microrelieve se evalúa a partir de la generación de Modelos Digitales de Elevación (DEM) derivados de las curvas a nivel. Posteriormente se deben corregir los errores encontrados, que dependen del algoritmo utilizado para su obtención, generándose un “DEM hidrológicamente correcto”. En éstos la precisión es de vital importancia para evitar errores que posteriormente se incrementan al calcular las zonas de acumulación de agua (Wise 2000, Sanghyun y Lee 2004). El cálculo de estas áreas se realiza mediante diferentes modelos como el índice topográfico, el cual esta siendo ampliamente utilizado al nivel mundial por su simpleza (Lyon et ál. 2004).

A pesar de que no se requieren muchos insumos para la obtención de las áreas de acumulación de agua producto de la presencia de microvalles en el terreno, éstos deben ser de gran precisión. Wise (2000) sugiere que la mejor forma de generar un DEM es a partir de métodos basados en sensores remotos como la fotogrametría, las imágenes SPOT, la

interferometría de los datos del satélite SAR, entre otros. Sin embargo, se siguen utilizando DEM derivados de curvas de nivel, principalmente, porque para muchos proyectos son la única fuente de datos de elevación disponibles.

Dado que el costo por precisión en cartografía sigue una curva exponencial, no es factible utilizar métodos sistematizados para la obtención de las áreas de acumulación de agua. Por tanto, se realizó la evaluación de este criterio mediante una escala de rugosidad aparente. Esta escala fue diseñada considerando los lineamientos de los expertos que se reunieron en un taller bajo el marco de esta investigación. A continuación se describe cada uno de las ponderaciones de esta escala (Fig. 4):

- ◆ Alta rugosidad (4): se caracteriza por presentar alta cantidad de longitudes de pendientes cortas, las que cambian de dirección muchas veces en el terreno, permitiendo la generación de concavidades. Además estos microvalles son amplios y profundos, lo que favorece la infiltración y formación de suelos.
- ◆ Media rugosidad (3): se caracteriza por dos situaciones posibles: (i) la cantidad de microvalles disminuye o (ii) disminuye la superficie y profundidad de la concavidad.
- ◆ Baja rugosidad (2): se caracteriza por que la longitud de la pendiente es más larga, ha disminuido la cantidad de cambios en la dirección y ha disminuido la cantidad de microvalles, su extensión y profundidad.
- ◆ Nula rugosidad (1): es que el área de recarga aparente de la toma de agua no presenta ningún sector con microvalles o concavidades.

Valores del criterio:

1: Nula rugosidad 2: Baja rugosidad 3: Media rugosidad 4: Alta rugosidad

El microrelieve del área de recarga aparente de cada fuente de agua fue evaluado mediante las visitas al campo, en donde se siguieron los mismos recorridos y la metodología presentada para la identificación de fallas y fracturas (Fig. 3). Cada área de drenaje se evaluó utilizando la escala de rugosidad aparente.

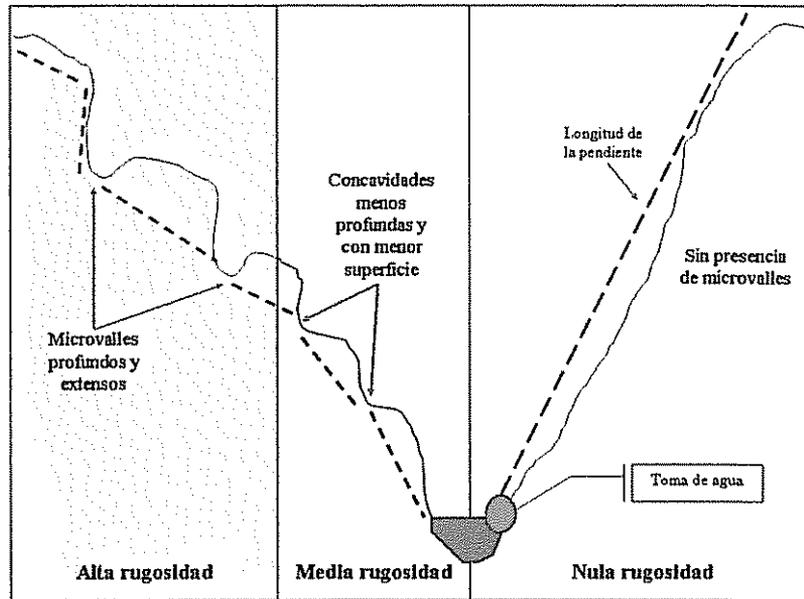


Figura 4. Esquema de las variables observadas en terreno para evaluar el criterio de microrelieve y tres de las cuatro ponderaciones posibles en la escala de rugosidad aparente: alta, media y nula rugosidad.

Los siguientes criterios se refieren al uso que el hombre está realizando sobre los recursos naturales en la actualidad y reflejan, de alguna forma, los impactos que la actividad humana histórica ha provocado, especialmente, sobre el sistema suelo y la vegetación.

La mayoría de los criterios fueron evaluados a través de metodología descriptiva, basadas en la observación directa de las visitas al campo. Se realizaron recorridos de campo que coinciden con los mismos transectos definidos para observar la presencia de fallas y fracturas en el terreno y el microrelieve en el área de drenaje de cada toma de agua (Fig. 3). Sin embargo, los puntos de observación se definieron en el campo. Se consideró como punto de observación a cada diferente uso del suelo dentro del área de recarga aparente de la toma de agua. En cada uno de ellos se describió el uso del suelo, el porcentaje de cobertura vegetal presente en él, el estado de la superficie del suelo y las prácticas de manejo observables a la fecha de la visita. La descripción se basó en los valores definidos para cada criterio.

El criterio de fuentes de contaminación puntual se evaluó siguiendo el transecto medio, que coincide con el curso de agua. En caso de que este transecto no siguiera el cauce del río o quebrada, se realizó un recorrido por el cauce para observar y georeferenciar las fuentes de contaminación puntual detectadas.

Uso del suelo (vegetación) (K)

El uso del suelo es de suma importancia en el marco de un esquema de PSEH. Es parte de la *función dosis-respuesta* mencionada en el capítulo de marco teórico. Adicionalmente, el uso del suelo determina las áreas de recarga hídricas debido a que existen usos del suelo que favorecen este proceso. Por ejemplo, actividades agropecuarias poco intensivas o extensivas con prácticas de conservación de suelos y aguas. Por el contrario, los usos del suelo intensivos, como sobrepastoreo, horticultura en pendientes altas, tala no selectiva del bosque, no favorecen la recarga hídrica y muchas de estas actividades productivas tienen efectos negativos sobre la calidad de agua, especialmente la de consumo humano.

La vegetación presente también indica zonas donde el suelo es rico en agua, es decir, existen especies que actúan como indicadoras de zonas de recarga hídrica. Por ejemplo, vegetación latifoliada, de hoja ancha, gruesa y de color verde oscuro es indicadora de zonas donde existe alta humedad en el suelo. Por tanto, la recolección de esta información permite respaldar la información cartográfica que señala que las microcuencas bajo estudio son zonas con características que favorecen el proceso de recarga hídrica.

El uso del suelo fue evaluado en dos etapas. La primera fue el recorrido por las áreas de drenaje de las fuentes de agua. En ellas se georeferenciaron los diferentes usos de suelo presentes. La segunda fue mediante la utilización de imagen satelital ASTER, enero 2005, resolución 15 m. Se trabajó en Erdas 7.4, siguiendo el procedimiento de clasificación no supervisada, en la que se definieron 10 diferentes categorías: bosque latifoliado denso, bosque latifoliado intervenido, bosque pinar ralo, bosque mixto, matorral heterogéneo, pastizales, áreas agrícolas, cultivos de café, suelo desnudo y suelo urbano. Los resultados obtenidos a este nivel fueron confrontados con la información proveniente de los recorridos por el terreno en el programa Arc View 3.3.

Luego se reclasificó el uso del suelo considerando los cuatro valores de este criterio:

- ◆ Usos agropecuarios intensivos que han degradado severamente el suelo (1): son actividades productivas que además de no presentar medidas de conservación de suelos y agua, son intensivos. Por ejemplo, sobrepastoreo que se evidencia por suelos compactados o encostrados, cultivos de todo tipo en dirección de la pendiente y sin cobertura permanente en el suelo, uso inadecuado de agroquímicos o uso inadecuado o adecuado de agroquímicos de alta toxicidad y permanencia y que su uso es prohibitivo en Honduras.
- ◆ Combinación de usos agropecuarios no intensivos (2): son usos de toda clase de actividades, no presentan prácticas de conservación, pero no son degradadores de los subsistemas suelo y vegetación.
- ◆ Usos agropecuarios con prácticas de conservación (3): son usos del suelo que incorporan prácticas de conservación de suelos y agua en la producción. Se utilizan los lineamientos señalados en el taller sobre construcción de un índice de usos del suelo relacionados con la provisión hídrica: insumo para una propuesta integral de PSE hídrico (Alpízar y Madrigal 2005b).
- ◆ Presencia de vegetación natural (4): este nivel incluye la presencia de vegetación natural, principalmente en forma de bosques o parches continuos con fines no productivos. El bosque que se desea principalmente conservar es el ripario. Pues por reciente evidencia se ha detectado que la presencia de éstos en un ancho mayor a 250 m favorece a una buena calidad de agua para consumo humano en la microcuenca de Sesesmiles (Arcos 2005).

Valores del criterio:

- 1: Usos agropecuarios intensivos, que han degradado severamente el suelo.
- 2: Combinación de usos agropecuarios no intensivos.
- 3: Uso agropecuario con prácticas de conservación.
- 4: Presencia de vegetación natural

Porcentaje de cobertura vegetal permanente (L)

Este criterio se evaluó mediante visitas al campo. En los diferentes usos de suelo que se observaron se evaluó el porcentaje del suelo que se encuentra permanentemente cubierto por vegetación. Mientras mayor es la cobertura permanente del suelo, mayor es la infiltración, menor es el impacto que provocan las gotas de lluvia por efecto de la energía cinética, menor es la erosión hídrica que se puede producir y se reduce el transporte de sedimentos y agroquímicos hacia los cuerpos de agua que abastecen de agua a la población (Renard et ál. 1996).

Se consideraron tres estratos de vegetación: arbóreo, arbustivo y herbáceo. Se considera estrato herbáceo aquellos pastos con una altura máxima de 1 m. A partir de este límite y hasta los 3 m se considera estrato arbustivo. Finalmente, se considera estrato arbóreo aquellas especies que presenten más de 3 m de altura (Fig. 5a). Para la evaluación de cada estrato se utilizó una parcela de 3x3 m, con 36 cuadrículas de 0,5 m de lado (Fig. 5b).

El estrato arbóreo se evaluó mediante la cantidad de superficie de suelo que es cubierto por las copas de los árboles. Pues, éstas son el primer disipador de la energía cinética de las gotas de lluvia, lo que reduce su impacto sobre el suelo y la erosión hídrica (Renard et ál. 1996). La descripción se realizó en toda la parcela y presentaba dos posibles situaciones: (i) que las copas de los árboles cubren menos del 50% de la superficie de la parcela; y (ii) que las copas de los árboles cubren más del 50% de la superficie de la parcela.

El estrato arbustivo se evaluó mediante el área de suelo que es cubierto por los arbustos y si cubre más o menos del 50% del suelo. Sin embargo, en este estrato la descripción se realizó en cuatro cuadrículas de 1,5 x 1,5 m, es decir, al dividir en cuatro a la parcela.

El último estrato se evaluó mediante el porcentaje de suelo que es cubierto por pastos en las 16 cuadrículas centrales de la parcela (Fig. 5b). Además, se describió el estado de degradación de los pastos.

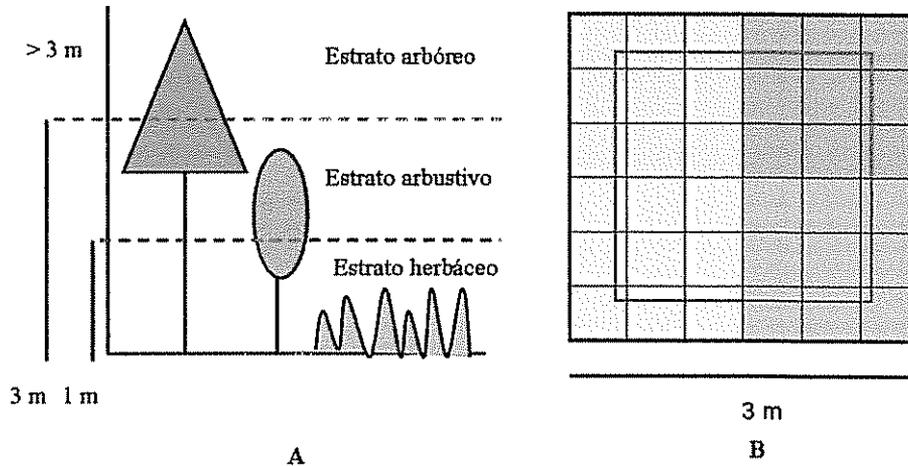


Figura 5. Metodología para evaluar el criterio de cobertura permanente del suelo. A: Esquema de los estratos evaluados. B: Dimensión de la parcela para evaluar el estrato arbóreo, las cuatro parcelas de colores son las que evalúan el estrato arbustivo y las 16 cuadrículas (0,5 x 0,5 m) centrales encerradas por un cuadro rojo son las que evalúan el estrato herbáceo.

Los valores del criterio van desde uno a cuatro. A continuación se describen cada una de ellas:

- ◆ Sin ninguna cobertura (1): es cuando el suelo se encuentra completamente desnudo o presenta menos del 50% de la superficie cubierta por pastos o se encuentra cubierto por más del 50% de la superficie por pasturas degradadas. Se caracterizan por ser pastos comidos hasta la raíz por el ganado, cuya capacidad de carga se ha excedido y no permiten que los pastos vuelvan a crecer. Por tanto, son pastos de baja altura.
- ◆ Con pastos no degradados como cobertura permanente (2): son suelos cubiertos permanentemente solo por pastos no degradados o no y los arbustos no cubren más del 50% de la superficie.
- ◆ Con pastos no degradados y arbustos como cobertura permanente (3): son suelos cubiertos por pastos no degradados y con una superficie mayor al 50% cubierta por especies arbustivas, se encuentran árboles, pero cubren un 50% de la superficie del suelo.
- ◆ Con los tres estratos como cobertura permanente (4): son suelos cubiertos por más de un 50% por pastos no degradados, más el 50% de la superficie cubierta por especies arbustivas y más del 50% de la superficie es cubierta por especies arbóreas.

Valores del criterio:

- 1: Sin ninguna cobertura.
- 2: Con pastos no degradados de cobertura permanente.
- 3: Con pastos no degradados y arbustos de cobertura permanente.
- 4: Con los tres estratos de cobertura permanente.

Estado de la superficie del suelo (M)

La alteración de las propiedades intrínsecas del terreno pueden afectar la provisión del SEH. Por ejemplo, áreas sometidas a sobrepastoreo, actividad que compacta el suelo, provoca que toda el agua que proviene de la precipitación no pueda infiltrar y escurra. Entonces, esa área se ha convertido en una zona que no favorece la provisión del SEH.

La situación ideal (4) es que la superficie del suelo sea rica en materia orgánica, hojas y organismos —mulch, pues refleja una buena cobertura vegetal y una vegetación abundante, ello permite que el suelo acumule agua y la vaya entregando poco a poco, mediante la escorrentía subsuperficial. Este fenómeno es conocido como efecto esponja.

El siguiente valor del criterio (3) es que la superficie de suelo se encuentre superficialmente obstruida. Luego (2) es que el suelo este compactado. Finalmente (1) es que el suelo está muy compactado, lo que impide totalmente la infiltración y promueve el transporte de sedimentos y contaminantes a los cursos de agua que abastecen de agua potable.

Valores del criterio:

- | | |
|--------------------|---|
| 1: Muy compactado. | 3: Infiltración superficialmente obstruida. |
| 2: Compactado. | 4: Presencia de mulch. |

La evaluación de este criterio se realizó de forma descriptiva en las visitas a cada una de las áreas de recarga aparente de las tomas de agua. Se describió cuan obstruida se encuentra la superficie del suelo en las 16 cuadrículas en que se evaluó el criterio de cobertura herbácea permanente del suelo.

Prácticas de manejo (N)

La utilización de prácticas de manejo también es un criterio que favorece la provisión del SEH y la sostenibilidad del sistema productivo. Para evaluar si un uso de suelo presenta o no prácticas conservacionistas que contribuyen a la provisión del SEH se utilizaron los lineamientos del protocolo desarrollado por el grupo temático Manejo Integrado de Cuencas de CATIE (2006).

La situación ideal (4) es que el terreno esté en barbecho continuo para que recupere sus propiedades o es un terreno que no requiere de prácticas de conservación, pues en él no se realizan actividades de extracción de los recursos naturales. A continuación (3), la actividad agrícola presenta prácticas de conservación de suelos y agua. En este sentido, es necesario destacar que esta categoría no sólo refleja la cantidad de prácticas que se observan en el terreno sino también la calidad de las mismas.

Luego (2), la agricultura es poco intensiva y presenta cobertura vegetal sobre el suelo en todo momento. La ganadería es también poco intensiva con pasturas mejoradas y manejadas. Finalmente (1), los cultivos son intensivos y la ganadería extensiva sin tecnificación.

Valores del criterio:

- 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 prácticas de conservación.
- 4: Terrenos en barbecho permanente o áreas que no requieren de prácticas de manejo debido al uso del suelo y cobertura que presentan.

Al igual que los criterios anteriores, este se describió en forma visual mediante las visitas al a campo. Los puntos de observación fueron definidos por los diferentes usos del suelo presentes en el área de recarga aparente de la toma de agua y es en el recorrido por estos usos que se evaluó este criterio.

Presencia de fuentes de contaminación puntual (O)

La gran capacidad de purificación que tiene el agua ha conducido a que la humanidad arroje residuos de su actividad a sus cauces. La agricultura es la principal actividad que ha conducido a nivel mundial a una disminución de la calidad del agua (Urrutia et ál. 2003). Por tanto, la más importante forma de contaminación es la proveniente de fuentes difusas, sin embargo, es de muy difícil detección, evaluación y manejo.

Las fuentes puntuales son fácilmente identificables, generalmente son cañerías que descargan los vertidos directamente al cauce; el monitoreo de la calidad del agua se realiza comúnmente aguas arriba y abajo de la cañería; y las medidas se aplican de acuerdo a la legislación vigente de cada país (Parra et ál. 2004). Entonces, determinar dónde se encuentra una fuente de contaminación puntual es de suma relevancia para disminuir su impacto sobre la calidad del agua. Estas tres son las razones que conducen a invertir la dirección de los valores utilizados en los otros criterios.

Dentro de este criterio los vertidos evaluados por su carga contaminante son los residuos líquidos y sólidos del beneficiado del café, áreas de abrevaderos y residuos líquidos domésticos.

En el beneficiado húmedo del café se producen tres tipos diferentes de contaminantes: las aguas del despulpado, las aguas del lavado y la pulpa —cuando la misma es vertida a los ríos. Investigaciones en Costa Rica establecen que la pulpa de café puede perder hasta 26% de su peso seco mientras es transportada fuera del beneficio. Esa pérdida de peso seco es una importante fuente de contaminación. Se ha determinado que las aguas de despulpado en el beneficiado húmedo convencional aportan una carga contaminante de 160 g de DQO/kg de café verde (Vásquez 1997).

Otra de las fuentes de contaminación es el lavado de las aguas mieles que rodean la semilla del café. Las aguas de lavado aportan 170 g de DQO. El beneficiado húmedo de un kg de café verde provoca, mediante la generación de las aguas de lavado y de despulpado, una contaminación equivalente a la generada por 5,6 personas adultas por día. La tercera forma

de contaminación puede ser causada por el vertido de la pulpa o de fracciones de ella a las fuentes de agua, que de producirse sería la más importante (Vásquez 1997).

Además de estas tres posibles fuentes de contaminación, el beneficiado tradicional del café usa miles de litros de agua provenientes de los mismos ríos que contamina, por lo que se tiene un gran consumo de agua limpia para beneficiar cada quintal del grano.

Los principales compuestos contaminantes provenientes de la ganadería son el resultado de las excretas depositadas en los potreros, éstas a través de la escorrentía llegan a las aguas superficiales con una carga orgánica —coliformes fecales, totales— y de nutrientes —nitrógeno y fósforo— que disminuye la calidad del agua para consumo humano. Otra fuente de contaminación proviene de las actividades que se realizan en confinamiento y emplean el agua para el aseo de sus instalaciones. Tal es el caso de la producción del ganado de leche que se confina temporalmente para el ordeño.

El otro tipo de fuente de contaminación puntual considerado en este criterio es la proveniente de actividades domésticas. Se caracteriza principalmente por su carga orgánica y rica en nutrientes que puede llegar a producir eutrofización cultural.

Valores del criterio:

- 1: No se presentan fuentes de contaminación puntual
- 2: Residuos de la ganadería
- 3: Residuos domésticos
- 4: Residuos del café

La evaluación de este criterio es mediante las visitas al campo. La metodología utilizada es el recorrido por el transecto central, es decir, recorrer el borde del cauce (Fig. 3), identificando la presencia de fuentes puntuales.

A continuación se presenta un cuadro resumen de los criterios para la identificación de las áreas prioritarias para la provisión del SEH.

Cuadro 8. Resumen de los criterios de identificación de las áreas prioritarias para la provisión del SEH.

Criterio		Descripción	Ponderación
F	Tipo de roca	Dependiendo del tipo de roca que de origen al manto rocoso se puede o no favorecer la recarga hídrica. El tipo de roca más favorable para la infiltración son las rocas sedimentarias. Las menos favorables son las rocas metamórficas.	1: No favorable 2: Favorable con incertidumbre. 3: Favorable 4: Muy favorable
G	Presencia de fallas, fracturas en el área de recarga aparente de la fuente de agua	La presencia de este tipo de indicadores favorecen la recarga hídrica. Se evalúa la cantidad de ellas mediante observación visual en las visitas al campo.	1: No favorable 2: Favorable con incertidumbre. 3: Favorable 4: Muy favorable
H	Textura en el área de recarga aparente de la fuente de agua	La textura es de importancia pues está relacionado con la permeabilidad del suelo. La textura menos favorable es la limosa. Luego le siguen las texturas arcillosas. A continuación están las texturas arenosas y la más favorable son las francas.	1: No favorable 2: Favorable con incertidumbre. 3: Favorable 4: Muy favorable
I	Pendiente en el área de recarga aparente de la fuente de agua	Las pendientes más altas son las más amenazadas y actualmente están cubiertas de vegetación.. La pendiente se clasificará con SIG Arcview a partir de un Modelo de Elevación Digital.	1: Baja 2: Media. 3: Alta. 4: Muy alta.
J	Microrelieve en el área de recarga aparente (<i>concavidades o microvalles</i>)	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.
K	Uso del suelo (Vegetación) en el área de recarga aparente de la fuente de agua	Existen usos de suelo que favorecen la recarga hídrica, que actúan como barrera al transporte de sedimentos y contaminantes. El uso agropecuario y el suelo desnudo son los más contaminantes de aguas superficiales y subterráneas. Se evalúa mediante recorrido por el campo y la clasificación de una imagen satelital.	1: Usos intensivos. 2: Combinación de usos no intensivos. 3: Uso con prácticas de conservación. 4: Vegetación natural.
L	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 que hacia a los cuerpos de agua. Se evalúan tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo con el uso de 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.
M	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 el terreno han sido modificadas por las actividades humanas. Se evalúa descriptivamente las cuadrículas de la parcela en cuanto al estado del suelo.	1: Muy compactado 2: Compactado 3: Infiltración superficialmente obstruida. 4: Presencia de mulch.
N	Prácticas de manejo agropecuario en el área de recarga aparente de la fuente de agua	La utilización de prácticas de manejo también es un criterio que favorece la provisión del SEH y la sostenibilidad del sistema productivo. 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 de 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.
O	Presencia de fuentes de contaminación puntual vertidos directamente al cauce del río que abastece a una toma de agua	La contaminación tiene un alto impacto sobre la calidad de agua, pero son fáciles de detectar y corregir. Los vertidos evaluados por su carga contaminante son los residuos de la caficultura. Luego, los residuos de la ganadería y finalmente, los residuos domésticos.	1: No se presentan fuentes de contaminación puntual 2: Residuos de la ganadería. 3: Residuos domésticos. 4: Residuos del café.

4.1.4 Índice de selección de las áreas prioritarias de oferta del SEH

Al igual que el índice de selección de fuentes de agua prioritarias, se realizó un cambio de escala y una asignación de pesos a cada uno de los criterios para formular este índice. En ambos casos se siguió la misma metodología: estandarización con proporciones máximas y ponderación lineal con el procedimiento de estimación de proporciones (Malczewski 2000, 1999). Entonces, el índice presenta la siguiente fórmula:

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

El criterio que más peso presenta en el índice es el porcentaje de cobertura vegetal en el área de drenaje. El menor es la presencia de fuentes de contaminación puntual.

La confección del índice conduce a que en promedio los pesos son de 0,1. Esta situación se explica porque para un mismo criterio, los entrevistados no tenían similares opiniones, lo que condujo a que el peso promedio fuese casi igual a no ponderar los criterios. Nuevamente, la razón de la divergencia se centra en que unos consideran que las características físicas, como textura o pendiente, son determinantes en la generación del SEH para consumo humano, debido a que no se pueden manejar; mientras que los otros consideran que los determinantes son aquellos criterios que sí se pueden manejar.

Al sobreponer cada uno de los mapas que representan cada criterio se obtiene un mapa de áreas prioritarias a diferentes escalas espaciales. Los valores que definen un área de muy alta prioridad se encuentran en el cuadro 9.

Cuadro 9. Tipos de prioridad de fuentes de agua

Tipo	Rango (%)
Baja	0,0-0,25
Media	0,25-0,50
Alta	0,50-0,75
Muy Alta	0,75-1,0

4.2 Validación de la propuesta metodológica: identificación de las áreas prioritarias que proveen del SEH para consumo humano en el municipio de Copán Ruinas

4.2.1 Selección de las fuentes de agua prioritarias

Se caracterizaron y georeferenciaron las cuatro fuentes de agua que abastecen al casco urbano de Copán Ruinas: El Cacaguatal, Don Cristóbal, El Malcote y El Escondido (Fig. 6). Las tres primeras pertenecen al municipio de Copán Ruinas, mientras que la última se encuentra en el municipio de Santa Rita.

Se visitaron tres fuentes de agua adicionales, dos de la Junta Central de Siete Comunidades, las cuales abastecen a las comunidades de Ostuman, Llanetillos, Corralito, Carrisalito, Nueva Esperanza, Rincón del Buey y Hacienda Grande y una fuente que abastece a Sesesmiles I. Todas estas comunidades pertenecen al municipio de Copán Ruinas. En el anexo 2 se encuentra una ficha de caracterización para cada una de las fuentes de agua.

Estas tres fuentes fueron incluidas en la investigación debido a que se encuentran aguas arriba de la fuente de agua El Escondido. Por tanto, cualquier medida que se realice en el área de drenaje de esta fuente afectará a las demás, ya sea de forma positiva o negativa. No obstante, existen tres fuentes adicionales que no se incluyen en el análisis, las que abastecen a las comunidades de Planes de la Brea, Tegucigalpita y El Barrancón, pertenecientes al municipio de Santa Rita.

Entonces, la razón principal de su inclusión radica en que esas comunidades poseen un alto capital social, el que ha sido evidenciado desde el momento en que emprendieron la formulación de la propuesta, ejecución y administración de su proyecto de abastecimiento de agua (Chica 2005). De esta forma, este terreno institucional puede favorecer la implementación de medidas de gestión del recurso hídrico como el esquema de PSEH y ser respaldado por ellas. Además cuentan con un fuerte compromiso con el ecosistema, dado que están interesados en comprar terrenos aledaños a sus fuentes de agua, con el propósito de conservar la vegetación natural allí existente.

Localización de las fuentes de agua que abastecen al área urbana de Copán Ruinas, Honduras

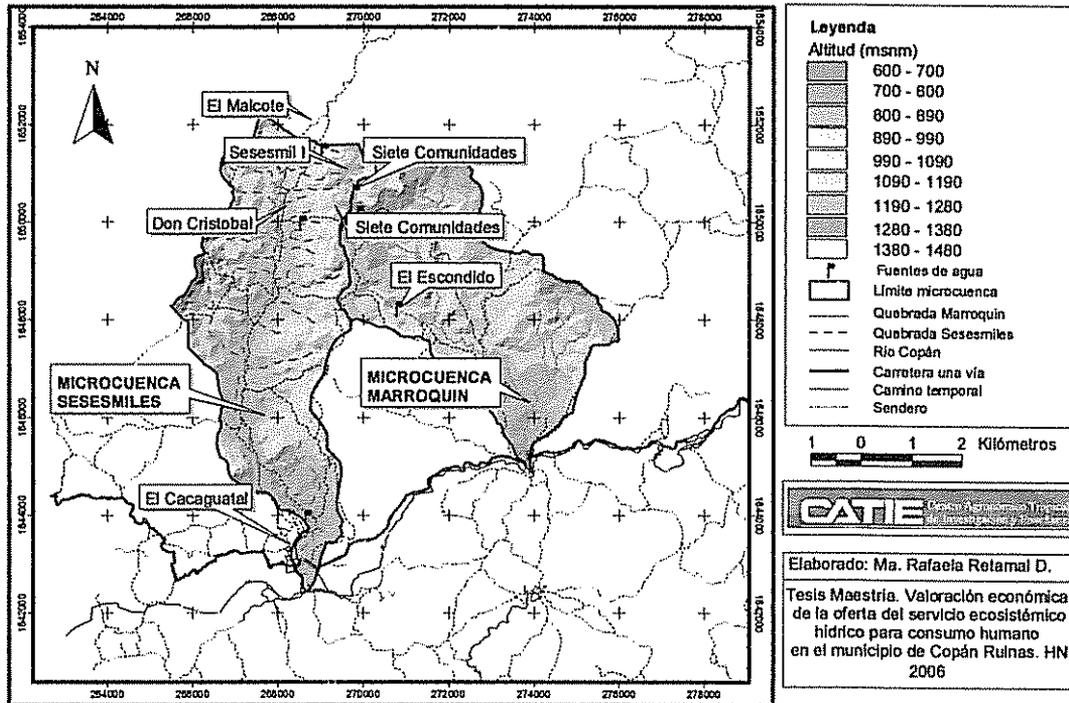


Figura 6. Localización de las fuentes de agua que abastecen de agua al área urbana de Copán Ruinas, Honduras

Cuando se aplicó el índice se encontraron tres diferentes tipos de prioridad, muy alta, alta y media (Cuadro 10). Las fuentes de agua de muy alta prioridad son las de El Malcote, El Escondido y Don Cristóbal. Las fuentes de agua de alta prioridad son las de Cacaguatal y las dos fuentes que abastecen a Siete Comunidades. La fuente de agua que abastece a Sesesmil I presenta una prioridad media.

Cabe destacar que tres de las cuatro fuentes de agua que abastecen a Copán Ruinas reúnen sus aguas en un solo tanque de distribución, por tanto, no se puede distinguir a qué usuarios llega el agua de cada una de las quebradas donde se encuentran las obras de captación. Por estas razones, se consideraron valores iguales de número de abonados y potencial de números de abonados para estas fuentes de agua.

Los mayores valores de prioridad se encuentran en las fuentes que abastecen de agua al casco urbano de Copán Ruinas. Situación que se debe al criterio de número de abonados y potencial de incremento en el número de abonados. Las fuentes que abastecen el área

urbana presentan alrededor de un 50% más de abonados que las fuentes que abastecen a las comunidades rurales. Luego, divergen entre alta y muy alta prioridad a causa del criterio de estado de alteración y grado de protección del área de drenaje de la fuente de agua.

Cuadro 10. Tipo de prioridad de cada fuente de agua estudiada al aplica el índice de selección de fuentes prioritarias

Fuente de agua	Valor criterio estandarizado					TOTAL	Prioridad
	Abonados	Potencial	Infra-estructura	Caudal	Alteración Protección		
Cacaguatal	1,00	1,00	0,50	0,75	0,25	0,74	Alta
Don Cristóbal	1,00	1,00	0,25	1,00	0,50	0,80	Muy Alta
El Malcote	1,00	1,00	0,75	0,75	1,00	0,91	Muy Alta
El Escondido	1,00	1,00	1,00	0,75	1,00	0,95	Muy Alta
Siete comunidades abajo	0,53	0,50	0,75	0,75	1,00	0,69	Alta
Siete Comunidades arriba	0,53	0,52	0,75	0,75	1,00	0,69	Alta
Sesasmil I	0,23	0,11	0,75	1,00	1,00	0,58	Media

Esto se explica porque las fuentes de agua con prioridad muy alta se encuentran dentro del área de demarcación de la microcuenca del Carrizalón, mientras que Cacaguatal sólo presenta una pequeña porción de su superficie en esa área. Además, el nivel de degradación de esta última se estima severo. En la parte media de la microcuenca de Sesemiles la quebrada se encuentra rodeada de cultivos, transitan por sus aguas animales, los bosques sufren de incendios cada época seca. Se observa una gran cantidad de productores cortando árboles de los parches de vegetación natural existentes y acarreado madera. Inclusive en zonas aledañas al curso de la quebrada se observan áreas con deslizamientos.

En un estudio similar, Baltodano (2005) selecciona 14 fuentes de agua de 130, utilizando el análisis de valor modal respecto al grado de protección —presencia de vegetación natural— en las subcuencas de los ríos Cállico y Jucuapa, Nicaragua. En este caso fueron seleccionadas las fuentes más vulnerables, es decir, aquellas con menor protección y presencia de ganado; a diferencia de las seleccionadas en este estudio, ya que se seleccionan fuentes a través de la combinación de cinco criterios. No obstante, Baltodano

(2005) también selecciona las fuentes que presentan mayor cantidad de usuarios conectados al servicio de abastecimiento de agua.

El diseño de este índice permitió determinar las fuentes de agua donde se deben enfocar los esfuerzos, a pesar de que su validación se realizó con pocas fuentes y que además, presentan características similares. Por tanto, se esperaría que al ser utilizado frente a escenarios más diversos la disgregación será aún mayor.

4.2.2 Selección de las áreas prioritarias para la provisión del SEH

Al sobreponer cada mapa, que representaba un criterio, utilizando el índice de selección de las AP para PSEH se obtuvo un mapa de áreas prioritarias a diferentes escalas espaciales en las microcuencas de Sesesmiles y Marroquín (Fig. 7). En el cuadro 11 se observa la cantidad de superficie que cada tipo de prioridad presenta al nivel de (i) la totalidad de la superficie de ambas microcuencas, (ii) de las áreas de drenaje sólo de las FP y (iii) las áreas de drenaje de las FP incorporando la combinación de la ley forestal de Honduras, título conservación de suelo y agua y las recomendaciones sugeridas por Arcos (2005). La caracterización de estas áreas se encuentra en el Anexo 2.

Se combina el artículo 110 de dicha ley, el que señala que las cuencas abastecedoras de agua deben ser protegidas en su totalidad hasta 100 m debajo de la obra de captación y el artículo 109 que señala que los cauces permanentes deberán protegerse estableciendo fajas de 150 m a cada lado de la orilla. Por tanto, se fijan como áreas prioritarias aquellas que se encuentren 100 metros alrededor de la obra de captación de agua más 250 m a cada lado del cauce más las áreas determinadas por el uso del índice. En el caso del área buffer, se considera la disposición legal de proteger una faja del cauce, pero se aumenta la cantidad a 250 m a cada lado de la orilla, utilizando los resultados expuestos por Arcos (2005) para la zona.

Son dos las razones que motivan a incluir estos dos criterios. El primero es la precaución que se debe tener respecto a la longitud de bosque que se encuentra a la orilla de los cursos de agua y el reacomodo de las fincas. A través de la investigación de Arcos (2005) se

permitió identificar un ancho de bosque ripario para mantener la calidad de agua para consumo humano. Sin embargo, aún se desconoce la longitud necesaria para ese propósito.

Las áreas de prioridad muy alta en la provisión del SEH en las microcuencas Sesesmiles y Marroquín se encuentran dispersas en el espacio, por tanto, una propiedad puede presentar sólo una porción de su terreno con áreas de esta prioridad. En aras de evitar reacomodos de la finca y dar continuidad al borde de los cauces se incorporan estos elementos.

El segundo motivo radica en que la aplicación del PSEH es una herramienta que forma parte de un enfoque integral de la gestión del recurso hídrico. Esto es, que la conservación de la vegetación natural alrededor de los cursos de agua tendrá más fuerza, por medio de la legislación y de la compensación realizada bajo el esquema de PSEH.

No obstante, se debe balancear la cantidad de superficie a ingresar en el esquema de PSEH, resultado de una combinación entre el mapa de escala mínima y el mapa que incorpora los otros criterios no técnicos. Esto puede ser llevado a cabo mediante la formulación de restricciones en la cantidad de superficie que ingresa al PSEH.

Las áreas consideradas de muy alta prioridad se reducen en un 90% al considerar aquellas que pertenecen a las áreas de muy alta prioridad de las fuentes prioritarias, obtenidas mediante el índice de selección de áreas prioritarias para la provisión del SEH. Al incluir los criterios legales y de bosque ripario aumentan en un 20%, respecto a las áreas de muy alta prioridad de la totalidad de la cuenca. Es decir, se reduce en un 70% el área que debe ser sujeta de pago por el SEH de consumo humano.

Un elemento a destacar es que el área de drenaje de la fuente prioritaria El Escondido comprende áreas de drenaje de otras fuentes de agua, las que no se consideran de muy alta prioridad. Esto no significa que el área de drenaje de la fuente prioritaria sea dos veces importante. Ello por que no se puede distinguir con claridad que la aplicación de una medida de manejo del suelo y agua aguas arriba de ambas fuentes afecte positivamente a las tres.

Mapa de áreas prioritarias para la aplicación de un esquema de PSEH Copán Ruinas, Honduras

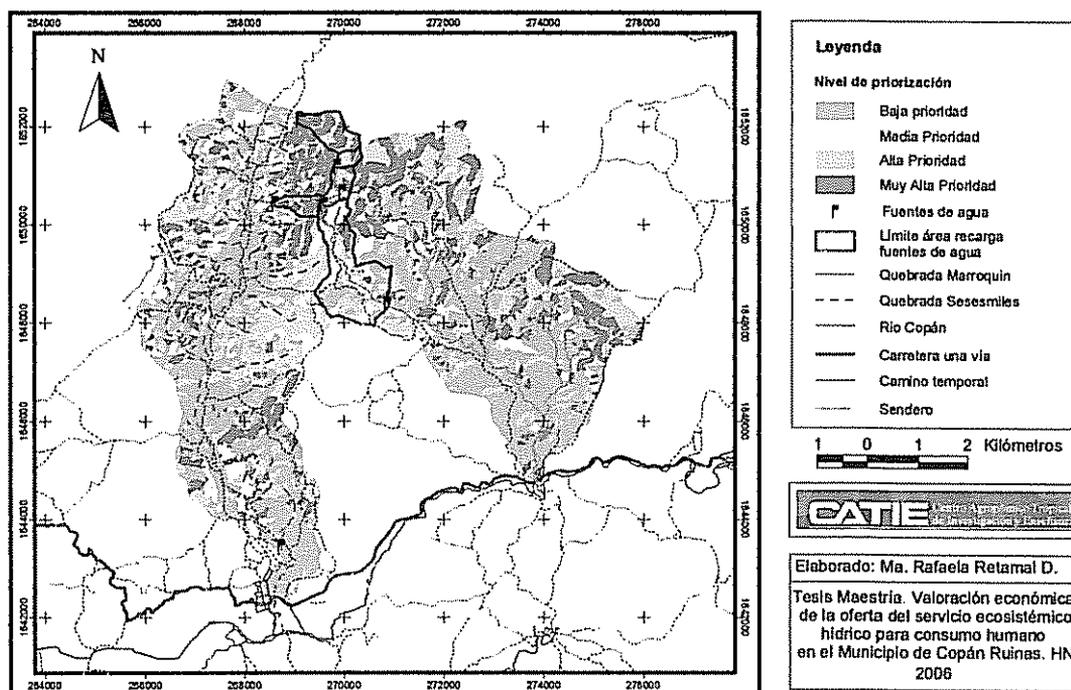


Figura 7. Áreas prioritarias para la aplicación de un esquema de PSEH Copán Ruinas, Honduras

Cuadro 11. Cantidad de superficie por tipo de prioridad en las microcuencas de Sesemiles y Marroquín, Honduras

Tipo de prioridad	Superficie (ha)		
	Totalidad cuencas	Área de drenaje FP	Área de drenaje FP*
Baja	2960	79	54
Media	976	108	40
Alta	1898	181	60
Muy Alta	1138	119	337
TOTAL	6972	487	491

*: Incorpora criterios legales y los resultados de Arcos (2005).

La formulación de este índice permite evidentemente detectar las zonas donde se deben destinar todos los esfuerzos económicos y organizacionales para asegurar la provisión del SEH para consumo humano. Por ejemplo, el caso de PSE en Costa Rica prioriza áreas con índices de desarrollo social bajo, corredores biológicos, de protección de recursos hídricos, con alta degradación del suelo y pérdida de biodiversidad. No obstante, esta metodología

basada en las necesidades de desarrollo no necesariamente asegura la provisión sostenible de los SE a la sociedad. El problema radica en que algunas áreas que reciben pago y proveen de altos niveles del SE no están amenazadas (Imbach 2005). Además, como señalan Pérez y Tschinkel (2003), si el criterio de alivio de la pobreza para determinar áreas prioritarias de gestión no es adecuado en la gestión de una cuenca, no lo será tampoco en el PSEH en cuencas.

El índice favorece la implementación de esquemas más ajustados a las necesidades de los ecosistemas dentro de una cuenca hidrográfica, porque aunque los dineros recaudados en el fondo ambiental, resultado del ajuste de la tarifa hídrica, sean relativamente bajos, se pueden invertir en las áreas de prioridad muy alta, debido a que ellas no son de una gran extensión. En la determinación de áreas críticas para la provisión del SEH en las subcuencas de Jucuapa y Calico, Nicaragua se determinaron prioritarias el 10% de la primera (620 ha) y 35% de la segunda (6.000). Estas superficies, además de otros elementos, hacían inviable la utilización de estos esquemas para gestionar el recurso (Baltodano 2005); mientras que en este estudio sólo el 2% (119 ha) de las dos microcuencas se considera de muy alta prioridad.

La alta cantidad de áreas críticas en ese estudio también se debe a que se seleccionan las fuentes y áreas prioritarias de forma independiente. En la subcuenca de Jucuapa existe una correlación de un 90% entre la selección de fuentes prioritarias con las áreas críticas. Es decir, existe un 10% de las superficies prioritarias que no pertenecen a áreas de drenaje de fuentes de agua prioritarias. En la subcuenca de Cálico la mayoría de las áreas críticas no coinciden con las áreas de drenaje de las fuentes de agua prioritarias (Baltodano 2005).

En resumen, la utilización de esta propuesta metodológica es eficiente en la determinación de las áreas donde aplicar un esquema de PSEH de consumo humano y la asignación de recursos, debido a que concentra los pagos en las áreas de mayor prioridad. Se debe destacar que se considera a toda la cuenca como prioritaria, solo que existen diferentes niveles de prioridad. Una vez implementado el PSEH en las áreas de muy alta prioridad se traspa a las de alta prioridad hasta completar el área de drenaje. Luego se inicia la

implementación de esta herramienta en las áreas de drenaje de las fuentes de agua de menor prioridad.

4.2.3 Uso de un índice combinado para seleccionar las AP

Los criterios que conducen a la selección de AP para la implementación de un esquema de PSEH son combinados de forma lineal. Este tipo de método es uno de los más usados para la toma de decisiones. Se ha utilizado en selecciones de áreas críticas, análisis de capacidad de uso del suelo y evaluación de problemas en los recursos. La primera razón por la que este método es tan popular es por que es fácil de implementar dentro de un ambiente de Sistemas de Información Geográfica, usando álgebra de mapas y modelación cartográfica. También, es fácil de entender por los tomadores de decisión. A diferencia de lo esperado al aumentar la resolución puede significativamente influenciar los resultados de la combinación (Malczewski 2000).

La formulación de un índice no lineal, multiplicativo, exponencial o logarítmico, requiere de certeza en la información en cuanto a la disponibilidad, calidad de los mismos y su efecto sobre la provisión de los SA. Esta función de dosis respuesta es aún incierta, debido a los vacíos de información en la región centroamericana y la generalización de los efectos del bosque sobre ellos.

4.3 Identificación y caracterización de los propietarios de las AP

La identificación de los propietarios que se encuentran en las áreas de muy alta prioridad se realizó mediante información facilitada por la Unidad de Catastro del municipio de Copán Ruinas. Este departamento, gracias a los fondos gestionados por la MANCORSARIC Y CATIE-FOCUENCAS II, se encontraba catastrando los límites y propietarios de los predios rurales del municipio. Sin esta información, hubiese sido más difícil la identificación de los propietarios.

Se entrevistaron 29 productores, cuyas propiedades se encontraban en su totalidad o en parte en las áreas de muy alta prioridad del mapa de AP que considera la legislación y el bosque ripario. En este capítulo se presentan las variables más importantes recopiladas en la

entrevista. En el anexo 3 se encuentran descritos con detalle cada uno de los ítems evaluados en la encuesta.

4.3.1 *Sistemas de producción – Uso del suelo*

El cultivo de café es el uso de suelo predominante en las áreas muy prioritarias para la provisión del SEH, representa el 59% de los productores (Fig. 8). El 7% de los potenciales oferentes del SEH cultivan granos básicos, maíz y frijol. El 31% de los entrevistados solamente tienen vegetación natural en sus propiedades, debido al área de demarcación forestal. El 3% tiene como única fuente de ingresos los productos de la ganadería.

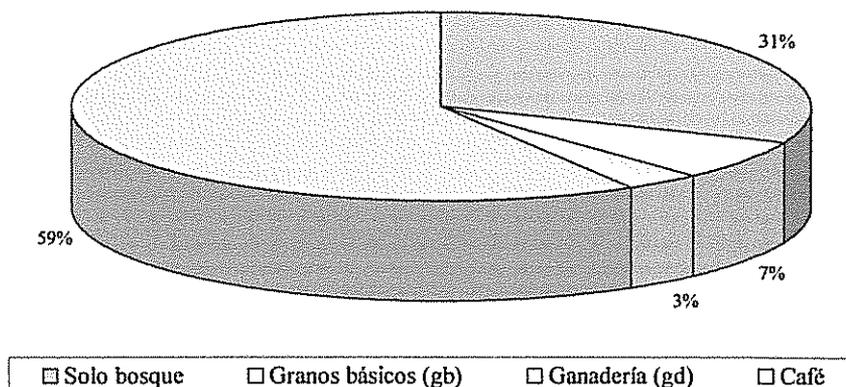


Figura 8. Usos de suelo en las propiedades de los productores entrevistados en las microcuencas de Sesemiles y Marroquín, Honduras

El café se puede encontrar como monocultivo, también asociado con otras actividades agropecuarias, e inclusive se encuentra café orgánico (Fig. 9). El 28% de los caficultores que se encuentran en las áreas de muy alta prioridad tienen en una parte de su finca granos básicos. El 24% tiene café orgánico y ganado, aunque este último es sólo para autoconsumo, es decir, pocas cabezas de ganado, el cual transita libre por las propiedades, constituyendo un riesgo para la calidad del agua de las quebradas y sus afluentes que abastecen de agua al área urbana de Copán Ruinas. La baja diversificación de la agricultura,

fuente principal de los ingresos, y los niveles de degradación del recurso intensifican las altas tasas de pobreza de la zona.

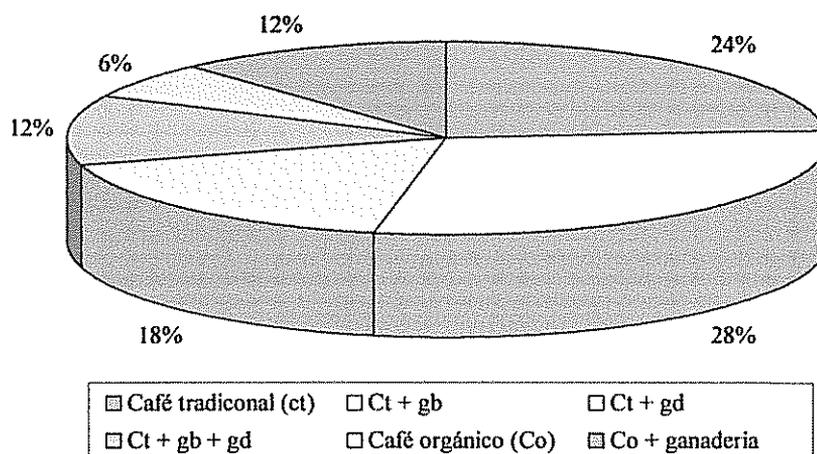


Figura 9. Actividades agropecuarias asociadas en los cultivos de café en las áreas muy prioritarias de las microcuencas de Sesemiles y Marroquín, Honduras

4.3.2 Distribución de la tenencia de la tierra

El 76% de los entrevistados son dueños de la tierra. El 14% son códueños, en su mayoría propiedades familiares, heredadas de un padre, cuyos hermanos y hermanas no han hecho la repartición de la tierra y un caso particular, el de la Comunidad Maya-Chorti de Tegucigalpa. El 10% son administradores, debido a que son propiedades grandes (mayor a 35 ha) o a que los propietarios se encuentran en el exterior.

El tamaño promedio de las propiedades es de $24,3 \pm 31$ ha. La mediana de 16,5 ha. La moda de 21 ha. Como se puede observar los datos presentan una alta dispersión, ya que el mínimo es de 0,4 ha y el máximo de 147 ha.

El 73% de los entrevistados tienen una superficie menor o igual al promedio. El 21% de las propiedades presentan una superficie entre el promedio y 52 ha. El 3% restante son propiedades con superficies muy superiores al promedio (Anexo 3).

En cuanto a los diferentes cultivos de la zona, el café orgánico se siembra en promedio en propiedades de mayor superficie que los otros cultivos. Luego le sigue el café tradicional, el cual presenta la más alta variabilidad y el tamaño promedio de la finca es de 15 ha. Finalmente se encuentran los granos básicos que se cultivan en propiedades promedio de 2 ha (Cuadro 12).

Cuadro 12. Medidas resumen de los diferentes cultivos en las áreas de muy alta prioridad de las microcuencas de Sesesmiles y Marroquín, Honduras

Cultivo	Superficie (ha)				
	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Total
Café	15	32	0,1	114,3	179
Café orgánico	21	8	5,7	22,9	52
Maíz	2	1	1,0	4,3	17
Frijol	2	1	0,1	1,7	8

4.3.3 Rendimientos productivos

En ambas microcuencas el rendimiento del café tradicional es muy variable, con un promedio de 35 ± 21 qq*ha⁻¹ (Cuadro 13). La variación en rendimiento entre productores de una misma zona es normal. El rendimiento está en función de muchos factores: edad de la plantación, número de plantas por superficie, estado fitosanitario, manejo del cultivo (podas, fertilizaciones), variedad, ubicación (zona baja, media, alta), alternancia en la cosecha, intensidad de floración, etc.

En este sentido, en el área de estudio se encuentran cultivos jóvenes ubicados en zonas donde antes se encontraba bosque ripario. Los suelos donde se hallaban estos bosques son considerados fértiles por parte de los caficultores de la microcuenca de Sesesmiles, debido a que fueron enriquecidos por la materia orgánica proveniente del dosel y el alto contenido de humedad que se acumuló mediante su sistema radicular (Arcos 2005). En consecuencia, son apreciados para el cultivo de café y una razonable explicación a los altos valores de rendimiento reportados por los productores entrevistados.

También se encuentran cafetales viejos, casi en abandono, situados en suelos con una historia caracterizada por inadecuadas prácticas agrícolas, que han empobrecido el suelo. Adicionalmente, se encuentran cafetales en estas áreas con alto uso de agroquímicos.

Los datos recopilados señalan que el rendimiento de café para Honduras en el período de 1990 a 2000 fue de 17 qq*ha⁻¹ INE (2001). El rendimiento es de 29 qq*ha⁻¹ para Copán Ruinas⁵ y el Departamento de Copán, para medianos productores⁶.

Los cultivos de café orgánico, maíz y frijol no presentan tan alta variabilidad en el rendimiento y las demás variables que se encuentran en el cuadro 13.

Cuadro 13. Rendimientos, precios y costos de los diferentes cultivos que siembran los propietarios de las áreas de muy alta prioridad de las microcuencas Sesesmiles y Marroquín, Honduras

Variable	Estadístico	Café	Café orgánico	Maíz	Frijol
Rendimiento (qq*ha ⁻¹)	Promedio	35	13	49	25
	Ds	21	2	13	13
	Mínimo	7	9,5	29	13
	Máximo	68	14,3	64	51
Precio (Lemp*qq ⁻¹)	Promedio	1.542	2.141	155	350
	Ds	144	352	9	81
	Mínimo	1.500	1.900	150	225
	Máximo	2.000	2.663	170	400
Costos de los insumos (Lemp*ha ⁻¹)	Promedio	3.372	51	2.501	708
	Ds	5.233	102	1.806	626
	Mínimo	0	0	0	0
	Máximo	10.514	143	6.114	1.764
Mano de obra contratada	Promedio	15.891			

4.3.4 Disposición a participar del esquema de PSEH

Una primera aproximación para evaluar si existe disposición a participar por parte de los potenciales oferentes del SEH, se obtuvo mediante la aplicación de la encuesta. La mayor disposición y compromiso de los propietarios entrevistados se centra en conservar la vegetación natural presente en sus propiedades. El 69% señalan estar dispuestos y

⁵ Josué León. 2006. Rendimiento del café (entrevista). Copán Ruinas, HN, Programa FOCUENCAS II.

⁶ Cliserio González. Rendimiento del café (correo electrónico).

comprometidos a conservar. Esto se puede explicar porque en la actualidad la vegetación natural que se encuentra está bajo protección, aunque los propietarios no ejerzan controles sobre ella (Cuadro 14).

Cuadro 14. Porcentaje de los entrevistados dispuestos y comprometidos a participar del esquema de PSEH, Copán Ruinas, Honduras

Disposición y compromiso a conservar la vegetación natural presente en su propiedad		
	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
Disposición a conservar la vegetación natural		
No	7	0,24
No tiene	2	0,07
Si	20	0,69
TOTAL	29	1,00
Disposición y compromiso a dejar en regeneración natural las áreas de las laderas con altas pendiente que se encuentran cercanas a la quebrada		
	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
No	7	0,24
No corresponde	16	0,55
Si	6	0,21
TOTAL	29	1,00
Disposición y compromiso a eliminar sus fuentes de contaminación puntual		
	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
No	3	0,11
No presenta fuentes de contaminación puntual	21	0,72
Si	5	0,17
TOTAL	29	1,00
Disposición y compromiso a participar de un esquema de PSEH		
	Frecuencia Absoluta	Frecuencia Relativa
No	8	0,28
Si	21	0,72
TOTAL	29	1,00

No obstante, disminuye la cantidad de entrevistados que se comprometerían a dejar en regeneración natural áreas de altas pendientes, cercanas a las quebradas y que presentan cultivos. Sólo el 50%, de los que corresponde, estarían dispuestos a hacerlo.

Del mismo modo, disminuye la cantidad de productores dispuestos y comprometidos a eliminar las fuentes de contaminación puntual. Alrededor de un 63%, de los que presentan este tipo de fuentes de contaminación, son los que realizarían las medidas necesarias para

alcanzar la meta. Finalmente, el 72% de los entrevistados están dispuestos y comprometidos a participar de un esquema de PSEH, en donde la compensación es monetaria.

4.3.5 Análisis del proceso de toma de decisiones sobre el uso de tierra por parte de los entrevistados

Las tablas de contingencia, utilizadas para determinar cuáles variables son las que significativamente aumentan la probabilidad que un productor entrevistado desee participar del esquema de PSEH, señalaron significativas a 21 preguntas de la encuesta. Estas se relacionan con 11 variables. La causa de un mayor número de preguntas significativas que variables se debe al diseño de la encuesta (Anexo 1), ya que se formularon preguntas verificadoras. Los resultados de cada tabla de contingencia significativa ($p < 0,10$) se encuentran en el anexo 4.

Las variables que aumentan la probabilidad de participación de los potenciales oferentes del SEH en un esquema de PSEH son las siguientes:

1. Localización de la finca en relación con la cercanía a la quebrada y fuente abastecedora de agua. Los productores que consideran que sus propiedades se encuentran cerca de la quebrada ($p = 0,07$) y de la fuente ($p = 0,10$) están dispuestos a participar, lo que constituye un 83% de los entrevistados.
2. Lugar donde habita la familia. Aquellos entrevistados y sus familias que no viven dentro de la propiedad por la que se les entrevista están dispuestos y comprometidos a participar, esto es 76% de los productores.
3. Percepción de la calidad del agua que usan para realizar sus actividades. Aquellos productores que manifiestan una buena calidad de agua son los que lo aceptan (97%) ($p = 0,05$).
4. Conexión a un sistema de abastecimiento de agua potable. Quienes se encuentran conectados a este servicio están dispuestos, ello porque las fuentes de agua de los entrevistados se encuentran en las mismas quebradas que abastecen de agua al área urbana de Copán Ruinas (62%, $p = 0,01$).

5. Conexión al sistema de alcantarillado. Quienes no están conectados están dispuestos a participar (90%, $p=0,05$).
6. Cultivos anuales. Quienes no cultivan frijol ($p < 0,10$) o maíz ($p=0,10$) están interesados en este esquema, esto es alrededor del 60% de los entrevistados.
7. Porquerizas. Aquellos productores que no tienen porquerizas están más dispuestos (97%, $p= 0,10$).
8. Mano de obra contratada. Los productores que contratan mano de obra están dispuestos y comprometidos a participar de este proyecto, lo que corresponde al 21% de los entrevistados ($p= 0,03$).
9. Prácticas de conservación de suelos y agua. Los productores que están dispuestos a participar son los que aplican prácticas de conservación de suelos y agua, ya sea en una parte o toda la superficie del área cultivada (31%, $p= 0,02$); que han sido capacitados para implementarlas (31%, $p= 0,06$); quienes han pedido ayuda financiera a instituciones de crédito formal para financiar la implementación de ellas (22%, $p =0,01$); quienes les gustaría implementar más prácticas de conservación de suelos y agua (31%) y a quienes les gustaría implementarlas en su propiedad (47%, $p= 0,02$).
10. Quema y/o corte de la vegetación natural en los últimos diez años. Quienes no han quemado o cortado esta vegetación se encuentran dispuestos y comprometidos (76%, $p= 0,04$); de los cuales, aquéllos que no cortan o queman es por que desean conservar la calidad de agua (31%, $p < 0,05$).
11. Disposición a dejar en regeneración natural las áreas de cultivos en laderas de alta pendiente y cercanas a las quebradas abastecedoras de agua para consumo humano. Como se esperaba, los productores que tienen cultivos en esas áreas no están dispuestos a participar. Por el contrario, aquéllos que no tienen cultivos, es decir, tienen vegetación natural en esas áreas, sí lo están ($p= 0,03$).

Las variables correspondientes a tenencia de porquerizas y conexión al sistema de alcantarillado son malos descriptores estadísticos para la variable respuesta analizada. Aunque existe una relación estrecha entre no estar conectado y estar dispuesto a participar,

la gran mayoría de los entrevistados no tiene conexión, al igual que la gran mayoría no tiene porquerizas.

A la luz de los resultados, un productor que considera que su propiedad está cerca de la fuente de agua; se abastecen de agua de esa misma quebrada mediante un sistema de agua potable y la consideran de buena calidad; ni él o ella y su familia viven en esa propiedad; no tienen cultivos anuales en su propiedad; contratan mano de obra y aplican prácticas de conservación de suelos y agua para las otras actividades agrícolas; no ha quemado o cortado la vegetación natural de su propiedad; y no tienen cultivos en laderas de alta pendiente cercanas a las quebradas abastecedoras presentan mayor probabilidad de participar del esquema de PSEH de consumo humano para Copán Ruinas.

A través de este primer diagnóstico se estima que en las zonas de muy alta prioridad existe disposición a participar en un esquema de PSEH.

El nivel de cumplimiento de los compromisos adquiridos por parte de los oferentes del SEH y la continuidad en el tiempo son variables que no se pueden evaluar en esta instancia. La eficiencia del esquema también se relaciona con aspectos básicamente operativos, los términos del contrato y las fechas de pago. Por ejemplo, si la compensación se realiza en un solo pago y al inicio del contrato posiblemente el productor no tenga los suficientes incentivos para cumplir con el compromiso adquirido. La definición clara de estos detalles asegura que los productores dispuestos a participar reciban una compensación por los cambios acordados y por sobre todo, que generen los cambios en la provisión del SEH.

4.4 Determinación de los costos de implementación de las prácticas que favorecen el SEH

4.4.1 Selección participativa de las prácticas conservadoras de suelo y agua

Las prácticas de conservación de suelos y aguas fomentadas son resultado de una selección participativa entre los propietarios entrevistados, literatura y expertos. Los propietarios señalaron, a través de la entrevista, las prácticas que actualmente implementan y las que les

gustaría implementar en el futuro (Cuadro 15). Las prácticas más implementadas son las barreras vivas por la diversidad de especies que se pueden utilizar en los diferentes cultivos.

Luego, se modificó el índice de usos de suelo para provisión hídrica (Alpízar y Madrigal 2005b). Se seleccionaron los usos de suelo y las prácticas de conservación de suelos y agua acordes a la realidad de las áreas de muy alta prioridad de las microcuencas Sesesmiles y Marroquín. Adicionalmente, se complementó dicha información con más revisión de literatura y la opinión de expertos en el manejo de cuencas (Cuadro 16). Éstos incorporaron definiciones más claras a las sugeridas en el índice.

Este índice coincide, tanto con los usos del suelo que se presentan en las áreas de muy alta prioridad, como con las prácticas que los productores utilizan en el presente y las que desearían utilizar en el futuro. No obstante, la descripción del uso del suelo sugerido es más amplia, es decir, no sugiere prácticas específicas, como por ejemplo, el uso de una barrera viva de cierta especie. En el taller con expertos se incorporaron lineamientos sobre las características de las especies, cantidad de cobertura y otros aspectos de manejo que serán evaluados al ingresar al esquema de PSEH.

Cuadro 15. Prácticas de conservación de suelos y agua que aplican y que desean aplicar los productores entrevistados en las Microcuencas de Sesesmiles y Marroquí, Honduras

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

Cuadro 16. Usos de suelo y prácticas de conservación seleccionadas para el esquema de PSEH en Copán Ruinas, Honduras

num.	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción	Observaciones	Referencias
1	Cultivos anuales	0,0	El manejo es el tradicional.	<ul style="list-style-type: none"> Predomina la roza, tumba y quema, el uso de agroquímicos. 	
2	Cultivos anuales con prácticas sostenibles con el medioambiente	0,3	Al menos 3 prácticas integradas de CSA en toda la ha principalmente no quema, manejo de rastrojos y cobertura viva, abonos verdes. Adicionalmente se recomienda: labranza conservacionista, curvas a nivel, producción orgánica.	<ul style="list-style-type: none"> La cobertura viva no debe ser demandante de agua para no competir con la recarga. 	<ul style="list-style-type: none"> Baltodano 2005. Buckles y Barreto 1996. Gómez 1988. Gordón <i>et al.</i> 1997. PASOLAC 1999.
3	Cultivos anuales con obras físicas de CSA	0,3	Diques, curvas de nivel, barreras de piedras, acequias de infiltración combinado con una barrera viva, acequia de ladera tipo trinchera.		<ul style="list-style-type: none"> Baltodano 2005. PASOLAC 1999.
4	Cultivos anuales con prácticas agroforestales	0,4	Incluyen uso de árboles en cultivos en diferentes sistemas: regeneración natural con spp. de raíz pivotante, leñosas, no maderables, y selección de árboles. Más de 170 árboles/ha.		<ul style="list-style-type: none"> PASOLAC 1999. Revista Centroamericana Ladera, año 2, número 5.
5	Café sombra y sin cobertura	0,2		<ul style="list-style-type: none"> Predomina el uso de agroquímicos 	
6	Café sin sombra y cobertura	0,6	La cobertura debe cubrir al menos el 60% de la superficie del cultivo, ser no demandante de agua, como por ejemplo <i>Impatiens balsamina</i> y <i>Arachis pintoi</i> .	<ul style="list-style-type: none"> La cobertura viva no debe ser demandante de agua para no competir con la recarga. 	<ul style="list-style-type: none"> Aguilar <i>et al.</i> 1988. Argel y Villareal 1998. CIDICCO 1995. Sancho 1995.
7	Café con sombra y sin cobertura	0,5	Se recomienda que la sombra sea con <i>Inga</i> sp, <i>Eritrina</i> sp.	<ul style="list-style-type: none"> Sombra con estas especies ofrecen alta cantidad de hojarasca formadora del mulch. 	<ul style="list-style-type: none"> CIDICCO 1995b. Hernández 1995.
8	Café con sombra y cobertura del suelo	0,7	Cultivos con cobertura viva en al menos un 60% de la superficie o con cubierta tipo mulch proveniente de las hojas de las especies de sombra (<i>Inga</i> sp, <i>Eritrina</i> sp)	<ul style="list-style-type: none"> Incluye las recomendaciones anteriores. 	<ul style="list-style-type: none"> Idem
9	Café orgánico certificado	0,8	Cultivos con sombra y cobertura y demostrar que no utilizan agroquímicos en la producción.	<ul style="list-style-type: none"> Incluye las recomendaciones anteriores 	

Continuación cuadro 16. Usos de suelo y prácticas de conservación seleccionadas para el esquema de PSEH en Copán Ruinas.

Honduras

num.	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	Descripción	Observaciones	Referencias
10	Plantación forestal con suelo descubierta (sin sotobosque)	0,2			
11	Bosquetes aislados	0,5	Sin la presencia de animales (cercados), con o sin siembra inducida. El área del bosque será mayor del 10 % de una hectárea.	<ul style="list-style-type: none"> Menor a esa área se consideraran árboles dispersos. 	
12	Guamil (Tacotal, área en barbecho)	0,8	Área en barbecho con un 90% de la superficie del suelo cubierta por vegetación arbustiva heterogénea.	<ul style="list-style-type: none"> Loa guamiles son áreas abandonadas por al menos 5 años. Se encuentran especies de plantas similares que en el bosque secundario, pequeños pinos (<i>Pinus maximoi</i>, <i>P. oocarpa</i>), robles (<i>Quercus peduncularis</i>), una alta densidad de matorrales y espinos. 	<ul style="list-style-type: none"> Paniagua et ál. 1999.
13	Bosque de galería con vigilancia	1,0	Vegetación natural de distintos estratos a la orilla de cuerpos de agua con un ancho mínimo de 25 metros. La vigilancia se lleva a cabo por el propietario, el cual define qué planes implementa para evitar incendios e instalará cercas y rótulos en los límites del bosque.		
14	Bosque secundario con vigilancia	1,0	La vigilancia se lleva a cabo por el propietario, el cual define qué planes implementa para evitar incendios e instalará cercas y rótulos en los límites del bosque.	<ul style="list-style-type: none"> La sucesión conduce a la formación de un bosque secundario al paso de alrededor de 10 años. Presenta especies maduras de pino, robles y especies de hoja ancha. 	<ul style="list-style-type: none"> Paniagua et ál. 1999.
25	Bosque primario con vigilancia	1,0	La vigilancia se lleva a cabo por el propietario, el cual define qué planes implementa para evitar incendios e instalará cercas y rótulos en los límites del bosque.		

Esta situación se debe a que el ingreso de un propietario al esquema de PSEH es voluntario. Entonces, éste escoge cual es la práctica que más le interesa incorporar en su producción y que además favorece el SEH. Con esto, la libertad del productor es mucho mayor y se promueve la inclusión de más productores al esquema, y consecuentemente se asegura la provisión del SEH.

Otro aspecto importante en la descripción incorporada por los expertos, es que las indicaciones son un balance entre el componente de recarga hídrica y calidad de agua del SEH. En el primer caso, se condujo la discusión y las sugerencias en el flujo superficial para mantener el ciclo hidrológico de la zona. En el segundo caso, se incentiva la adopción de cultivos orgánicos como el nivel máximo en caso de actividad agrícola, debido a que el uso intensivo de agroquímicos se estima es la principal causa del deterioro de la calidad del agua en las quebradas que abastecen de agua potable al área urbana de Copán Ruinas.

A través de este índice se promueve el mejoramiento de las prácticas agrícolas y la conservación de la vegetación natural, desincentivando el cambio de uso de suelo. Esto, porque el uso de suelo más importante en la provisión del SEH —tacotal, bosque de galería, secundario o primario —se encuentra presente en las áreas de muy alta prioridad. El 31% de los productores tiene alguna de estas categorías como único uso de suelo en su propiedad y el 62% tiene una parte de su propiedad con esta vegetación. Esto suma un 93% de potenciales oferentes del SEH mediante bosque.

Entonces, a través del esquema de PSEH se intenta compensar a los productores que están actualmente conservando la vegetación natural, consecuentemente, ofertando el servicio ambiental de protección del recurso hídrico y mantenimiento de la agricultura que se lleva a cabo, pero de forma sostenible. Esto es de relevancia, porque puede ocurrir que se incentive al cambio de uso de suelo productivo a, por ejemplo, tacotal y el productor trabaje otra tierra, propia o ajena, de la misma forma insostenible que venía haciéndolo a la fecha. Además en términos de conservación de la vegetación natural, puede ser que el productor corte o queme bosque de otras áreas para cultivar frijol y maíz. Ello, ni siquiera por motivos

económicos o de seguridad alimentaria, más bien por que constituyen parte de su quehacer cultural.

Si se incorporan prácticas sostenibles en las actividades productivas no sólo se puede generar un incremento en la provisión del SEH, sino que también un aumento en la rentabilidad del productor. Dado que algunas de ellas mejoran la productividad y reducen los insumos.

4.4.2 Estimación de los costos de implementación de las prácticas seleccionadas

Con base en el índice modificado de usos de suelo para la provisión del SEH se calcularon los costos de implementar las prácticas de conservación de suelo y agua y se estimó el monto de compensación. Como ya se ha mencionado este índice (i) ordena los usos de suelo respecto a su importancia en la provisión del SEH, pero no en la contribución marginal del efecto del uso de suelo sobre el servicio; (ii) cada categoría de los diferentes usos de suelo tiene un puntaje asignado con la lógica anterior; y (iii) ha sido modificado en el marco de esta investigación, en cuanto a los usos de suelo. Cada uno de estos aspectos ha conducido al logro de estos pasos metodológicos.

Cada subcategoría de una categoría de uso de suelo presenta o fomenta prácticas que son variadas. Por ejemplo, para el segundo nivel de cultivos anuales se promueven labranza conservacionista, manejo de rastrojos, cultivo en contornos, barreras vivas, etc. No son medidas disociadas o no complementarias, pero los costos en mano de obra e insumos difieren para cada una de ellas.

Dado que la subcategoría cuenta con diversas prácticas se calcularon los costos promedios de implementar y mantener todas las posibilidades. Esto es, se incorporan 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, con 34 y 12 U\$*ha⁻¹ respectivamente; mientras que la implementación y mantenimiento de abono orgánico es la medida más cara, con 119 y 66 U\$*ha⁻¹ respectivamente (PASOLAC 1999). Los resultados incorporan ambos extremos.

Los beneficios de determinar los costos promedios de implementación y manejo de las prácticas se debe a que existen prácticas muy costosas, pero que contribuyen en igual importancia, que otras que son más baratas. De tal modo que el precio promedio va a favorecer a aquellos productores que deseen implementar y/o manejar las prácticas más baratas y que de igual manera contribuyen a la oferta del SEH.

Los resultados de los costos promedios de implementar y mantener las prácticas se encuentran en el anexo 4. En este anexo se encuentran además los montos de compensación.

En el caso de los cultivos anuales, frijol y maíz, la subcategorías con prácticas sostenibles con el ambiente es el más barato en promedio. La siguiente categoría es la más cara, pero su importancia en la provisión del SEH es la misma que con prácticas sostenibles. Los cultivos de frijol y maíz con sistemas agroforestales tienen un costo intermedio, pero son los que más contribuyen al SEH dentro del grupo.

Para los cultivos de café existen cinco subcategorías. Los costos se calcularon sólo para la implementación de sombra, de cobertura, ambas y finalmente los costos variables de certificación orgánica. El uso de cobertura en café tiene una mayor importancia que sólo uso de sombra y tiene un menor costo de implementación y mantenimiento. La sombra debe tener un tiempo más largo para su establecimiento, el cual es alrededor de tres años, en comparación con la cobertura que es anual. Por tanto, existen costos diferenciados por año para el caso de café con sombra y existen incertidumbre de cuál es la importancia del crecimiento de la planta de sombra sobre la provisión del SEH anual. Por tanto, los costos determinados son para todo el periodo de crecimiento de la sombra.

Los costos de sombra y cobertura en café 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 cargo base, de la certificadora —BIOLATINA— y viáticos de los certificadores. Existe un

costo fijo por productor de $30 \text{ U\$*año}^{-1}$ que no se incluye en los cálculos, por que son independientes de la superficie de tierra.

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. Los costos de la vigilancia son casi tan bajos como las prácticas más baratas de las actividades productivas, la introducción de cobertura en café, lo que es debido a que las actividades a realizar para conservar el bosque son baratas, por ejemplo, cercado.

4.5 Estimación del monto de compensación

Una vez que han sido estimados los costos de cada una de las prácticas promovidas, se procedió a estimar el monto de compensación. De tal forma que los cálculos continúan relacionados con el índice modificado de provisión del SEH.

El índice original fue formulado con el objeto de estimar la cantidad de SA generado en una propiedad cuando un uso de suelo cambia de A a B. El principio rector es que el productor provee SA por medio de cambios en el uso del suelo, por ejemplo al pasar de monocultivos a sistemas de vegetación más complejos como sistemas agroforestales. Por tanto, los pagos se realizan en forma proporcional a los incrementos. Esto es, que primero se asigna un puntaje como resultado de la línea base a la propiedad. Luego se calcula la diferencia entre el puntaje de la línea base y el puntaje que el productor desea lograr, es decir, al uso de suelo que se compromete a cambiar. Ese puntaje es multiplicado por el precio del punto (1). El valor monetario del punto se deriva de los precios operativos de PSA existentes en la región y es de $75 \text{ U\$*ha}^{-1}$ para períodos de dos años y $115 \text{ U\$*ha}^{-1}$ para cuatro (Gobbi et ál 2005).

El índice modificado tiene un principio diferente. Se calculan los costos de implementar las prácticas y los costos de mantenerlas. A cada uno de ellos se suma el costo de oportunidad.

Este se incorpora dado que la experiencia de PSEH ha permitido identificar tres situaciones:

- i. Casos en donde las buenas prácticas de manejo del suelo no afectan e incluso mejoran la rentabilidad privada de la tierra.
- ii. Casos en que se afecta negativamente la rentabilidad privada en los primeros años, pero luego la aumenta.
- iii. Casos en que se afecta negativamente y de forma permanente la rentabilidad privada.

En el caso i se asume para el área de Copán Ruinas un costo de oportunidad igual a cero. Ello porque las mejoras en la productividad de los sistemas de cultivo dependen de las características de sitio de la propiedad. Por ejemplo, la labranza conservacionista mejora en un 75% la rentabilidad del cultivo de maíz en zonas donde el factor limitante es el agua (Erenstein 1999). De tal forma, que algunas prácticas provocarán un efecto positivo sobre la rentabilidad, mientras que otras no y las mismas en otras zonas no generarán los mismos resultados. El mismo valor se asigna para el caso ii.

El último de los casos ocurre cuando se promueve la conservación de la vegetación natural o la regeneración, ya sea por medio de reforestación o de forma natural. Este caso resulta ser el más costoso y se dan dos situaciones. La primera es cuando la rentabilidad privada de las buenas prácticas es marginalmente inferior a la rentabilidad actual. La segunda es cuando el esquema de PSEH obliga a renunciar a la producción, dejando una parte de la propiedad en regeneración. En estas situaciones la compensación debe incorporar el costo de dejar de producir y debe ser permanente para paliar la caída en la rentabilidad privada.

4.5.1 Estimación del costo de oportunidad de la producción

La definición de costo de oportunidad se refiere al valor de la mejor alternativa disponible no utilizada. Para el área de estudio se calcula el costo de oportunidad de la vegetación natural existente respecto al cultivo más rentable de la zona, el cual es el café. Para ello se procedió a calcular la rentabilidad de este sistema, pues ese monto constituye la cantidad de dinero que el productor deja de percibir por mantener la vegetación.

La rentabilidad está en función de los ingresos brutos del café, menos los costos en los insumos y en la mano de obra contratada. Los ingresos por café se calculan como el producto de la productividad del cultivo ($17 \text{ qq} \cdot \text{ha}^{-1}$, INE 2001) por el precio promedio más la desviación estándar de comercialización para la zona ($1.542 \text{ Lemp} \cdot \text{qq}^{-1}$). Los costos en los insumos son el resultado de los costos promedios más la desviación estándar para la zona ($6.022 \text{ Lemp} \cdot \text{ha}^{-1}$). Los costos en contratación de mano por unidad de superficie son de $15891 \text{ Lemp} \cdot \text{ha}^{-1}$.

$$\text{RENTABILIDAD} = ((17 \cdot 1.686) - (6.022 + 15.891)) / 18,89 = 357 \text{ U\$} \cdot \text{ha}^{-1}$$

Debido a que el productor cuenta con la vegetación, es decir, no tiene plantaciones de café, el costo de oportunidad se relaciona a un proyecto de inversión. Esto es, que no se puede transformar un bosque de forma inmediata a café y se requiere de una cantidad de años para que la rentabilidad alcance los montos de un sistema establecido.

Con base en este supuesto, se definió un proyecto de 10 años, en que los tres primeros años la productividad es menor a 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. Esto, considerando una situación en que las variables externas, como cambios en los precios de mercado, no varían durante el período de tiempo definido.

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 $249 \text{ U\$} \cdot \text{ha}^{-1}$, es decir, para todo el proyecto. Al dividir por la cantidad de años considerados, el costo es de $25 \text{ U\$} \cdot \text{ha}^{-1}$.

A pesar de que este valor es bajo se consideró proponer un pago por concepto de costo de oportunidad de $20 \text{ U\$} \cdot \text{ha}^{-1}$, el cual constituye el 80% del costo de oportunidad “real”. Ello debido a que las zonas consideradas de muy alta prioridad para la provisión de SEH se encuentran dentro de un terreno bajo protección, en la cual se prohíbe el cambio de uso de

suelo. Entonces, en *sensu stricto* los propietarios de esas áreas están “condenados” a cumplir con la ordenanza municipal que protege los bosques.

No obstante, la aplicación de un esquema de PSEH constituye una herramienta que complementa esta ley en dos sentidos. El primero, intenta hacerla más eficiente, ya que se han dado casos de tala de bosque para cultivar café, dado que la decisión privada es más importante en la toma de decisión. El segundo, intenta aliviar los costos en los que incurre el propietario individual por la conservación de la vegetación natural para que continúen incorporando los costos sociales en su toma de decisión.

4.5.2 *Estimación de los montos de compensación*

En este ítem se explicará paso a paso la forma en que se estimaron los diferentes montos de compensación, con base en el uso modificado de provisión del SEH. A modo de ejemplo se utilizará la categoría de cultivos anuales.

El primer paso es sumar los costos de oportunidad (Columna 6) estimados más los costos de implementar las prácticas (Columna 4), con ello se obtiene el costo de la línea base de cada subcategoría de uso del suelo (Columna 7).

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7
Fila	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	costos establecimiento (US/ha)	costos mantenimiento (US/ha)	COP Copán	Costos adopción (US/ha) (Col 4 + Col 6)
1	Cultivos anuales	0,0	0	0	0	0
2	Cultivos anuales con prácticas sostenibles con el medio ambiente	0,3	46	16	0	46
3	Cultivos anuales con obras físicas de CSA	0,3	130	8	0	130
4	Cultivos anuales con prácticas agroforestales durante el segundo año de implementación	0,4	91	22	0	91
5	Total	1,0				267
6	Pago por punto					267

Luego, se calcula el precio del punto por cada categoría. Primero se suman los costos de la línea base de todos los usos de suelo de cada categoría de uso de suelo (sumatoria de los valores de la columna 7). Seguidamente, se suman los puntajes ordinales de provisión del SEH de todos los usos de suelo en cada categoría (sumatoria de los valores de la columna 3). Posteriormente, se divide la sumatoria de los costos de la línea base por la sumatoria de los puntajes por provisión del SEH, obteniéndose el pago por punto (Fila 6). En este ejemplo el valor es de 267 U\$*año⁻¹, el que coincide con la sumatoria de los costos de la línea base, por que se divide por una unidad.

El mismo procedimiento se sigue para estimar los costos de manejo de las prácticas y el pago por punto por manejo de las prácticas.

Como punto de comparación es interesante estimar el monto de compensación a pagar por la adopción de las prácticas de conservación sugeridas y el monto de compensación por el mantenimiento de las prácticas ya existentes. Para ello se debe multiplicar el pago por punto (Fila 6) por la contribución de cada subcategoría de uso de suelo (Columna 3), obteniéndose el monto de compensación por ese uso de suelo. La misma operación rige para calcular los montos de compensación por mantener las prácticas.

Col 1	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5
Fila	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje *ha ⁻¹	Costos adopción (U\$*ha ⁻¹)	Pago por adopción U\$*año ⁻¹ (Pago por punto * Col 3)
1	Cultivos anuales	0,0	0	267*0,0= 0
2	Cultivos anuales con prácticas sostenibles con el medio ambiente	0,3	46	267*0,3= 80
3	Cultivos anuales con obras físicas de CSA	0,3	130	267*0,3= 80
4	Cultivos anuales con prácticas agroforestales durante el segundo año de implementación	0,4	91	267*0,4=107
5	Total	1,0	267	
6	Pago por punto		267	

Como se observa en el anexo 5, los montos de compensación están en función de los costos, pero más en la contribución al SEH. Por ejemplo, las obras físicas para cultivos

anuales son las más costosas dentro de la categoría —130 U\$*ha⁻¹—, pero el monto de compensación es igual a las prácticas sostenibles—80 U\$*ha⁻¹, porque presentan el mismo valor de puntaje en relación a la contribución al SEH. Esta situación promueve que el productor o implemente las prácticas sostenibles o agroforestales, porque la compensación es mayor a los costos de implementación. De tal forma, éste obtendrá un excedente monetario, y la eficiencia en la provisión del SEH será mayor.

Nuevamente, en el cultivo de café los montos de compensación van en aumento a medida que su contribución se acerca a la unidad. El más alto es el café orgánico certificado —226 U\$*ha⁻¹—ya que además de los costos de implementar sombra y café se debe demostrar que se ha renunciado a uso de agroquímicos y se ha adoptado fertilizantes orgánicos y control natural de plagas.

Ello se lleva a cabo mediante la incorporación del productor en la Cooperativa Agrícola de Productores Orgánicos de Copán (COAPROCL). Para ello, se requieren de recursos monetarios con el fin de certificarse. Estos costos han sido incorporados en los cálculos. Existe un costo fijo que no es incorporado, el costo por productor. Éste o una parte de él puede ser sumado a la compensación total a pagar a un productor de café orgánico, ya sea por implementación o por mantenimiento del cultivo.

Una vez realizadas todas las operaciones se obtienen los diferentes montos de compensación para las tres categorías de uso del suelo del área de estudio y los usos de suelo que comprende cada una de ellas. Estos resultados se encuentran en el Anexo 5.

En la categoría de cultivos anuales, el manejo tradicional no recibe pago, pues no es importante en la provisión del SEH. Se decidió arbitrariamente que para el cultivo de café sin sombra y sin cobertura la compensación es igual a 0 U\$*ha⁻¹, a pesar de contribuir en 0,2 puntos. Esta decisión se basa en el principio precautorio de calidad de agua, ya que en este uso del suelo hay aplicación de agroquímicos y el hecho que el suelo esté desnudo favorece el arrastre, tanto de sedimentos como de los agroquímicos aplicados al cultivo, hacia los cuerpos de agua.

El mismo monto de compensación —0 U\$*ha⁻¹— reciben las plantaciones forestales, aunque tiene importancia en la provisión del SEH. Esto debido a que no constituyen vegetación natural y en su mayoría presentan el suelo desnudo, generando los mismos efectos observados que en el caso de café si sombra y sin cobertura.

Los montos de compensación del bosque son de 67 U\$*ha⁻¹ y 62 U\$*ha⁻¹ por implementar y mantener la vigilancia, respectivamente, además del costo de oportunidad. El primer monto es 3 U\$ superior al pago que realiza el Fondo de Financiamiento Forestal, Costa Rica (FONAFIFO 2006) por la modalidad de protección de bosques en un período de cinco años, prorrogables a otros cinco. En el caso del Proyecto GEF Silvopastoril el pago se realiza mediante la aplicación del índice y es de 75 y 110 U\$*ha⁻¹*ano⁻¹ para un plazo de dos y cuatro años respectivamente.

4.5.3 Consideraciones al momento de realizar los pagos a los oferentes

Los sistemas agroforestales de los cultivos anuales, la sombra en café, el café orgánico certificado y el tacotal requieren de una cantidad de años para que su contribución al SEH sea la señalada por el puntaje, cuando se desea adoptar estas medidas. Por esto cuando se ponga en marcha el esquema de PSEH se requiere de acuerdos entre los oferentes y el marco operativo al respecto de estos pagos. Se sugiere que (Cuadro 17):

- i. Cuando se desee implementar en los cultivos anuales sistemas agroforestales se realice el pago del monto de compensación distribuido en un período de dos años. En el primero se debe monitorear la cantidad de árboles plantados con una tasa de mortalidad no mayor al 10%, considerando los lineamientos de FONAFIFO. En el segundo el crecimiento de los árboles para que se asegure la provisión del SEH. A partir del tercer año se paga el monto de compensación anual por mantener el sistema agroforestal.
- ii. Cuando se desee pasar de café sin sombra a uno con ella, con o sin cobertura, el contrato debe distribuirse al menos en tres años, teniendo en cuenta las mismas sugerencias para el ítem anterior. A partir del cuarto año se compensa sólo por la mantención de la sombra.

- iii. Cuando se desee eliminar el uso de agroquímicos en el cafetal se debe estar en proceso de certificación. Este requiere de al menos tres años para demostrar la completa eliminación de residuos químicos en el sistema de cultivo.
- iv. Cuando se realice una compensación por Guamil (tacotal, matorral heterogéneo) se debe considerar el pago por adopción en dos años, porque puede ser que el predio en barbecho aún no presenté una cobertura heterogénea en el momento de solicitar el ingreso, pero ya ha llevado un par de años sin actividad agropecuaria. Por esto se sugiere que la compensación por adopción se cancele en un período de dos años y a partir del tercero se pague por mantenimiento del matorral heterogéneo.

Al distribuir los pagos en forma proporcional se obtienen montos de compensación anuales inferiores a la compensación por protección del bosque (Cuadro 18). De esta forma, el índice incentiva a que la decisión del productor se aproxime hacia los usos que más contribuyen al SEH, ya que ellos reciben una mayor compensación, es decir, la conservación del bosque.

Otro aspecto muy importante es el levantamiento de la línea base de cada propiedad que está en proceso de incorporación al esquema de PSEH. Si la totalidad de la propiedad se encuentra en áreas de muy alta prioridad en la provisión del SEH, se calcula la superficie de cada cultivo y se define el monto de compensación total a pagar. Mientras que si una parte de ella se encuentra en otras categorías de prioridad la situación se complica, porque si no se incorpora toda la superficie que involucra la propiedad se puede favorecer el reacomodo de la finca, con la consecuente pérdida de eficiencia del esquema.

Se sugiere que el levantamiento de la línea base se lleve a cabo en toda la propiedad. Cuando una parte de ella se encuentre fuera de las áreas de prioridad muy alta se debe realizar una compensación por adoptar cambios positivos en ella. Esto para evitar reacomodos en la propiedad. No obstante, esta compensación puede tener un valor menor al estimado. En el cuadro 19 se señalan los posibles porcentajes a pagar cuando una propiedad presenta diferentes clases de prioridad.

Cuadro 17. Actividades y pagos anuales sugeridos para usos y prácticas de conservación de suelos y agua asociadas a más tiempo para el logro en la provisión del SEH

Uso del suelo		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Cultivos anuales con sistemas agroforestales	Compensación (U\$*año ⁻¹)	53	53	18	
	Actividades relacionadas	1. Plantación de las especies arbóreas. 2. Monitoreo tasa de mortalidad de árboles.	3. Crecimiento de los árboles	4. Pago por mantenimiento del sistema.	
Café con sombra y sin cobertura	Compensación (U\$*año ⁻¹)	46	46	46	20
	Actividades relacionadas	1. Plantación de las especies arbóreas. 2. Monitoreo tasa de mortalidad de árboles.	3. Crecimiento de los árboles.	4. Crecimiento de los árboles.	5. Pago por mantenimiento de la sombra.
Café con sombra y con cobertura	Compensación (U\$*año ⁻¹)	54	54	54	28
	Actividades relacionadas	1. Plantación de las especies arbóreas. 2. Monitoreo tasa de mortalidad de árboles.	3. Crecimiento de los árboles.	4. Crecimiento de los árboles.	5. Pago por mantenimiento de la sombra y la cobertura.
Café orgánico certificado	Compensación (U\$*año ⁻¹)	62	62	62	31
	Actividades relacionadas				
Tacotal, guamil, terreno en barbecho	Compensación (U\$*año ⁻¹)	27	27	49	
	Actividades relacionadas	1. Se incorpora con suelos con poca cobertura arbustiva. 2. Cese de extracción de cualquier actividad que disminuya el matorral 3. Cercado del área	4. Cese de extracción de cualquier actividad que disminuya el matorral.	5. Pago por mantenimiento de la vegetación.	

Cuadro 18. Montos de compensación recalculados en sistemas que requieren de más de año para asegurar la provisión del SEH para consumo humano en Copán Ruinas, Honduras

Uso del suelo	Período	Compensación (U\$*ha ⁻¹)
Cultivos anuales con sistemas agroforestales	2 años	53
Café con sombra sin cobertura	3 años	46
Café con sombra y cobertura	3 años	54
Café orgánico certificado	3 años	62
Tacotal	2 años	27
Protección del bosque	1 año	67

Cuadro 19. Porcentaje a multiplicar por la compensación en los diferentes tipos de áreas prioritarias en la provisión del SEH para consumo humano en Copán Ruinas, Honduras

Tipo de prioridad	Porcentaje
Muy alta	1,0
Alta	0,5
Media	0,3
Baja	0,0

4.5.4 Validación de los montos de compensación con los potenciales oferentes del SEH

Esta actividad tiene por objeto validar las prácticas de conservación de suelos y agua y los montos de compensación propuestos a aplicar en las áreas de muy alta prioridad identificadas en este estudio. Además, sirve para analizar cuan interesados se encuentran los propietarios de ingresar al esquema de PSEH y a causa de qué.

Este taller se realizó en el salón municipal de Copán Ruinas, el día 30 de septiembre de 2006. Asistieron los productores de las áreas de muy alta prioridad, los mismos que fueron entrevistados, representantes zonales de organizaciones que se encargan de la gestión del agua y el bosque (Anexo 6), el Vicealcalde de Copán Ruinas, quien además es el coordinador de la mesa sectorial de Ambiente y Producción de la MANCORSARIC. Se presentaron los principales resultados de esta investigación:

- ◆ El mapa de las áreas prioritarias a diferentes escalas espaciales. Este para señalar qué productores califican para participar en el esquema de PSEH.

- ◆ Las prácticas de conservación de suelos y agua sugeridos para cada uno de los usos de suelo que se encuentran en la zona. Los montos de compensación de cada uno de ellos por adopción de las prácticas y por manejo de la ellas.
- ◆ Aspectos operativos de la compensación, tipo de contrato, anual y por tres años; equidad en los pagos y en la forma de pago y que se requiere del levantamiento de la línea de base de la propiedad para saber con exactitud cuanta superficie se debe compensar y bajo que categoría de uso de suelo.

Durante toda la presentación se promovió que los asistentes expresaran sus opiniones, dudas o desacuerdos respecto a los temas tratados. Al finalizar el taller se entregó a cada uno de los potenciales oferentes un formulario, en el que señalaban donde se encuentra la propiedad y la superficie de cada uso de suelo que tiene. Este formulario fue completado de forma voluntaria por el productor.

Los principales resultados recopilados en esta actividad fueron los siguientes:

- ◆ Asistieron 16 de los 29 productores entrevistados.
- ◆ Los asistentes manifestaron que las prácticas sugeridas son las que ya ellos realizan en alguna medida en sus cultivos, como cultivo en contornos, uso de barreras vivas y ellas son importantes implementar en las fincas.
- ◆ Estuvieron de acuerdo en los montos de compensación, se realizaron aclaraciones sobre la diferencia entre la compensación por adopción y por manejo de las prácticas de conservación de suelos y agua.
- ◆ Respecto a la conservación del bosque señalaron que existe quema de vegetación por terceros y que ellos no pueden controlar esos problemas. En este sentido, se aclaró que su labor al estar participando del esquema de PSEH es que cuando esto ocurra deben contactar a las instancias necesarias para controlar el incendio.
- ◆ El formulario fue completado por 12 productores asistentes y bosque es el uso de suelo que más se encuentra en sus propiedades, alrededor de 180 ha.

Todos los resultados relacionados a la participación voluntaria de los potenciales oferentes del SEH señalan una alta cantidad de ellos con interés en ingresar en un esquema de este

tipo. En la encuesta realizada más del 70% señaló estar dispuesto y comprometido a ingresar en un PSEH si recibía compensación. El 55% de los entrevistados asistieron al taller de validación y un 75% de los asistentes completaron el formulario entregado en ese taller.

4.5.5 Estimación de los costos totales de inversión del esquema de PSEH

Con la información disponible en cuanto a calidad, especialmente la resolución de la imagen satelital, y el trabajo de campo, el cual no es un levantamiento del uso del suelo estricto, se estimaron los costos totales de intervención del esquema de PSEH. Los costos fueron estimados para un período de 5 años.

Se consideran cinco diferentes usos del suelo: compensación por bosque, tacotal (matorral heterogéneo), café y cultivos anuales. La cantidad de superficie que involucra cada uno de ellos se encuentra en el cuadro 20 y son el resultado de la sobreposición del mapa de las áreas prioritarias con el uso del suelo.

Se incorpora en todos los cálculos la totalidad de la superficie clasificada de prioridad muy alta, es decir, las 119 ha. Respecto a cada uso de suelo se contempla:

- ◆ Que el bosque recibe el primer año el pago por adopción de la vigilancia y luego la compensación por mantener la vigilancia.
- ◆ Que el tacotal recibe el pago por la vigilancia y el cese de toda actividad que disminuya la cobertura arbustiva repartida en dos años con el mismo monto. A partir del tercer año se paga por mantenimiento de la vigilancia.
- ◆ Que el café se cultiva con sombra y cobertura, como sucede en la gran mayoría de los casos. Entonces, la compensación es sólo por mantención de estas prácticas de conservación de suelos y agua.
- ◆ Que los cultivos anuales, ya sean de frijol o maíz, desean pasar de cultivo tradicional a cultivos con prácticas sostenibles. De esta forma, el primer año reciben la compensación por adopción de al menos las tres prácticas y a partir del segundo del manejo de las mismas.

Cuadro 20. Usos del suelo presente en las áreas de prioridad muy alta bajo la escala mínima en las Microcuencas Sesesmiles y Marroquín.

Uso del suelo	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Bosque	118,5	99,4
Matorral Heterogéneo	0,1	0,1
Café tradicional	0,4	0,3
Café orgánico	0,0	0,0
Cultivos anuales	0,2	0,2
TOTAL	119,16	100,0

Se realizaron análisis de sensibilidad al cambio en la cantidad de área a intervenir año a año en el esquema de PSEH. Cada escenario se presenta en los cuadros 21 al 24.

En el primer escenario se considera que toda la superficie de las áreas de prioridad muy alta ingresa al esquema de PSEH el primer año. Entonces, el primer año en todos los usos del suelo se compensa por adopción de las prácticas o de la vigilancia en el caso del bosque y matorral. A partir del segundo sólo se paga por mantener las prácticas y la vigilancia, a excepción del matorral por lo expuesto anteriormente. Este escenario resulta ser el más costoso de todos los propuestos (Cuadro 21).

Cuadro 21. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario I

Uso de suelo	Porcentaje (%)	Costos (US\$)				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Bosque	100	7937	7345	7345	7345	7345
Matorral heterogéneo	100	2	2	3	3	3
Café tradicional	100	11	11	11	11	11
Cultivos anuales	100	18	3	3	3	3
TOTAL		7968	7361	7363	7363	7363

El segundo escenario es que las áreas de prioridad muy alta para la provisión del SEH ingresan en forma paulatina y homogénea en cada año, es decir, 20% del área cada año. El primer año sólo ingresa el 20% de la superficie y se debe compensar por la adopción de las prácticas. A partir del segundo se paga un 20% adicional por adopción y por mantenimiento de las prácticas acumuladas a la fecha (Cuadro 22).

Cuadro 22. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario II

Porcentaje (%)	Costos (US)				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
20	1594	1472	1473	1473	1473
20		1594	1472	1473	1473
20			1592	1471	1471
20				1592	1471
20					1592
TOTAL	1594	3066	4537	6008	7479

El tercer escenario propuesto es que el primer año se incorpora el 20% de las superficies de prioridad muy alta, el año 2 el 5%, el tercer año el 8%, el cuarto año el 12% y último año el 55% restante. La lógica sigue siendo la misma que la anterior. El primer año se compensa por la adopción de las prácticas y a partir del segundo se paga por la adopción y por el mantenimiento de las prácticas acumuladas a la fecha (Cuadro 23).

Cuadro 23. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario III

Porcentaje (%)	Costos (US)				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
20	1594	1472	1473	1473	1473
5		400	370	370	370
8			637	588	588
12				955	882
55					4377
TOTAL	1594	1872	2479	3386	7691

El último análisis de sensibilidad propuesto es similar al anterior. El primer año ingresa el 20% de la superficie tipificada como de muy alta prioridad, el segundo ingresa el 50%, e tercero el 20%, el cuarto el 10% restante y el quinto año ya no hay más área que ingresar al esquema de PSEH (Cuadro 24).

Cuadro 24. Estimación de los costos totales de intervención de PSEH en Copán Ruinas, Honduras — Escenario IV

Porcentaje (%)	Costos (US)				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
20	1594	1472	1473	1473	1473
50		3981	3677	3678	3678
20			1592	1471	1471
10				796	735
0					0
TOTAL	1594	5453	6742	7417	7357

Ahora bien, considerando un monto disponible para el fondo ambiental hídrico de 11.278 US*año⁻¹, el cual proviene de un pago diferenciado de acuerdo a la categoría de consumo de agua potable y a la condición socioeconómica de la población, todos los escenarios propuestos alcanzan a cubrir los costos de intervención año a año (Fig 10). De ellos, los escenarios más promisorios son el II y III, por que no es necesario que se recauden la totalidad de los fondos en los primeros años.

Por lo tanto, no se rechaza la primera hipótesis planteada en esta investigación, que señalaba que los costos totales de implementación de las prácticas y conservación del bosque bajo una escala mínima era menor a la máxima disposición a pagar por la protección de las áreas que favorecen el SEH.

Valoración económica de la oferta del SEH

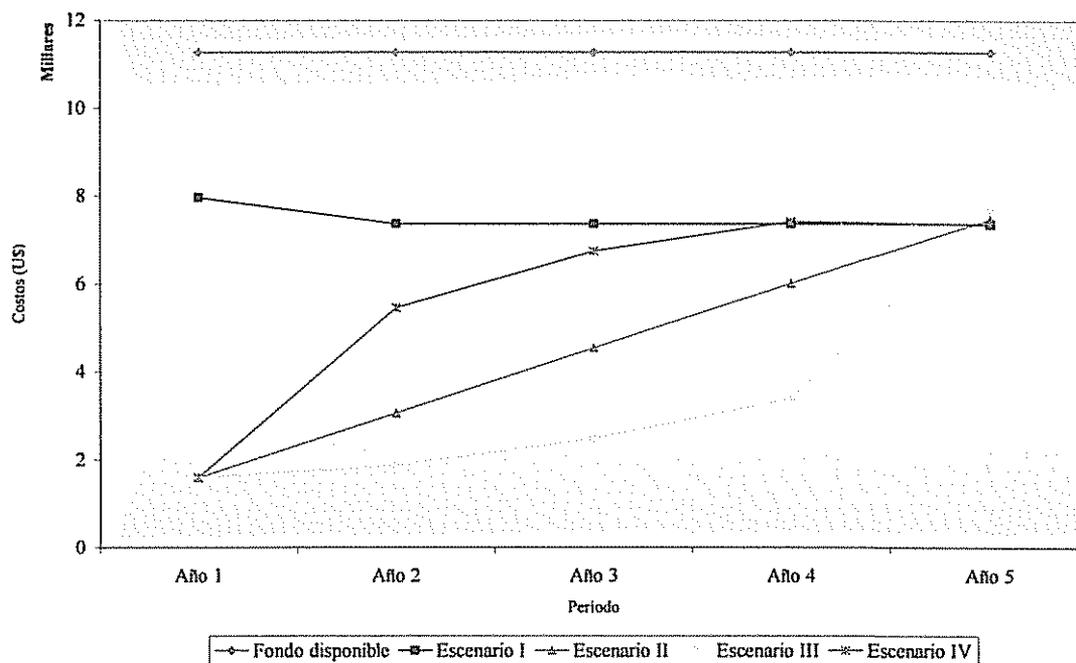


Figura 10. Comparación entre los diferentes escenarios de planes de inversión bajo una escala mínima y el fondo ambiental hídrico disponible en el municipio de Copán, Honduras

Ahora bien, como se mencionó en el inciso 4.2.2 (pág. 80) la incorporación de la ley forestal de Honduras y los resultados de Arcos (2005), como criterios que permiten seleccionar otras áreas dentro de la cuenca, aumentan la cantidad de superficie de áreas prioritarias para la provisión del SEH. Entonces, los costos totales bajo este escenario también incrementan.

A modo de comparación se estimó el plan I, el más costoso, y los planes II y III, los más promisorios, considerando la incorporación de estos criterios no técnicos en el mapa de áreas prioritarias. No obstante, sólo se considera la protección de un 50% del bosque, ya que existen propiedades de gran extensión y cuya incorporación en el esquema de PSEH se llevaría gran parte de los fondos disponibles, y por que existe terreno municipal que no recibiría pago y terrenos de la Junta Central de Agua de Siete Comunidades destinadas a la conservación que podrían estar exentos de pago (Cuadro 25, Fig. 11). Los restantes

supuestos considerados en la estimación de estos costos son los mismos, para poder comparar las dos posibilidades.

Bajo un escenario de selección de áreas prioritarias para la provisión del SEH para consumo humano, incorporando dos criterios no técnicos, los tres planes estimados son menores que los beneficios de uso indirecto del SEH. Los planes más promisorios continúan siendo los escenarios II y III, mientras que el más costoso y casi inviable es el escenario I.

La incorporación de estos criterios en la selección de AP para la oferta del SEH y considerando un 50% del bosque, que es seleccionado como de muy alta prioridad, genera un aumento en los costos totales de inversión del esquema de PSEH, sin embargo, no alcanzan a encontrarse por encima de la máxima disponibilidad de pago por parte de la población demandante del SE. **Por tanto, no se rechaza la primera hipótesis de estudio bajo un cambio de escala.**

Cuadro 25. Usos del suelo presente en las áreas de prioridad muy alta, incorporando los criterios legales y de bosque ripario, en las Microcuencas Sesesmiles y Marroquín.

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
TOTAL	337	100

Valoración económica de la oferta del SEH

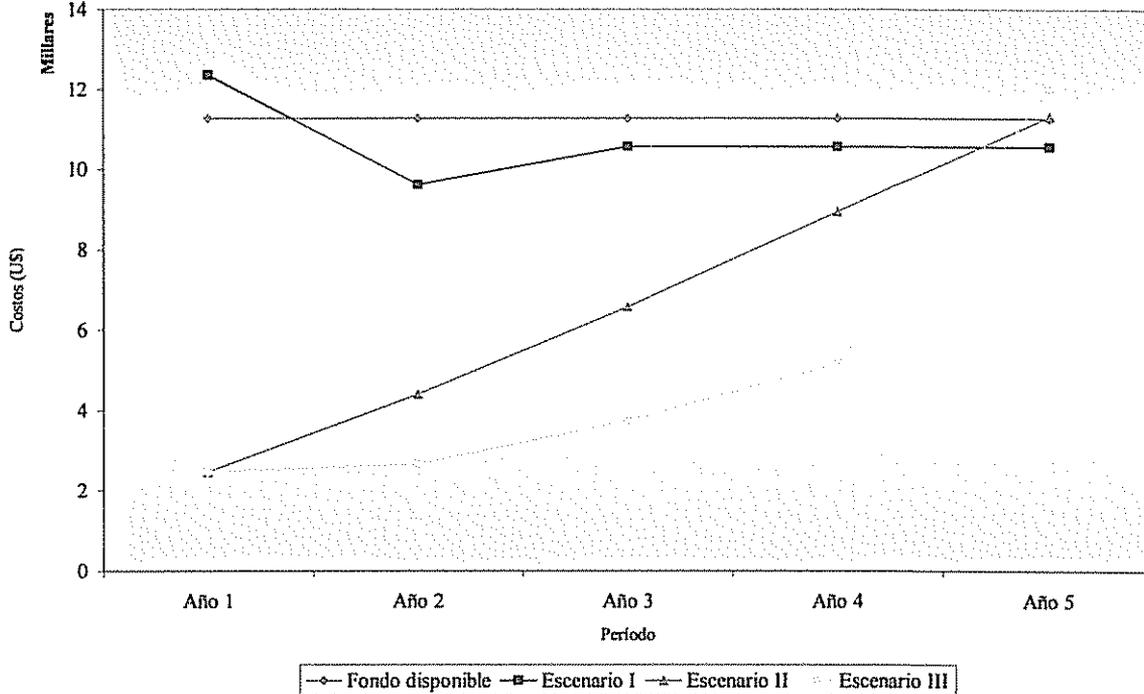


Figura 11. Comparación entre tres planes de inversión y el fondo ambiental hídrico disponible en el municipio de Copán, Honduras

4.5.6 Limitaciones de la valoración económica de la oferta del SEH para consumo humano

Los resultados de los planes de inversión propuestos conducen a detectar las principales limitaciones de este estudio y a manejar con cautela los mismos. Las limitaciones son:

- i. La cantidad de cada uso de suelo considerado en los análisis de sensibilidad puede variar, dado que no fueron obtenidos de información cartográfica de alta precisión. Por ejemplo, el matorral puede ser considerado como tal, siendo en realidad café. De tal forma que los costos totales de inversión variarán respecto a los estimados.
- ii. Bajo estos escenarios se considera que los productores son todos homogéneos. Es decir que todos presentan igual cantidad de superficie en sus propiedades. Situación irreal, dado que existen productores muy pequeños con menos de una ha hasta los más grandes con más de 140 ha. En la práctica esto conduciría a que si ingresa un gran productor al esquema de PSEH se destinaría gran parte de los fondos

ambientales hídricos a sólo compensar a ese productor. Esto además generaría una sensación de inequidad con los restantes potenciales oferentes del SEH.

- iii. Existen propiedades en los bordes de las áreas de prioridad muy alta en la provisión del SEH que pueden incluir otros tipos de prioridad, por ejemplo, áreas de prioridad media. Esas superficies deben ser sujetas de compensación, ya que se desea evitar reacomodos en la propiedad que conduzcan ultimadamente a disminuir la provisión del SEH en unas áreas y aumentarlas en otras, resultando en una contribución nula al esquema de PSEH.

Una segura solución al caso i es el levantamiento de la línea base de cada una de las propiedades que se quieren incluir en el esquema de PSEH. Con ello se tendrán los costos totales de inversión por propiedad, aunque faltan los costos de todas las restantes que pueden incluirse en el esquema.

Entonces, es necesario definir restricciones que generen equidad entre los potenciales oferentes del SEH, especialmente en términos de cantidad de superficie máxima a compensar por bosque. De tal modo, se podrían disminuir los costos totales de inversión bajo ambos escenarios propuestos de selección de áreas prioritarias. Además se debe recordar que en las áreas de muy alta prioridad existen terrenos municipales que estarían exentos de pago. Esto permitiría tener más recursos económicos para implementar las prácticas de conservación de suelos y aguas propuestas y la vigilancia del bosque.

En el último caso, es necesario incorporar las propiedades que presenten en sus terrenos tanto áreas de muy alta prioridad como de otra prioridad para evitar contribuciones nulas. Sin embargo, esto conduce a un aumento o disminución de los costos de intervención.

4.6 Estimación de los costos totales de los requerimientos técnicos del esquema de PSEH

Los requerimientos técnicos, propuestos como necesarios para que el esquema de PSEH sea sostenible, se presentaron en el capítulo de metodología (Cuadro 5). Son tres diferentes

ítems de gastos: contratación de personal, uso de papelería y adquisición de tecnología adecuada y contratación del sistema de monitoreo.

Respecto a la estimación de los costos de operación se analizan dos escenarios diferentes. El primero es un escenario con capacidad local instalada y el segundo, con capacidad local no instalada.

El primer caso se debe a que la acción del Programa FOCUENCAS I y II ha permitido fortalecer las capacidades de gestión local en la subcuenca del río Copán y en cada uno de los municipios que la componen. Es decir, se ha generado un terreno institucional y organizacional favorable para la implementación de un esquema de este tipo en el municipio de Copán Ruinas, lo cual ha sido señalado por Cisneros (2005).

En este sentido, ya existe personal contratado por la MANCORSARIC y el municipio de Copán Ruinas perfilado en la temática ambiental y la gestión integrada de los recursos hídricos. Por tanto, a estos funcionarios se les podría asignar tareas relacionadas al esquema de PSEH, a modo de disminuir los costos operativos. Además ya se cuenta con insumos como GPS y computadores, los cuales son necesarios para lograr el éxito de las tareas y un eficiente desempeño del esquema de PSEH.

Esta realidad es de mucha relevancia, pues muchos de los esquemas de PSEH al nivel municipal requieren de aportes económicos externos, ya sea para el pago de la compensación o para cancelar los requerimientos técnicos o una combinación de ambos. Ello produce que el esquema sea en alguna medida dependiente de la cooperación y pone en riesgo la sostenibilidad a largo plazo del esquema de PSEH. Este problema ha sido detectado por la FAO (2005).

Por ejemplo, en Nicaragua, de cinco acciones de PSEH al nivel municipal cuatro recibieron fondos externos adicionales a lo recaudado por el ajuste de la tarifa hídrica. En El Salvador y Honduras el 100% de las acciones recibieron fondos externos (PASOLAC 2004).

El segundo escenario, la estimación de los costos de operación considerando una muy baja capacidad local instalada, es en aras de que los costos de operación sean extrapolables a otros municipios y cuencas que no cuentan con un marco institucional fortalecido. Los resultados de ambos escenarios se encuentran en el cuadro 25, los cuales son provenientes de información secundaria, por ejemplo, entrevistas a personas que se desempeñan en tales cargos y los montos totales para el primer año y a partir del segundo.

El sistema administrativo consta de un(a) tesorero(a). La contratación de esta persona por un 5% de la jornada laboral asciende a un monto de 200 U\$*año⁻¹. Se considera esa porción de la jornada ya que debe lidiar con la contabilidad de tan sólo 30 productores. Los resultados indican que en promedio un(a) técnico contable se desempeña con esa función percibe 6.000 Lemp mensuales.

El sistema operativo sólo requiere de la contratación de un(a) técnico ambiental, a quién se le debe cancelar 2.541 U\$*año⁻¹, por 25% de la jornada completa. Esto considerando la contratación de un profesional al nivel de ingeniería.

Cuadro 25. Estimación de los costos de operación de un esquema de PSEH en el primer año y a partir del segundo.

Requerimiento técnico	Costos año 1 (U\$*año ⁻¹)		Costos año 2 en adelante (U\$*año ⁻¹)	
	Escenario I	Escenario II	Escenario I	Escenario II
Contratación tesorero(a) en 5% de la jornada laboral	200	200	200	200
Contratación Técnico ambiental en 25% de la jornada laboral	2.541	2.541	2.541	2.541
Papelería	400	400	400	400
Tecnología	0	2.563	-	-
Transporte	800	800	800	800
Total	3.941	6.504	3.941	3.941

Se recomienda la contratación al nivel de ingeniería, puesto que el profesional puede abordar más aspectos y no tan sólo los sujetos a la adopción de las prácticas de manejo. Por

ejemplo, la implementación de una base de datos en un programa idóneo, como Microsoft Acces, para determinar cuáles son las tendencias de cambio en la oferta del SEH y relacionarlas con la experiencia adquirida con los actuales y potenciales oferentes del SEH. Esto permite realizar una sistematización del esquema de PSEH, incluyendo las lecciones aprendidas y los reparos que se deben considerar desde un inicio en este tipo de esquemas.

La contratación total de personal asciende a un monto de 2.741 US\$*año⁻¹ para ambos escenarios y para todos los años por igual.

La papelería es requerida en los dos sistemas, administrativo y operativo. Además, no es diferente en los dos escenarios propuestos. Por tanto, se considera un solo monto que debe costear el organismo que maneje el esquema de PSEH. Este monto fue estimado en 400 US\$*año⁻¹.

Sin embargo, la adquisición de los elementos necesarios para hacer el levantamiento de la línea base de las fincas y el monitoreo es diferente en ambos escenarios. Se requiere ya sea de imágenes de satélite u ortofotos y un GPS para alcanzar con éxito estas actividades.

En el escenario I, a la fecha el Programa FOCUENCAS II, el Proyecto Gamma y fondos ambientales de la MANCORSARIC han destinado recursos económicos para la compra de 935 imágenes satelitales IKONOS, de 1 m de resolución, con 4 bandas espectrales y ortorectificadas. Éstas serán tomadas en diciembre de 2006. Abarcan 937 km², toda el área de la Mancomunidad. El costo total es de US\$ 25.735.

El precio por 1 km² de imagen es de US\$ 27,50. Dado que las microcuencas abarcan 69 km² y considerando un área de amortiguamiento de 6 km² el costo alcanza un monto de US\$ 2.063. Este monto es cubierto tan sólo por el aporte que realiza la MANCORSARIC (US\$ 5.735). Entonces, se considera que no se debe invertir recursos económicos por parte del fondo ambiental de la MANCOMUNIDAD, el cual es recaudado con base en la máxima disposición a pagar por parte de la población demandante del SEH.

Respecto al GPS el Programa FOCUENCAS II cuenta con uno, al igual que el municipio de Copán Ruinas. Cualquiera de los dos puede ser solicitado y prestado para los fines necesarios. Por tanto, el costo en la adquisición de tecnología por parte del fondo ambiental es U\$ 0 bajo este escenario.

Con ello se recalca lo mencionado anteriormente sobre la capacidad de gestión local en la Subcuenca del Río Copán y la MANCORSARIC, ya que se observa una acción colectiva. Esto se explica por que la MANCOMUNIDAD ha definido líneas estratégicas y todo proyecto y programa que se desee implementar en la zona tiene que estar acorde con ellas. Consecuentemente, se observa una sinergia positiva, como en el caso de la compra de imágenes satelitales de buena calidad, las que servirán no sólo para el esquema de PSEH sino que también para una multiplicidad de usos, como el que desarrolla el Proyecto Gamma.

En el escenario II, se considera el costo de las imágenes IKONOS ya mencionadas y la compra de un GPS Garmin, modelo no definido, ya que existe una variedad de modelos que son idóneos para los requerimientos del levantamiento de la línea base y el monitoreo de la adopción de las prácticas. El costo alcanza un monto de U\$ 500, que son el resultado del costo promedio entre todas las posibilidades.

Los costos totales de operación alcanzan a $3.941 \text{ U\$*año}^{-1}$ para el escenario I y el año 1 y para los dos escenarios en el año 2. El primer año del escenario II tiene un costo de $6.541 \text{ U\$*año}^{-1}$, el cual se explica por la compra de la tecnología adecuada. El aumento es de 165% respecto al escenario I.

Como se mencionó anteriormente, el sistema de monitoreo es un elemento importante para evaluar si los cambios realizados en las áreas prioritarias repercuten en la provisión del SEH. También se señaló que los costos en que se incurre por su implementación podrían ser absorbidos entre diferentes instituciones como organizaciones no gubernamentales, actores locales, la empresa de agua, el ministerio de salud, Proyecto Norte, entre otros. Esto se puede realizar mediante negociación y acuerdos entre las organizaciones.

Una forma de reducir los costos es mediante el apoyo institucional y financiero para la realización de un estudio de calidad de agua en las fuentes de agua prioritarias, ya sea a través de la tesis de un estudiante de pregrado o maestría, o la contratación de un organismo externo. Con esta investigación se puede determinar cuales son los parámetros que se encuentran por sobre la norma y la cantidad de muestreos a realizar en un año. Probablemente se pueda disminuir la cantidad de ambos y consecuentemente los costos del sistema de monitoreo.

En resumen, los costos totales de requerimientos técnicos se llevan alrededor de un 35% de los fondos disponibles por el ajuste de la tarifa hídrica. Al incorporar este costo a los costos de los diferentes planes de intervención del esquema de PSEH el escenario I es inviable, mientras que los restantes son viables (Figura 12). **Dado que el fondo recaudado por el ajuste de la tarifa hídrica es suficiente para cubrir los costos totales del esquema de PSEH, no se rechaza la segunda hipótesis planteada en esta investigación.**

Costos totales de inversión de un esquema de PSEH de consumo humano en el municipio de Copán Ruinas, Honduras (119 ha)

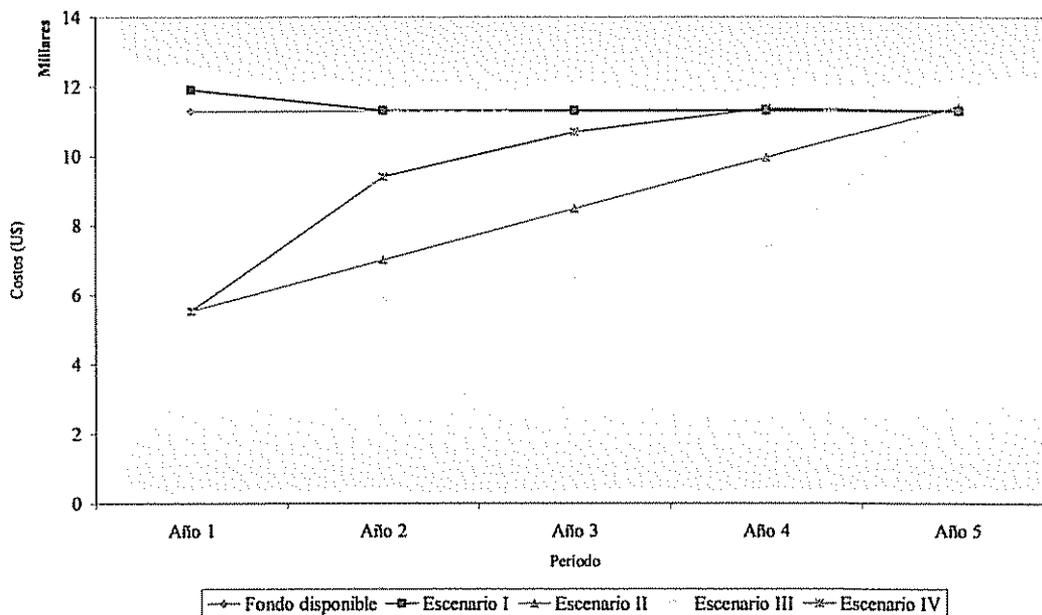


Figura 12. Comparación de los diferentes escenarios de planes de inversión totales más los costos de operación para el municipio de Copán Ruinas, Honduras

No obstante, al incorporar los costos operativos del esquema de PSEH en los costos de inversión, los cuales incorporan los criterios técnicos de la ley forestal y de bosque ripario; la segunda hipótesis es rechazada para el escenario I. Esta situación se debe a que los costos operativos se llevan un 35% del fondo ambiental en ambos escenarios posibles, mientras que para los restantes planes no se rechaza esta hipótesis, pues los costos totales son casi iguales al fondo hídrico disponible (Fig. 13).

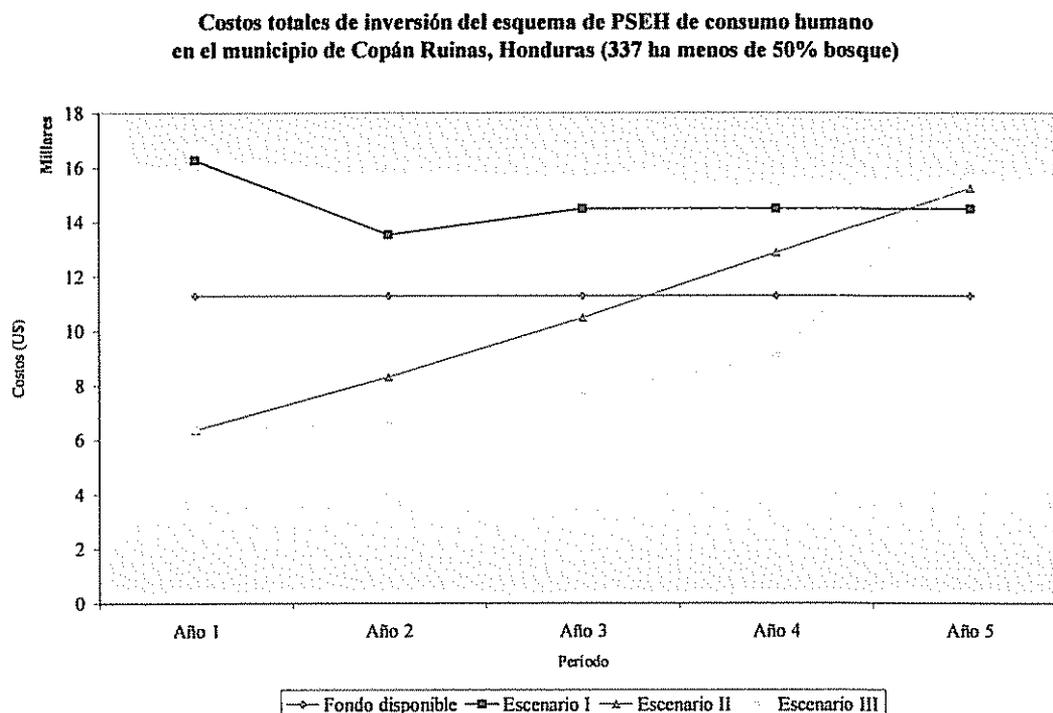


Figura 13. Comparación de tres planes de inversión, incorporando los criterios no técnicos en la selección de áreas prioritarias, más los costos de operación para el municipio de Copán Ruinas, Honduras

A la luz de la ley marco del sector de agua potable y saneamiento y la realidad del municipio de Copán Ruinas, se pueden disminuir los costos en la contratación de personal. Esto por que el SANAA prontamente traspasará la gestión del recurso hídrico que abastece al área urbana del municipio. Éste debe asegurar como actividad prioritaria las acciones de preservación de las fuentes de agua en cuencas, subcuencas y microcuencas para lograr la existencia del servicio, su sostenibilidad e incremento (Art. 31). De este modo, el municipio

absorbe los costos en recursos humanos, resultando en un total de costos de operación de 1200 U\$*año⁻¹.

En caso que el municipio absorba estos gastos, porque son sus obligaciones como prestador del servicio de abastecimiento de agua potable y con una incorporación de áreas prioritarias paulatina en el tiempo, se puede fijar un ajuste en la tarifa hídrica menor a la máxima disposición a pagar por parte de los oferentes. Esto permite generar beneficios sociales producto de la aplicación de un esquema de PSEH en el municipio de Copán Ruinas (Figura 14).

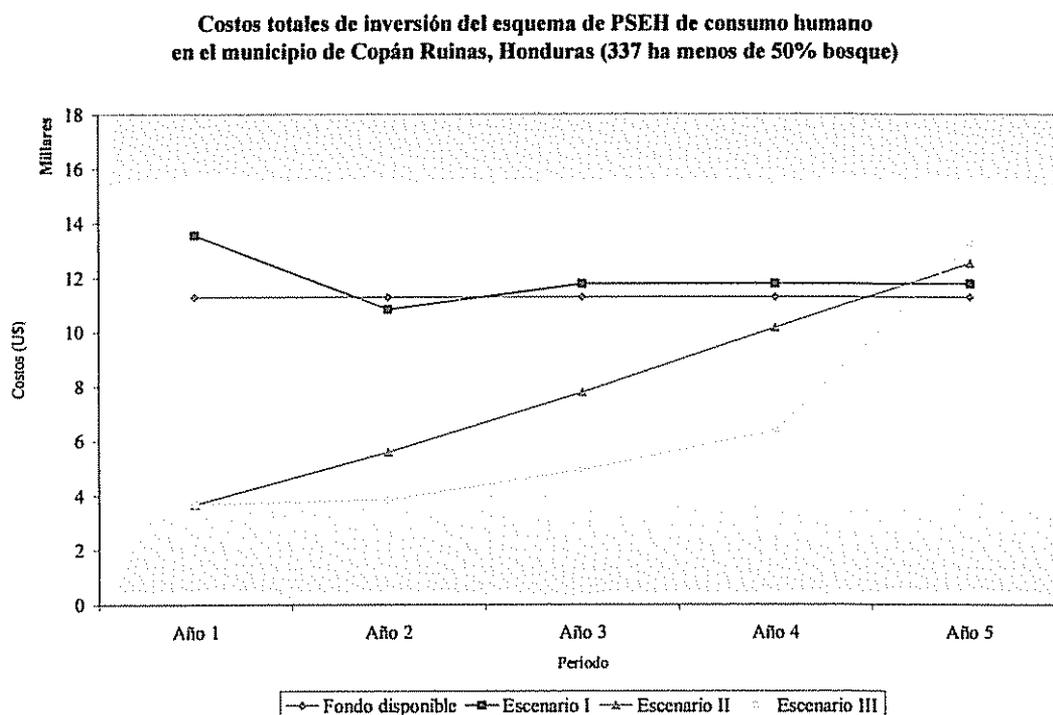


Figura 14. Comparación de tres planes de inversión, incorporando los criterios no técnicos en la selección de áreas prioritarias, más los costos de operación absorbidos por el municipio de Copán Ruinas, Honduras

4.7 Retroalimentación de la metodología utilizada

Las lecciones aprendidas por parte del comité asesor, los involucrados en el Programa FOCUENCAS II y la MANCORSARIC son las siguientes:

1. La identificación de las áreas prioritarias para la provisión del SEH de consumo humano es un proceso complejo. Se debe tener muy clara la causa de la reducción de la oferta del SEH, en disponibilidad, cantidad o calidad del agua, para determinar la dirección que debe enfatizar la identificación de las áreas críticas, en relación al flujo superficial o subterráneo.
2. El principal problema de las microcuencas abastecedoras de agua estudiadas radica en la disminución de la calidad de agua y la percepción de intermitencia en el servicio es función del deterioro en la infraestructura de captación y distribución del agua. Este elemento no es parte del servicio ambiental de protección del recurso hídrico, pero la incorporación de su análisis en el estudio de Cisneros (2005) fue un valioso aporte, ya que en este estudio se enfocaron los esfuerzos en el flujo superficial y la calidad del agua.
3. Asimismo, la complejidad en este proceso requiere de la participación de diferentes expertos en el tema para que señalen que criterios son los idóneos de contemplar en la identificación de las áreas prioritarias. Se necesitan distintas posturas de los expertos respecto a la importancia de cada criterio sobre la provisión del SEH de consumo humano, a modo que se reflejen todas las tendencias y se obtengan pesos promedios para la formulación de los índices aquí presentados.
4. La participación de expertos conocedores de la realidad local es también de mucha relevancia. Puesto que algunos de ellos pueden sugerir criterios muy técnicos que requieren de muchos insumos y que son muy costos. Si esto se hubiese dado en las zonas estudiadas, habría sido imposible la formulación de la metodología de identificación y selección de áreas prioritarias para la provisión del SEH.

5. Considerando las lecciones mencionadas y la metodología con la que se trabajó, fue fácil definir los índices de selección de fuentes y determinar las áreas prioritarias. Aunque la precisión es baja, su uso permite priorizar cuáles son las áreas mínimas de intervención para asegurar la provisión del SEH, a pesar de su sencillez. No obstante, a medida que se tenga información de mayor resolución, la precisión puede aumentar.
6. En otros estudios sobre PSEH al nivel municipal, la estimación de los montos de compensación están relacionados con la valoración económica de la demanda o los costos de implementar prácticas de conservación de suelos y agua o ambas. Sin embargo, en este estudio el cálculo está en función de la importancia en la contribución del uso de suelo sobre la oferta del SEH. Esto fue posible gracias a la gran adaptabilidad y gama de usos de suelo que presenta el índice desarrollado por el Proyecto GEF – Enfoques Silvopastoriles.
7. La metodología para estimar los montos de compensación, basados en el índice modificado de usos de suelo que favorecen el SEH, permite pagar por aquellos usos de suelo que tienen más importancia en la provisión del servicio, es decir, se premia a los productores que han tenido y tienen una conducta sostenible con el ambiente.
8. El pago de la compensación debe incluir a toda la propiedad, a pesar que una parte de ella no se encuentra en las áreas de prioridad muy alta. Esta situación encarece los costos totales de inversión, los que ya se encuentran por sobre el fondo ambiental hídrico disponible.
9. El sistema de monitoreo externo es un requerimiento técnico necesario para la eficiencia del esquema de PSEH, sin embargo, es costoso. Se requiere que el municipio de Copán Ruinas y otras instituciones formen alianzas estratégicas para implementarlo como parte del esquema.

Grandes dificultades en la recolección de datos no se presentaron. Solamente se reconoce que la resolución es baja, como por ejemplo, en la cartografía. Esta situación es una realidad inevitable al trabajar con países en vías de desarrollo y con altos niveles de pobreza, ya que las inversiones estatales o regionales en investigación no son rentables en estos países y se prioriza la disminución de la pobreza.

El supuesto de conservar los usos de suelo que en la actualidad proveen del SEH, en este caso los bosques, quizás no es el uso de suelo que más favorece la recarga hídrica y la calidad del agua, pero complementa la ley que los protege, la fortalece y premia a los productores que han tenido y tienen una conducta sostenible con el ambiente, por las razones que fuesen.

Además, permite disminuir los costos de oportunidad, los cuales en muchos casos son tan altos que hacen inviables la implementación de un esquema de PSEH. Se pueden disminuir y sólo contemplar una parte de ellos en la compensación, debido a que el propietario está “condenado” a proteger el bosque. Por tanto, aunque sea con una fracción del costo de oportunidad se ayuda a aliviar los costos en que incurre el propietario individual.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

1. Todos los escenarios que estiman los costos totales de intervención del esquema de PSEH son inferiores a los beneficios de uso indirecto del servicio ecosistémico hídrico. Esto contemplado sólo la adopción de las prácticas fomentadas y la conservación del bosque. Esto se debe a la definición de la escala mínima para seleccionar áreas prioritarias para la oferta del SEH de consumo hídrico. Por tanto, la primera hipótesis no se rechaza. Si a esto le sumamos los costos de operación la segunda hipótesis tampoco se rechaza.
2. Existe disposición a participar de un esquema de PSEH por parte de los productores que manejan las áreas priorizadas dado los altos montos de compensación estimados en este estudio.
3. Todas las áreas de drenaje de las fuentes prioritarias presentan cobertura boscosa, es decir, que el uso del supuesto de conservar los usos de suelo que actualmente proveen del SEH de consumo humano es adecuado. Este supuesto no sólo favorece la conservación y uso sostenible del recurso hídrico, sino que también otros servicios ecosistémicos como conservación de la biodiversidad y belleza escénica. Esta última es importante a nivel económico en la zona, ya que es una zona turística. Por tanto, la protección de las 337 ha, determinadas como de prioridad muy alta en la provisión del SEH, permite generar más beneficios sociales que sólo los percibidos por la provisión del SEH. Esto está sujeto a que se desarrolle el polo de turismo ecológico o agroturismo en la zona, como ha sido planteado por el municipio de Copán Ruinas.
4. La propuesta metodológica para la selección e identificación de fuentes de agua y áreas prioritarias para la provisión del SEH constituye una contribución a la metodología para implementar esquemas de PSEH de consumo humano y a nivel municipal. Además, permite identificar la escala mínima de intervención para la

provisión del SEH. No obstante, la identificación de las áreas críticas no es su único aporte, pues sirve para la toma de decisiones en otros aspectos del medioambiente como se ejemplificó en el punto anterior.

5. Para que la población demandante perciba los beneficios sociales de la protección del recurso hídrico requiere una pronta mejora en el sistema de abastecimiento de agua potable, puesto que si no se realizan las mejoras necesarias, la población no notará los cambios y el esquema perderá credibilidad y sostenibilidad a largo plazo.
6. La utilización del índice modificado de usos de suelo para la provisión del SEH 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, más allá de los relacionados a los sistemas silvopastoriles.
7. El grado de complementariedad que se genera entre esta herramienta económica de gestión integral del recurso hídrico y la declaratoria de vocación forestal hacen necesaria su implementación. Ello para disminuir la presión sobre el bosque y porque esta ordenanza municipal se encuentra debilitada. De esta forma se hace más eficiente a la ley y se disminuyen los costos privados por no producir en esas tierras.

5.2 Recomendaciones

1. Se debe validar la metodología propuesta para la selección e identificación de áreas prioritarias para la implementación de un esquema de PSEH. En ellas se debe incorporar información cartográfica de mayor resolución para evaluar la robustez del mismo.
2. Se propone incluir en el esquema metodológico propuesto por Alpízar y Madrigal (2005) para la implementación de esquemas de PSEH, la metodología de identificación de fuentes de agua y áreas prioritarias, una vez que haya sido validado en otras cuencas abastecedoras de agua.
3. Del mismo modo, se debe validar el uso del índice modificado de los usos de suelo en la provisión del SEH, éste no sólo en términos de usos de suelo, más bien en la metodología para estimar el pago por punto y en último término los costos de compensación de cada uso del suelo.
4. Se deben identificar posibles fuentes de financiamiento para ampliar el fondo ambiental hídrico y viabilizar el esquema de PSEH. Para ello es necesario definir claramente cuales son las actividades que se realizarán. Al mismo tiempo, se deben determinar indicadores adecuados para observar los cambios en la provisión del SEH de consumo humano.
5. En este sentido, se sugieren los estudios de calidad y cantidad de agua y el sistema de monitoreo a largo plazo como parte del esquema y realizado por terceros, con el objeto de entregarle aún más credibilidad al proyecto y así poder generar alianzas estratégicas entre instituciones encargadas de la gestión del recurso hídrico y acceder al financiamiento.
6. Para disminuir los costos totales de adopción de las prácticas seleccionadas se podría realizar un nuevo taller con los potenciales oferentes, en el cual se consensúen restricciones. Por ejemplo, que se compense por un máximo de superficie, dado que

existen propiedades que si se incluyen en el esquema de PSEH gran parte del fondo se destinaría a compensar a esas propiedades. De esta forma, se asegura la participación activa de los propietarios en la toma de decisiones respecto al uso de su tierra y equidad entre la heterogeneidad de propietarios.

7. En términos globales, así como el esquema de PSEH es una herramienta que complementa la declaratoria de vocación forestal, éste debe ser complementado por otras herramientas y enfoques. Uno de ellos es la educación ambiental. Esto significa, que además de premiar la actitud sostenible del productor, se le sensibilice sobre otros aspectos de manejo de los recursos naturales. Especialmente, considerando las variables que aumentan la probabilidad de que un propietario desee participar y se comprometa con la protección del recurso hídrico. Por ejemplo, el reciclaje de residuos sólidos, especialmente de plásticos. En este proceso, se debe incluir a toda la familia.

8. También se sugiere que se desarrolle un estudio de como se beneficia la familia, la mujer, los niños y niñas y la tercera edad producto de la incorporación en un esquema de PSEH. Así mismo, cómo son incluidos en el logro de lo acordado en el contrato y cuales son los cambios conductuales que esto genera. Esta información es relevante, ya que los hijos e hijas del oferente serán los potenciales oferentes del SEH en el futuro y sus demandas económicas deben ser cubiertas sin que ello conduzca a una reducción del ecosistema que provee los servicios ambientales.

6 LITERATURA CITADA

- Aguilar, A; Staver, C; Aguilar, V; Somarriba, S. 1998. Manejo selectivo de malezas para la conservación del suelo en café: evaluación de métodos químicos y mecánicos sin y con *Arachis pintoii*. En Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (7), Taller Latinoamericano de Mosca Blanca y Geminivirus (7) y Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe APS-CD (38, 1988, Managua, NI). 1988. Memorias. Eds MIP (Manejo Integrado de Plagas, NI). Managua, NI. 13.
- Alpizar, F. 2005. Curso de Valoración económica del Medioambiente. Turrialba, CR. CATIE. s.p.
- Alpizar, F; Madrigal, R. 2005a. Programa Innovación, Aprendizaje y Comunicación para la Cogestión Adaptativa de Cuencas FOCUENCAS II. Propuesta de una Metodología Estandarizada para el Diseño e Implementación de un Esquema de Pago por Servicios Ambientales Hídricos a Nivel Local. Turrialba, CR. CATIE. 17 p.
- _____; Madrigal, R. 2005b. Proyecto Enfoques Silvopastoriles Integrados para el Manejo Sostenible de Ecosistemas. Informe de taller: Construcción de un índice de usos del suelo relacionados con la provisión hídrica: Insumo para una propuesta integral de PSA hídrico. Turrialba, CR. SEBSA CATIE. 17 p.
- Argel, PJ; Villareal, MC. 1998. Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744): Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico. 32 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.
- Argel, PJ; Villareal, MC. 1998. Nuevo Maní Forrajero Perenne (*Arachis pintoii* Krapovickas y Gregory). Cultivar Porvenir (CIAT 18744): Leguminosa herbácea para alimentación animal, el mejoramiento y conservación del suelo y el embellecimiento del paisaje. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica (MAG), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Boletín técnico. 32 p.
- Astorga; Y. 2005. Curso para la Maestría en Gestión Integrada de Recursos Hídricos. Turrialba, CR. CATIE. 63 p.

- Azqueta, D. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, ES. McGraw-Hill/Interamericana de España. 289 p.
- Baltodano, ME. 2005. Valoración económica de la oferta del servicio ambiental hídrico en las subcuencas de los ríos Jucuapa y Calico, Nicaragua. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR. CATIE. 105 p.
- Bishop, J; Landell-Mills, N. 2002. Forest environmental services: an overview. *En* Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. eds. Selling environmental services. Market based mechanism for conservation and development. London UK. Earthscan. 15-36 p.
- Blinn, CR; Kilgore, MA. 2001. Riparian Management Practices: A Summary of State Guidelines. *Journal of Forestry*: 11-17.
- Brady, NC; Weil, RR. 1996. The nature and properties of soil. 11 Edición. Prentice-Hall. New Jersey, US. 740 p.
- Buckles, D; Barreto, HJ. 1996. Intensificación de sistemas de agricultura tropical mediante leguminosas de cobertura: un marco conceptual. Documento no 96-06 del NGR. CIMMYT, D.F. MX. 13 p.
- Campos, JJ; Alpízar, F; Louman, B; Parrotta, J. 2005. An integrated approach to forest ecosystem services. *En* Mery, G; Alfaro, R; Kanninen, M; Lobovikov, M. (eds.) Forests in the Global Balance – Changing Paradigms. 2005. Helsinki, FI. IUFRO World Series. Volume 17. p. 97-116.
- CATIE, (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2006. Propuesta de protocolo para el establecimiento de la línea base y para el monitoreo de la cogestión de cuencas hidrográficas en lo referente a la variable: Patrones de producción y comercialización contribuyentes a la gestión sostenible de las cuencas y el ambiente. Turrialba, CR. 9 p.
- _____. 2004. Programa Innovación, aprendizaje y comunicación para la cogestión adaptativa de cuencas. FOCUENCAS II: propuesta para la segunda fase presentada a la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI). Turrialba, CR. 75 p.
- _____. 2003. Gestión y desarrollo de proyectos locales en cuencas seleccionadas de Honduras. HN. 33 p.
- Cazarsola-Clariso, X. 2003. Conflictos en el manejo integrado de los recursos hídricos: la crisis de la gobernabilidad y los usuarios del agua. Morelos, MX. Universidad Autónoma del estado de Morelos. 20 p.
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y El Caribe). 1994. Políticas Pública para el desarrollo sustentable: gestión integrada de cuencas. Santiago, CL. 231 p.

- Chica, N. 2005. Sistematización de experiencias de transferencia de tecnología agrícola y organización comunitaria en la Subcuenca del Río Copán, Honduras Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 131 p.
- CIDICCO (Centro Internacional de Información sobre Cultivos de Cobertura, HN). 1995. Noticias sobre cultivos de cobertura no. 9. El uso de leguminosas de cobertura para el café. Tegucigalpa, HN. 8 p.
- _____. 1995b. Noticias sobre cultivos de cobertura no. 8. El uso del madriado (*Gliricidia sepium*) como sombra en plantaciones de café (basado en la experiencia de caficultores de Copán, Honduras) Tegucigalpa, HN. 8 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.
- CIUP (Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico) 2003. El manejo sostenible de los recursos hídricos. Economía y Ambiente V: 1.
- Conferencia de Directores Generales de Iberoamérica (3, 2003, Cancún, MX) 2003. Iniciativa para el agua Unión Europea: componente latinoamericana. ES. HISPAGUA. 64 p.
- CONASH S. DE R.L. DE C.V. 2006a. Informe de diagnóstico: Estudio de factibilidad y diseño para la ampliación de los sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario de la ciudad de Copán Ruinas e implementación de un modelo de gestión local. Copán Ruinas, HN. 69 pp.
- Costanza, R; Cumberland, J; Daly, H; Goodland, R; Norgaard, R. 1997. An introduction to ecological economics. Florida, US. CRC Press LLC. 275 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.
- Desmet, P; Govers, G. 1996. A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation. 15 (5): 427-433.
- Dourojeanni, A. 1994. Políticas públicas para el desarrollo sustentable: la gestión integrada de cuencas. Santiago, CL. CEPAL. 238 p.
- Echavarría, M; Vogel, J; Albán, M; Meneses, F. 2003. The impacts of payments for watershed services in Ecuador. Emerging lessons from Pampiro and Cuenca. London, UK. International Institute for Environmental Development. 61 p.

- ESNACIFOR (Escuela Nacional de Ciencias Forestales, HN). 2005. División de producción y servicios. Departamento de SIG. Siguatepec, HN.
- Erenstein, O. 1999. La conservación de residuos en los sistemas de producción de maíz en Ciudad Guzmán y San Gabriel, Jalisco. CIMMYT. Documento del NRG 99-01 Es. México, D.F. MX. 38 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) 2004a. 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) 2004b. Foro electrónico sobre sistemas de pagos por servicios ambientales en cuencas hidrográficas. Informe Final. Santiago, CL. 27 p.
- _____. 1999. Diagnóstico participativo de la Cuenca del Río Copán: informe final. Tegucigalpa. HN. 42 p.
- _____. 1969. Los suelos de Honduras. Roma, IT. 88 p.
- Gobbi, J; Ibrahim, M; Casasola, F; Ramírez, E; Murgueitio, E. 2005. ¿Solucionando el problema de Monitoreo? El uso de un índice ecológico como herramienta para aplicar un pago por servicios ambientales. *En* Henry Wallace/CATIE Inter-American Conferences Series (4, 2005, Turrialba, CR). 2005. Integrated management of environmental services in human-dominated tropical lanscapes. CATIE. p. 15-18
- Gómez, R. 1988. Validación del asocio de leguminosas (*Canavalia ensiformis* y *Vigna unguiculata*). *En* Congreso Internacional de Manejo Integrado de Plagas (7), Taller Latinoamericano de Mosca Blanca y Geminivirus (7) y Reunión Anual de la Sociedad Americana de Fitopatología División Caribe APS-CD (38, 1988, Managua, NI). 1988. Memorias. Eds MIP (Manejo Integrado de Plagas, NI). Managua, NI. 50 p.
- Gordón, R; Franco, J; González, A; de Gracia, N; de Herrera, AP. 1997. Evaluación del sistema de asocio y/o rotación del Maíz y Canavalina en dos épocas de siembra, Panamá, 1993-1994. *En* Bolaños, J (eds). Síntesis de resultados experimentales 1993-1995. Programa Regional de Maíz para Centroamérica y el Caribe. CIMMYT-PRM, Ciudad de Guatemala, GT. 111-142.
- Guillén, R. 2002. Modelación del uso de la tierra para orientar el ordenamiento territorial en la subcuenca del Río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 90 p.
- Haan, C; Jonson, H; Brakenstek, D. 1982. Hydrologic modeling of small watersheds. USA. ASAE. 533 p.

- Hernández, OR. 1995. Rendimiento y análisis financiero del sistema agroforestal café (*Coffea arabica* cv Caturra) con poró (*Erythrina poeppigiana*) bajo diferentes densidades de laurel (*Cordia alliodora*). Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 70 p.
- Herrador, D; Dimas, L. 2000. Aportes y limitaciones de la valoración económica en la implementación de esquemas de pagos por servicios ambientales. San Salvador, SV. PRISMA 41. 16 p.
- Imbach, P. 2005. Priority areas for payment for environmental services (PES) in Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR. CATIE. 88 p.
- INE (Instituto Nacional de Estadística, HN). 2001. Actualidad de comercio exterior. Exportaciones de café (en línea). Tegucigalpa, HN. Consultado 23 jul Disponible en: <http://www.ine-hn.org/enconomica/pdf/exportacion%20de%20cafe%201900-2000.pdf>
- Jiménez, F. 2005a. Curso de Maestría en Manejo de Cuencas Hidrográficas I: Conceptos básicos en Manejo de Cuencas. Turrialba, CR. CATIE. 7 p.
- _____. 2005b. Curso de Maestría Manejo de Cuencas Hidrográficas I: La Cuenca Hidrográfica como unidad de planificación, manejo y gestión de los recursos naturales. Turrialba, CR. CATIE. 28 p.
- _____; Faustino, J. 2005. Experiencias y potencialidades del pago de servicios ambientales en cuencas hidrográficas en América Central. *En* Henry Wallace/CATIE Inter-American Conferences Series (4, 2005, Turrialba, CR). 2005. Integrated management of environmental services in human-dominated tropical landscapes. CATIE. p. 63-69.
- Kiersch, B. 2000. Relaciones en tierra-agua en cuencas hidrográficas rurales. Taller electrónico. Impactos del uso de la tierra sobre los recursos hídricos: revisión bibliográfica. Roma, IT. Dirección de Fomento de Tierras y Aguas, FAO. 14 p.
- Lyon, SW; Walter, MT; Gérard-Marchant, P; Steenhuis, TS. 2004. Using a topographic index to distribute variable source area runoff predicted with the SCS curve-number equation. *Hydrological Processes* 18: 2757-2771.
- MANCORSARIC (Mancomunidad de Municipios Copán Ruinas, Santa Rita, Cabañas y San Jerónimo, Copán Ruinas, HN). 2004. Plan estratégico del plan de salud de la Mancomunidad (2004-2015). 91 p.
- _____. 2003. Plan estratégico de desarrollo de la MANCOMUNIDAD de la Ruta Maya (2004-2014). 38 p.
- _____. 2003b. Diagnóstico de Copán Ruinas. 14 p.

- Maneta, M; Schnabel, S. 2003. Aplicación de redes neuronales artificiales para determinar la distribución espacial de la humedad del suelo en una pequeña cuenca de drenaje. Estudios preliminares. *En*: Álvarez-Benedí, Marinero, P. (eds). Estudios de la Zona No Saturada del Suelo. Vol VI. 295-304.
- Malavasi, E. 2002. Serie de apoyo académico N° 34. Sistema de cobro y pago por servicios ambientales en Costa Rica. CR. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 28 p.
- Malczewski, J. 2000. On the use of weigthened linear combination method in GIS: common and best practice approach. *Transactions in GIS* 41 (1): 5-22.
- _____. 1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John Wiley and Sons. New York, US. 392 p.
- Mejías, R; Segura, O. 2002. Situación actual del pago por servicios ambientales. San José, CR. CINPE. 89 p.
- Morgan, RPC. 1997. Erosión y conservación del suelo. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, ES. 343 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.
- OPS/OMS (Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud). 2001. 53 Sesión del comité regional: salud, agua potable y saneamiento. 21p.
- _____. 2003. Análisis sectorial del agua potable en Honduras. Tegucigalpa, HN. 274 p.
- Otero, S: 2002. Creación y diseño de organismos de cuencas den la subcuenca del Río Copán, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 119 p.
- Pagiola, S; von Ritter, K; Bishop, J. 2004. Assessing the economic value of ecosystem conservation. *Environmental papers* N° 101. World Bank. Washington D.C., US. 57 p.
- _____; Landell-Mills, N; Bishop, J. 2003. Market-based mechanisms for forest conservation development. *En* Pagiola, S; Bishop, J; Landell-Mills, N. eds. Selling environmental services. Market based mechanism for conservation and development. Londos, UK. Earthscan. 1-13.
- Paniagua, A; Kammerbauer, J; Avedillo, M; Andrews, AM. 1999. Relationship of soil characteristics to vegetation successions on a sequence of degraded and rehabilitated soils in Honduras. *Agriculture, Ecosystems and Environmental* 72: 215-225.

- Parra, O; Valdovinos, C; Habit, E; Figueroa, R. 2004. Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua del Sistema Río Biobío. Informe Técnico. Centro de Ciencias Ambientales EULA-Chile, Universidad de Concepción. Concepción, CL. 74 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.
- Peña, H; Solanes, M. 2003. La gobernabilidad efectiva del agua, un tema crítico. Kyoto, JP. GWP y CEPAL. 45 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 Edición. Managua, NI. PASOLAC. 71 p.
- _____; Tschinkel, H. 2003. Improving watershed management in developing countries: a framework for prioritising sites and practices. Agren Network paper N° 129. 15 p.
- PMDN (Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales, HN); Secretaría de Gobernación y Justicia; CHF Internacional (Comunidad Hábitat Finanzas, HN). 2005. Análisis de la vulnerabilidad y propuesta de estrategia de mitigación de riesgos: Cuenca del Río Copán-Gilla Municipios de Cabañas, Copán Ruinas y Santa Rita Departamento de Copán. 78 p.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de extensión para el Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, CR. IICA y GTZ. 319 p.
- Renard, KG; Foster, GR; Weesies, GA; McCool, DK; Yoder, DC. 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Soil Loss Equation (RUSLE). U.S. Dept. of Agriculture, Agric. Handbook No. 703, 404 p.
- Rojas, M; Aylward, B. 2003. ¿Qué estamos aprendiendo de la experiencia con los mercados de servicios ambientales en Costa Rica? Revisión y crítica de la literatura. Londres, UK. International Institute for Environment and Development. 105 p.
- Rosa, H; Kandel, S; Dimas, L. 2003. Compensación por servicios ambientales y comunidades rurales. Lecciones de las Américas y temas críticos para fortalecer estrategias comunitarias. San Salvador, SV. Prisma. 78 p.
- Sanghyun, K; Lee, H. A digital elevation analysis: a spatially distributed flow apportioning algorithm. Hydrological Processes 18: 1777-1794.

- SICA (Sistema de Integración Centroamericana); CRRH (Comité Regional de Recursos Hidráulicos); UICN (Unión para la Conservación de la Naturaleza); GWP CATAAC (Asociación Mundial del Agua Centroamérica). 2003. Dialogo agua y clima Centroamérica. Resumen ejecutivo. San José, CR. 44 p.
- Sancho, F. 1995. *Arachis pintoii* como cultivo de cobertura en plantaciones de café. *En* Reunión bienal de la Red Latinoamérica de Labranza Conservacionista (3, 1995, San José, CR) 1996. Memorias. El uso sostenible del suelo en zonas de ladera: el papel esencial de los sistemas de labranza conservacionista. Bertsch, F; Monreal, C (eds) FAO y MAG. 288- 292.
- Tognetti, S; Mendoza, G; Aylward, B; Southgate, D; Garcia , 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 de jul de 2005. Disponible en:
<http://www.rlc.fao.org/foro/psa/pdf/tognetti.pdf>
- Tyller Myller, G. 1994. Ecología y medio ambiente. D.F. MX. Séptima ed. Editorial Iberoamericana. 867 p.
- UICN (Unión Mundial para la Naturaleza) 2000. Visión del agua y la naturaleza: estrategia mundial para la conservación y manejo sostenible de recursos hídricos en el siglo XXI. Gland, CH. UICN Canadá. 62 p.
- Urrutia, R; Parra, O; Acuña, A. 2003. Los recursos hídricos: una perspectiva global e integral. Buenos Aires, AR. Overprint Grupo Impresor SRL. 192 p.
- Vásquez, R. 1997. El manejo de efluentes en el beneficiado del café en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* 21 (1): 69-76.
- Villón, M. 2004. Hidrología. Cartago, CR. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 470 p.
- Wise, S. 2000. Assesing the quality for hydrological applications of digital elevation models derived from contours. *Hydrological Processes* 14: 1909-1929.
- WWC (World Water Council) 2004. Problemas de agua en Latinoamérica(en línea). Marseille, FR. Consultado 3 de oct. 2005. Disponible en :
http://www.worldwatercouncil.org/fileadmin/wwc/News/WWC_News/water_problems_es_22.03.04.pdf
- Wunder, S. 2005. CIFOR Ocassional papper No 42. Payments for environmental services: some nuts and bolts. Jakarta, ID. CIFOR. 25 p.

7 ANEXOS

Anexo 1. Encuesta aplicada a los productores que se encuentran en las áreas priorizadas.

No. De
Encuesta: _____

ENCUESTA SOCIOECONOMICA APLICADA A LOS POTENCIALES PROVEEDORES DEL SEH EN EL MUNICIPIO DE COPÁN RUINAS, HONDURAS

A ser leído al entrevistado antes de realizar la entrevista:

Buenos días/tardes señor(a). Mi nombre es Rafaela Retamal, de nacionalidad chilena y soy estudiante del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). CATIE es un centro internacional de investigación que esta trabajando con la MANCORSARIC y la Municipalidad de Copán Ruinas para contribuir a la reducción de la pobreza rural promoviendo una agricultura y manejo de los recursos naturales sostenibles. En este sentido, yo estoy realizando mi tesis con el apoyo de estas instituciones.

El objetivo central de la investigación es delimitar las áreas que proveen de buena calidad de agua para consumo humano, luego se desea estimar el monto de compensación que se debería pagar al productor para que conserve los bosques de esas zonas o implemente prácticas de manejo y conservación de suelos y agua en su finca.

Por ello, la información que UD nos brinde nos será de mucha ayuda para comprender qué lo ha conducido a tomar decisiones sobre el uso de su tierra, cuáles son sus preferencias y los costos en los que incurre en la actividad que realiza y nos permite identificar cuáles son las prácticas que deben ser implementadas de acuerdo a su realidad. Además, le garantizo que la información que usted nos provea será manejada de forma completamente confidencial y únicamente para fines académicos.

SECCION 1: DATOS GENERALES SOBRE LA ENTREVISTA

La siguiente tabla debe ser completada por el entrevistador antes y después de la entrevista:

1.1 Nombre del Entrevistador:		
1.2 Fecha:	1.3 Hora Comienzo:	1.4 Hora Termino:
1.5 Localización de la finca (alta, media o baja de la microcuenca):		
1.6 Nombre completo del entrevistado:		
1.7 Forma de contactarlo como teléfono donde dejarle un mensaje:		
1.8 Algún distintivo para identificar la finca:		

SECCION II: IDENTIFICACIÓN DEL ENTREVISTADO

2.1	El entrevistado es:	Dueño.....01 Administrador.....02 Otro _____03 (especifique)
2.2	¿Cuántos años tiene el/la entrevistado(a)?	Años <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/>
2.3	¿Cuál es el género del/ la entrevistado?	Femenino.....01 Masculino.....02
2.4	¿Cuál es su máximo nivel educativo alcanzado? (<i>preguntar si sabe leer y escribir</i>)	1. Ninguno 2. Primaria incompleta 3. Primaria completa (<i>hasta 6º grado</i>) 4. Ciclo común (<i>hasta 3º grado, intermedio</i>) 5. Bachillerato (<i>hasta 3º grado, Secundaria</i>) 6. Universitario
2.5	¿Cuál es su estado civil?	1. Soltero 2. Unión libre 3. Casado por el civil o la iglesia 4. Divorciado o separado 5. Viudo (a)

SECCIÓN III: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROPIEDAD

3.1	¿Cuál es el nombre de su propiedad?	
3.2	¿Cuál es el área total de su propiedad?	Superficie..... <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> Unidades _____ (especifique)
3.3	<i>Se debe explicar que no soy parte del gobierno y no esta en relación con el cobro de impuestos</i> ¿Qué tipo de propiedad posee?	1. Privada 2. Familiar 3. Comunal o cooperativa 4. Ejidal (<i>terreno municipal tomado</i>) 5. Alquilada 6. Otro _____ (especifique)
3.4	¿Hace cuanto tiempo que tiene esta propiedad?	Años <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/> <input style="width: 20px;" type="text"/>
3.5	¿A qué comunidad pertenece?	_____ (especifique)

Localización de la finca: microcuencia y toma de agua que afecta la propiedad. <i>Se completa en conjunto con el entrevistado</i>		
3.6	¿Sabe usted que su finca se encuentra cerca de una quebrada _____? <i>Con el nombre que UD la conoce</i>	NO.....01 SI.....02 (especifique) (especifique)
3.7	¿Sabe que su finca se encuentra cercana a la fuente o toma de agua que abastece a la comunidad _____ de _____?	NO.....01 SI.....02 (especifique)

SECCION IV: DATOS SOBRE RESIDENTES DEL HOGAR

4.1	¿Su familia vive dentro de la finca?	NO.....01 SI.....02							
4.2	¿Cuántos son los miembros de su familia? ¿Cuántas hijas? ¿Cuántos hijos?	Cantidad.....	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>						
4.3	¿Todos los miembros de su familia se benefician de la producción de su finca? ¿Cuántos?	NO.....01 SI.....02 Cantidad.....	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>						
4.4	¿Dentro de su finca viven personas que no sean miembros de su familia? ¿Cuántas?	NO.....01 SI.....02 Cantidad.....	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>						
<p align="center">Solicitar información sobre cada uno de sus hijos y resto de personas que se benefician de la finca. Formulario a llenar desde el mayor al menor de los hijos del entrevistado y luego las otras personas.</p>									

Relación parentesco	Edad	Género	Estado civil	Educación	Beneficia de la finca	Trabaja en la finca	Trabaja fuera de la finca	Empresa donde trabaja	Actividad principal de la empresa donde trabaja	Aporta con los gastos
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No
		F M			Si No	Si No	Si No			Si No

Clave de estado civil: 1. Soltero 2. Unión libre 3. Casado por el civil o la iglesia 4. Divorciado o separado 5. Viudo	Clave de máximo nivel alcanzado: 1. Ninguno 2. Primaria incompleta 3. Primaria completa (6°) 4. Ciclo común (3°) 5. Bachillerato (3°) 6. Universitario
---	--

5.12	¿Es su mano de obra familiar? y/o ¿Es su mano de obra contratada?	¿Cuántos?..... ¿Cuántos?.....
5.13	¿En qué época contrata a sus trabajadores?	
5.14	¿Qué labores desempeñan cuando son contratados?	
5.15	¿Tiene algún problema de escasez de mano de obra? ¿En qué época?	NO.....01 SI.....02 (especifique)
5.16	¿Cuánto pagan generalmente en esta zona donde UD vive por un jornal?	Lempiras.....
5.17	¿Existe diferenciación de jornal por actividades?	NO (pasa a 5.18).....01 SI.....02
5.18	¿Cuál es el jornal de cada actividad?	¿Cuántas veces al año se realizan estas actividades?
	Corte de Café	
	Ordeño Ganadería	
	Otra	
5.19	¿Dónde provienen los insumos de su finca (nombrar)?	1. De la finca (cultivos orgánicos) 2. Comprados ¿Dónde? ¿Precio? ¿Cuántos compra? 3. Compartidos con vecinos ¿Cuántos? 4. Regalados ¿Siempre? 5. Otro (especificar)
5.20	¿Qué tipo de infraestructura ha construido en la finca para mejorar su producción? <i>Especificar hace cuanto tiempo que fue construido</i>	1. Establos 2. Patios de secado de café 3. Tanques de agua 4. Otro (especifique)
5.21	¿Realiza alguna otra actividad NO AGRÍCOLA Y/O NO GANADERA? <i>Por ejemplo, piscicultura, apicultura</i>	NO (pasa a sección VI).....01 SI.....02 (especifique)
5.22	¿Durante cuánto tiempo al año realiza esta(s) actividad(es)?	
5.23	¿Quién se encarga de esta(s) actividad(es). <i>Podría hablar con esa persona al finalizar esta entrevista?</i>	

SECCION V: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN – USO DEL SUELO

Cultivo/uso del suelo (5.1)	Área (5.2)	Rendimiento (5.3)	Cubierta del suelo (5.4)	Fertilización: qca. u org (5.5)	Deshierba o limpieza (e) (5.6)	Control de plagas qca. u org. (5.7)	Destino de la producción		Costos Lemp/sup (5.10)	Ganancias Lem/sup (5.11)
							Autoconsumo (%) (5.8)	Venta (%) (5.9)		
Café										
Frijol										
Maiz										
Hortalizas										
Ganadería										
1. Potreros			(a)	(b)		(d)				
2. Cabezas ganado										
Otros										
Otros										
Otros										
TOTAL FINCA										

(a): Tipo de áreas de pastura: ¿pasto XX, pasturas mejoradas?

(b): Tipo de alimentación (% de comprado; % de la finca)

(c): machete, azadón, herbicida o quema

(d): manejo de excretas y residuos de comida; ¿Su ganado va a beber agua a la quebrada, o el potrero está cercano a la quebrada?

SECCIÓN VI: PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

6.1	¿Aplica algún tipo de práctica de conservación o manejo de suelos o retención de aguas?	NO (<i>pasa a 6.6</i>).....01 SI.....02 _____ (especifique)
6.2	¿Aplica la(s) práctica(s) en toda la finca?	NO.....01 _____ (especifique) SI.....02 _____
6.3	¿Qué tipo de práctica aplica? Barrera Muerta o Vivas Zanjas (<i>manejo de agua y conservación de suelo</i>) Terrazas/acequias Manejo de rastrojos No quema Vegetación natural Otro _____	¿De qué material esta constituido? Superficie
6.4	¿Ha recibido capacitación formal para la implementación y manejo de estas prácticas?	NO01 SI.....02 _____
6.5	¿Cómo financió la construcción de las obras implementadas? <i>Pasa a 6.9</i>	1. Dinero propio 2. Préstamo 3. Donación 4. Proyecto comunitario 5. Otro _____(especifique)
6.6	¿Por qué no ha implementado alguna práctica de conservación de suelos o retención de aguas?	1. Falta de recursos económicos (<i>pasa a 6.7</i>) 2. La propiedad no es mía 3. No conozco obras de protección (<i>No me interesa</i>) 4. Otro _____ (especifique)
6.7	¿Qué ha hecho para buscar apoyo financiero?	1. Solicitud de crédito a instituciones formales 2. Solicitud de créditos a instituciones informales 3. Nada 4. Otro _____
6.8	¿Fue rechazada su solicitud? ¿Por qué?	NO.....01 SI.....02 _____ (especifique)
6.9	¿Le gustaría implementar alguna práctica o conservar los bosques (<i>el monte</i>)?	NO (<i>pasa a sección VII</i>).....01 SI.....02 _____
6.10	¿Qué tipo de práctica le gustaría implementar?	1. Obras físicas (barreras muertas, terrazas, acequias) 2. Barreras vivas _____ ¿De qué? 3. Otras _____ (especifique) 4. Otras _____ (especifique)

SECCIÓN VII: CONSERVACIÓN DE VEGETACIÓN NATURAL

7.1	¿Dentro de su finca tiene algún tipo de vegetación natural monte?	NO <i>(pasa a sección 7.7)</i>01 SI.....02 _____ <i>(especifique)</i>
7.2	¿Realiza alguna extracción de la vegetación para venta?	NO <i>(pasa a 7.5)</i>01 SI.....02
7.3	¿Qué productos del bosque comercializa?	1. Madera _____ 2. Frutas _____ 3. Leña _____ 4. Otros _____ <i>(especifique)</i>
7.4	¿Cuánto comercializa de cada uno y cuanto porcentaje le aporta a sus ingresos (cuanto de sus ingresos proviene de los bosques)?	
	Producto	¿Cuánto comercializa?
	Madera	
	Frutas	
	Leña	
	Otros	
	Otros	
7.5	¿El bosque aporta con algún producto al consumo familiar?	NO <i>(pasa a 7.7)</i>01 SI.....02
7.6	¿Cuales?	1. Madera _____ 2. Frutas _____ 3. Leña _____ 4. Otros _____ <i>(especificar)</i>
7.7	¿En los últimos 10 años ha cortado o quemado el bosque ripario en su finca?	NO <i>(pasa 7.8)</i>01 SI <i>(pasa a 7.9)</i>02
7.8	¿Por qué no ha cortado el bosque? <i>(pasa 7.10)</i>	1. Conserva la calidad del agua 2. Conserva especies de flora y fauna 3. Disminuye la erosión de los cauces de los ríos 4. Brinda productos como fruta, leña o madera 5. Otro _____ <i>(especifique)</i>
7.9	¿Por qué lo corta?	1. Para sembrar cultivos 2. Para establecer pasturas 3. Para extracción de madera o leña 4. Otra _____ <i>(especifique)</i>
7.10	¿Cuáles son sus planes para los bosques en el futuro, alrededor de 10 años?	1. Aumentarlos _____ 2. Mantenerlos _____ 3. Eliminarlos _____

SECCIÓN VIII: ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO

8.1	¿De dónde proviene el agua que utiliza en la casa para beber, bañarse y lavar?	1. Fuente superficial, quebrada. 2. Fuente subterránea, pozo. 3. Sistema de agua potable 4. Otro _____ <i>(especifique)</i>
8.2	¿Paga una tarifa mensual de agua?	NO.....01 SI.....02
8.3	Si la respuesta es positiva ¿Cuánto paga mensualmente en promedio?	Lempiras..... ... <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
8.4	¿Esta conectado su casa en el sistema de alcantarillado?	SI.....01 NO.....02 NO SABE.....03
8.5	¿Tiene su casa pozo séptico?	SI.....01 NO.....02

SECCIÓN IX: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

9.1	¿Dónde lanza UD los desechos sólidos y líquidos de corrales para aves y otras especies menores?	
9.2	¿A qué distancia se encuentran sus porquerizas de la quebrada?	
9.3	¿Dónde lanza UD los desechos sólidos y líquidos domésticos (basura)?	
9.4	¿Dónde lanza UD los desechos sólidos y líquidos agrícolas como beneficiado del café (pulpa, aguas mieles)?	
9.5	¿Dónde lanza UD los desechos sólidos y líquidos de ordeño o establos de las vacas?	
9.6	¿A qué distancia se encuentran sus establos de la quebrada?	
9.7	¿A qué distancia de la quebrada se encuentran sus piletas o sitios de toma de agua (abrevaderos) de los animales?	

SECCIÓN X: VALOR SOCIOCULTURAL Y ECONÓMICO DEL AGUA Y EL BOSQUE

Respuestas grabadas y se anota los detalles a relacionar con las siguientes preguntas formuladas

10.1 En su opinión, ¿el agua con que realiza sus actividades es de buena calidad? ¿Por qué?

10.2 En su opinión, ¿La calidad del agua entre 10 o 15 atrás años era mejor o peor?

10.3 ¿Cuál cree que es la principal causa de la disminución de la calidad del agua?

10.4 ¿Cómo le afectaría a UD, su familia y su producción la disminución de la calidad de agua en los próximos 10 años?

10.5 En su opinión ¿cuál es la importancia del bosque de su finca? ¿en su comunidad?

Económico ej madera, medicinas naturales; Sociocultural ej salud, recreación, legal- obligatorio (sabe cuanto se debe conservar de bosques cercas de los ríos); Ambiental ej clima, producción, No tiene importancia

10.6 ¿Los bosques de su finca afectan su producción? ¿Los animales que habitan en el bosque son los responsables de ese daño? ¿La sombra?

10.7 En su opinión ¿Cree que los bosques tienen alguna relación con la calidad del agua? ¿Tener bosques mejora o empeora la calidad del agua?

SECCIÓN XII: DISPOSICIÓN A PARTICIPAR DEL ESQUEMA DE PSEH

Respuestas grabadas y se anota los detalles a relacionar con las siguientes preguntas formuladas

11.1 ¿Qué acciones estaría dispuesto a implementar para mejorar su finca en general y mejorar la calidad del agua de la toma que abastece a la comunidad de _____?

11.2 ¿Estaría dispuesto y comprometido a conservar la vegetación natural de su finca? SI LA TIENE

11.3 ¿Estaría dispuesto y comprometido a dejar en regeneración natural las áreas que se encuentran en las laderas más escarpadas, que se ubican cercanas a la toma de agua?

11.4 ¿Estaría dispuesto y comprometido a eliminar la contaminación puntual de la finca? Mencionar abrevaderos, residuos del beneficiado del café.

11.5 Y si se le efectuará una compensación monetaria por realizar esas actividades? Dirigir hacia el estudio, las preguntas que surjan del productor y motivarlo para que participe de los talleres donde se definirá una compensación.

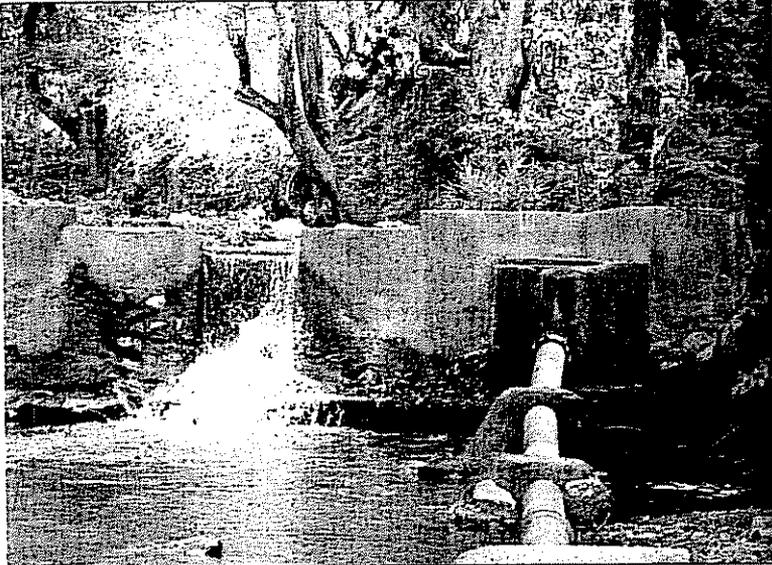
11.6 ¿De qué cree que debe ir acompañada esa compensación?

Agradecer al entrevistador y recordarle que esta encuesta es parte de una investigación en que se requiere su apoyo y colaboración, especialmente la participación en los talleres. En ese sentido, preguntar informalmente cuando es una fecha y horario adecuado para hacer el taller dentro de cuatro semanas.

¿Qué día es mejor? ¿Sábado o Domingo? _____

¿Qué horario es mejor? _____

Anexo 2. Caracterización de las fuentes de agua que abastecen al casco urbano y a siete comunidades rurales de Copán Ruinas, Honduras

EL CACAGUATAL				
		Localización (UTM): 1642757 (N); 268387 (W)		
		El Cacaguatal se ubica en la Quebrada Sesesmiles de la microcuenca que lleva su nombre. Se encuentra en medio de la propiedad del Parque de aves y Reserva Natural Macaw Mountain.		
		Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales y potenciales:		
		El Cacaguatal abastece a la zona urbana de Copán Ruinas. En la actualidad se estima que cubre el servicio a 427 abonados y 27 hoteles. Esta toma de agua presenta un potencial de incremento de 48,7 abonados*año ⁻¹ .		
		Accesibilidad:		
		Se accede por el camino hacia Sesesmiles, a 150 m de la Escuela Mayatán. Presenta servidumbre en buen estado todo el año.		
		Presenta una accesibilidad alta		
Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:				
El componente de captación se encuentra construido con cemento, remueve sedimentos mediante un filtro y se ubica en una zona de vulnerabilidad a deslizamientos. Recibe mantenimiento tres veces al día. El estado de la tubería es bueno, mientras que del tanque es regular. Las aguas captadas por esta toma de agua son conducidas a la planta Potabilizadora de Copán Ruinas, donde las aguas son tratadas con una mezcla de cloro gaseoso, polímero y sulfato de aluminio y cloro para controlar turbidez y pH,				
Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m3)/seg			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
6 años	3,22	3,22	3,22	Gravitacional
Uso de suelo:				
En el flanco derecho de la fuente se encuentra bosque ripario de baja cobertura y probablemente de tipo secundario, el cual se extiende hasta el parteaguas de la microcuenca. En el flanco izquierdo de la fuente se explota el ecoturismo, la superficie del terreno esta cubierta de vegetación y se extiende hasta el límite con la carretera.				
Cobertura vegetal permanente alrededor de la fuente:				
El bosque ripario del flanco izquierdo alrededor de la toma de agua El Cacaguatal es poco denso y sólo cubre permanentemente menos de un 50% del terreno. La vegetación arbustiva cubre más de un 50% del sitio, al igual que la vegetación herbácea. Es probable que el establecimiento de plántulas sea menos exitoso debido a la fuerte pendiente. El flanco derecho esta destinado a actividades ecoturísticas relacionadas al parque. Más allá del camino, el suelo esta 100% cubierto por pastizales.				
Tipo de cultivos y prácticas observadas en las áreas alrededor de la fuente:				
No se observan actividades agropecuarias, por tanto, no se presentan prácticas de manejo. Se ha observado que en las áreas de pastizales del flanco izquierdo del área de drenaje se realiza extracción de leña de los pocos árboles y arbustos que quedan.				
Suelos y Relieve				
El tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje es sedimentaria e inclusive se observan evidencias de rocas calcáreas, las que favorecen la recarga hídrica. Presenta una favorable presencia de fallas, especialmente en las áreas alrededor de la fuente. La textura de los suelos del área de recarga aparente de la toma de agua va de franca arenosa a franco arcillosa, lo que es muy favorable para la recarga hídrica. Las pendientes del área de recarga aparente van desde 0 hasta más de 45%, alrededor del 57% son pendientes bajas (0-10%) y más del 40% presenta pendientes medias y altas. El microrelieve aparente de la zona es de bajo a nulo, predominando el nulo.				
Estado de la tenencia de la tierra de los propietarios que manejan las áreas aledañas a la toma de agua:				
La fuente de agua se encuentra en medio de una propiedad con dominio pleno.				
Observaciones adicionales:				
Alrededor de 100 m aguas arriba de la toma se encuentra una ladera desprovista de vegetación, la cual esta sujeta a derrumbes. Adicionalmente, 300 m aprox. aguas arriba de la toma se encuentra una piscina, para uso de los visitantes del parque, en medio del cauce del río. Por tanto, ambos aspectos son causales de disminución de la calidad del agua que extrae la toma. No obstante, en el futuro se cambiará de localización la fuente de agua.				

SAN CRISTÓBAL



Localización (UTM): 1651144 (N); 268139 (W)

San Cristóbal se ubica en una quebrada afluente de la Microcuenca de Sesesmiles. Se encuentra en medio de la propiedad de Dn. Juan Ángel Arias.

Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales y potenciales:

San Cristóbal abastece a la zona urbana de Copán Ruinas sólo en la época seca. Abastece del servicio a 740 abonados, que comparte con las tomas El Malcote y El Escondido. Esta toma de agua presenta un potencial de incremento de 48,7 abonados*año⁻¹.

Accesibilidad:

Se accede por el camino hacia Sesesmiles, a 2 km antes del desvío a la toma El Malcote. Presenta una servidumbre en mal estado en época lluviosa.

Presenta accesibilidad baja por las cercas.

Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:

El componente de captación se observa construido de forma precaria y recibe mantenimiento una vez cada tres días sólo en la época lluviosa. La conducción del agua captada se realiza por tubos de PVC y hierro en mal estado, principalmente por orificios que producen pérdidas de agua. El agua transportada llega al tanque de distribución San Pedrito, el cual está construido de cemento, ladrillo y hierro. Este tanque se encuentra en regular estado.

Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m ³)/seg			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
36	0,26	0,26	No se utiliza	Gravitacional

Uso de suelo (primero el dominante y luego por orden decreciente en cobertura y por actividad económica):

El Bosque Ripario se encuentra en la mayor parte del área de drenaje de la fuente. Este se caracteriza por ser denso, con presencia de arbustos y pastos, aunque se observa que ha sufrido la intervención del hombre y los efectos de borde. En la parte alta se encuentran áreas destinadas a la actividad ganadera combinadas con parches de bosque latifoliado, de pino y mixto.

Cobertura vegetal permanente alrededor de la fuente:

Los bosques que se encuentran en el área de drenaje de la toma San Cristóbal presentan una buena cobertura, que favorece la recarga hídrica, se observan los tres estratos en forma densa. En las áreas destinadas al uso pecuario el terreno sólo se encuentra cubierto por pastos no degradados, no existe la presencia de árboles ni arbustos.

Tipo de cultivos y prácticas observadas:

En el área destinada a la ganadería no se detectaron prácticas de conservación de suelos y agua.

Suelos y Relieve

El tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje es sedimentaria, lo que favorece la recarga hídrica. No se evidencian la presencia de fallas o fracturas en el área de recarga aparente. La textura de los suelos del área de recarga aparente de la toma de agua va de franca arenosa a franco arcillosa, lo que es muy favorable para la recarga hídrica. Las pendientes del área de recarga aparente van desde 0 hasta a 40%, alrededor del 33% son pendientes bajas (0-10%) y más del 65% presenta pendientes medias y altas. El microrelieve aparente de la zona es alto.

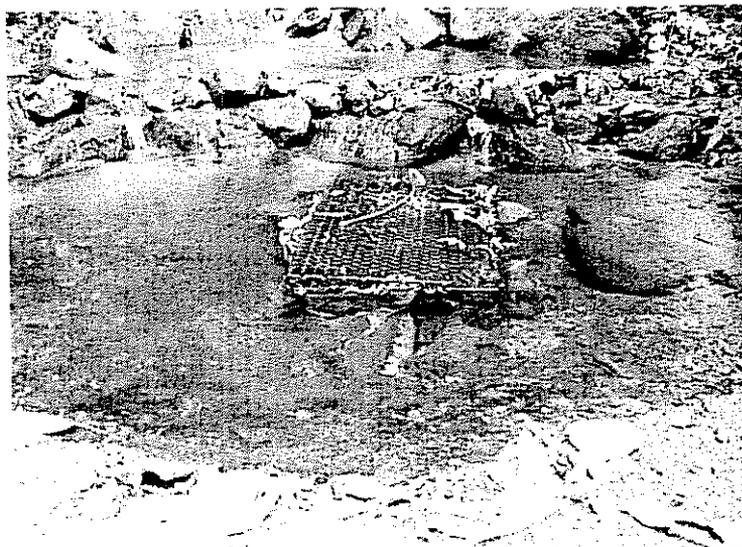
Estado de la tenencia de la tierra de los propietarios que manejan las áreas aledañas a la toma de agua:

En el área definida como prioritaria para la implementación de un esquema de PSEH de consumo humano de la toma de agua Don Cristóbal presenta nueve propietarios. Todos los propietarios son particulares. No se identificaron problemas en la delimitación de los terrenos.

Observaciones adicionales:

Esta fuente de agua recibe contaminación orgánica producto de la actividad ganadera, pues en la parte alta del área de drenaje se encuentra ganado que va a beber agua a la quebrada.

EL MALCOTE



Localización (UTM): (N) 1652958; (W) 268833

El Malcote se ubica en la Quebrada Agua Helada de la Microcuenca de Sesesmiles. Se encuentra en medio de la propiedad de Dn. Mauricio Arias.

Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales y potenciales:

El Malcote abastece a la zona urbana de Copán Ruinas. En la actualidad se estima que cubre el servicio a 740 abonados que comparte con las tomas de San Cristóbal y El Escondido. Esta toma de agua presenta un potencial de incremento de 48,7 abonados* año^{-1} .

Accesibilidad:

Se accede por el camino hacia Sesesmiles, se toma el camino de verano hacia la hacienda del Sr. Arias. Presenta una servidumbre en mal estado en época lluviosa.

Presenta accesibilidad media

Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:

El componente de captación se observa construido de forma precaria, sólo con piedras, y recibe mantenimiento una vez cada tres días. La conducción del agua captada se realiza por tubos de PVC y hierro en mal estado, principalmente por orificios que producen pérdidas de agua. El agua transportada llega al tanque de distribución San Pedrito, el cual está construido de cemento, ladrillo y hierro. Este tanque se encuentra en regular estado.

Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m^3/seg)			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
36 años	0,95	0,34	0,95	Gravitacional

Uso de suelo (primero el dominante y luego por orden decreciente en cobertura y por actividad económica):

Alrededor de la fuente de agua se encuentra vegetación latifoliada siempre verde muy densa, con presencia de sotobosque y vegetación a ras del suelo. Alrededor de este uso de suelo se encuentra únicamente cultivos de café sin sombra, pero fuera del área de drenaje de la toma de agua.

Cobertura vegetal permanente alrededor de la fuente:

El bosque ripario presente alrededor de la toma de agua El Malcote es un bosque primario de buena cobertura, presencia de más del 50% de suelo cubierto permanentemente tanto por vegetación arbustiva como por vegetación herbácea. Los tres estratos actúan como esponja entregando agua durante todo el año. Por esta última razón la recarga de esta toma se infiere del tipo subsuperficial.

Tipo de cultivos y prácticas observadas:

En el bosque ripario de la Quebrada Agua Helada no se observan cultivos, lógicamente, prácticas de manejo que tengan incidencia sobre la calidad del agua para consumo humano. Sin embargo, existe un peligro latente, el cual es la tala ilegal de árboles para madera y leña. Una de las principales razones que han conducido a la deforestación de la zona.

Suelos y Relieve

El tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje, es sedimentaria, lo que favorece la recarga hídrica. No se evidencian la presencia de fallas o fracturas en el área de recarga aparente. La textura de los suelos va de franca arenosa a franco arcillosa, lo que es muy favorable para la recarga hídrica. Las pendientes del área de recarga aparente van desde 0 hasta a 40%, alrededor del 40% son pendientes bajas (0-10%) y el 60% restante presenta pendientes medias y altas. El microrelieve aparente de los puntos observados del área de recarga de la toma de agua son de media a alta rugosidad.

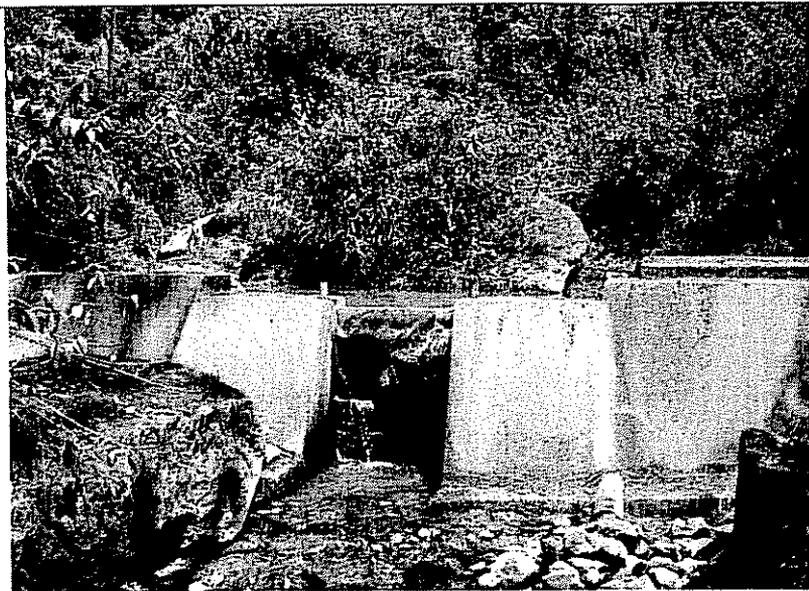
Estado de la tenencia de la tierra de los propietarios que manejan las áreas aledañas a la toma de agua:

Casi la totalidad del área de drenaje de la fuente de agua El Malcote pertenece a la propiedad de Don Mauricio Arias, el que presenta dominio pleno. Las áreas restantes están en manos de la Municipalidad de Copán Ruinas (ejido municipal).

Observaciones adicionales:

En la toma de agua se observa la presencia de altas cantidades de hojarasca sobre el cauce, la cual favorece la diversidad de hábitats y la entrada de materia orgánica en el sistema hídrico. La presencia de población, de fuentes de contaminación puntual y la deforestación son riesgos de ocurrencia muy baja en esta área de drenaje. Sin embargo, existe un riesgo en la disminución del caudal debido a que aguas arriba se encuentra la toma de agua que abastece a la Aldea El Malcote y en otro punto del cauce se extrae agua para venta de agua purificada.

EL ESCONDIDO



Localización (UTM): (N) 1649544; (W) 270876

El Escondido se ubica en la Quebrada Marroquín de la microcuenca que lleva su nombre. Se encuentra en medio de la propiedad que vendió Dn. Luis Cardoza a una persona no identificada..

Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales y potenciales:

El Escondido abastece a la zona urbana de Copán Ruinas. En la actualidad se estima que cubre el servicio a 740 abonados que comparte con las tomas de San Cristóbal y El Malcote. Esta toma de agua presenta un potencial de incremento de 48,7 abonados* año⁻¹.

Accesibilidad:

Se accede por el desvío desde Santa Rita a Plan Breas. Luego, se sigue 20 km por el camino hacia El Escondido.

Presenta accesibilidad muy baja por el difícil acceso hacia la toma y la topografía.

Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:

El componente de captación esta construido con cemento y recibe mantenimiento una vez cada dos días. La conducción del agua captada se realiza por tubos de PVC y hierro en buen estado por lo reciente de la construcción. El agua transportada llega al tanque de distribución San Pedrito, construido de cemento, ladrillo y hierro. Este tanque se encuentra en regular estado.

Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m3)/seg			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
4 años	0,95	1,32	1,05	Gravitacional

Uso de suelo (primero el dominante y luego por orden decreciente en cobertura y por actividad económica):

Alrededor de la fuente de agua se observa la presencia de guamil. En el flanco izquierdo, adyacente a la toma predomina el bosque latifoliado, pendiente hacia arriba se encuentra bosque de pino. En el flanco derecho se encuentran bosques mixtos, latifoliado, pino y guamil y a continuación áreas de cultivo. En el bosque latifoliado se encuentra vegetación arbustiva y herbácea, mientras que en el bosque de pino la presencia de estos otros estratos es más escasa.

Cobertura vegetal permanente alrededor de la fuente:

Alrededor de la fuente, en los bosques, el suelo se presenta con cobertura permanente por medio de los tres estratos: herbáceo, arbustivo y arbóreo. En las áreas agrícolas no se presenta ninguno de los tres estratos de forma permanente, es decir, el suelo en alguna época del año se encuentra totalmente descubierto (período lluvioso).

Tipo de cultivos y prácticas observadas:

Las áreas agrícolas son cultivadas con frijol y maíz. En ellas se encuentran las siguientes prácticas: asocio de cultivos anuales, cultivos en contorno, áreas con pendientes abruptas tienen bosque u otro tipo cobertura vegetal permanente y eliminación de residuos de cosecha. Las siguientes prácticas de manejo y protección del agua: protección del margen del cauce en más de 10 m, áreas de recarga no son explotadas.

Suelos y Relieve

El tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje es sedimentaria. No se evidencian la presencia de fallas o fracturas en el área de recarga aparente. La textura de los suelos del área de recarga aparente de la toma de agua va de franca arenosa a franco arcillosa. Las pendientes van desde 0 hasta más de 45%, alrededor del 75% son pendientes bajas (0-10%) y el 25% restante presenta pendientes entre medias hasta muy altas. El microrelieve aparente de la zona es alto.

Estado de la tenencia de la tierra de los propietarios que manejan las áreas aledañas a la toma de agua:

En el área de drenaje de esta fuente de agua se encuentran variados niveles de tenencia de la tierra. En la cabecera es ejidal del Municipio de Copán Ruinas. En la parte media se encuentra propietarios con dominio pleno y en la parte baja se encuentran propietarios sin dominio pleno y sin título de propiedad como la Comunidad Maya Chorti de Tegucigalpa, Municipio de Santa Rita.

Observaciones adicionales:

Dos son los mayores riesgos que sufre esta toma: (i) la deforestación en la zona media baja para cultivo anuales y café y (ii) los incendios. Para esto último se ha demarcado participativamente la Microcuenca como área abastecedora de agua y como control de incendios.

SIETE COMUNIDADES I (arriba)



Localización (UTM): (N)1651217; (W) 269823

La toma que abastece a la agrupación de Siete Comunidades se encuentra en la Quebrada y Microcuenca Marroquín. Se encuentra en medio de una propiedad de la Junta Central de Agua.

Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales y potenciales:

Abastece a las comunidades de Ostuman, Hacienda Grande, Nueva Esperanza, Rincón del Buey, Carrizalito, Corralito y Yanetillos. En la actualidad se estima que cubre el servicio a 631 abonados que abastece con otra toma manejada por esta junta de agua. Esta toma de agua presenta un potencial de incremento del número de 24,25 abonados*año⁻¹.

Accesibilidad:

Se accede por el camino hacia Sesesmiles Segundo, luego se ingresa por la servidumbre, con una distancia de 2 km aproximadamente, pero por una pendiente muy abrupta.

Presenta accesibilidad baja por la topografía.

Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:

El componente de captación esta construido con cemento y recibe mantenimiento una vez cada dos días. La conducción del agua captada se realiza por tubos en buen estado por lo reciente de la construcción de la toma de agua. El agua transportada llega a un tanque de distribución en buen estado, el cual recibe mantenimiento una vez cada 15 días. Además, en él se tratan las aguas con hipoclorito de calcio, sin embargo, el tratamiento es discontinuo debido a la falta de capacitación de los fontaneros.

Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m3)/seg			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
12 años	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Gravitacional

Uso de suelo (primero el dominante y luego por orden decreciente en cobertura y por actividad económica):

El área de drenaje de esta toma de agua presenta como único uso del suelo el de bosque latifoliado. En la ladera derecha la densidad del bosque es mayor que en la ladera izquierda, en donde los árboles y arbustos son de menor altura, existe presencia de más claros y predomina el estrato herbáceo. Sin embargo, en ambos flancos del área de drenaje, la vegetación es muy densa.

Cobertura vegetal alrededor de la fuente:

Producto del uso de suelo presente en el área de recarga aparente de la toma de agua, la cobertura permanente del suelo es favorable para la recarga hídrica, pues los tres estratos de vegetación se encuentran representados, cada uno cubre más del 50% del terreno, evitando que el suelo permanezca desnudo en alguna temporada del año.

Tipo de cultivos y prácticas observadas:

No se presentan cultivos ni actividades agropecuarias en el área de recarga aparente de la toma de Siete Comunidades I. Por tanto, no se observan prácticas de manejo, sólo existe conservación del área boscosa.

Suelos y Relieve

El Tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje es sedimentaria, lo que favorece la recarga hídrica. En los recorridos de campo no se evidenciaron presencia de fallas, pero no se descarta su existencia. La textura de los suelos del área de recarga aparente de la toma de agua va de franca arenosa a franco arcillosa, lo que es muy favorable para la recarga hídrica. Las pendientes del área de recarga aparente van desde 0 hasta 45%, el 72% son pendientes bajas (0-10%) y el 28% restante presenta pendientes entre medias hasta altas. El microrelieve aparente de la zona va desde medio a alto, en ambos casos se favorece la recarga hídrica.

Estado de la tenencia de la tierra de los propietarios que manejan las áreas aledañas a la toma de agua:

La propiedad de la Junta de Agua tiene una superficie de 3 mz (2,1 ha) destinadas a la conservación de la vegetación permanente presente en el área de recarga, ello con el propósito de mantener una buena calidad del agua para el consumo humano. Recientemente han adquirido otra propiedad, 25 mz (17,5 ha), para los mismos fines.

Observaciones adicionales:

La infraestructura de captación de la toma de agua se comparte con la comunidad de Las Queseras, Municipio de Santa Rita. Respecto a la localización de la toma se observa un peligro en el caso de remoción parcial o total de la vegetación presente, pues se podrían provocar deslizamientos, lo que disminuirían la calidad del agua que abastece a estas comunidades.

SIETE COMUNIDADES II (abajo)



Localización (UTM): (N); (W)

La toma que abastece a la agrupación de Siete Comunidades se encuentra en la Quebrada y Microcuenca de Marroquín. Se encuentra en medio de un ejidal de la Municipalidad de Copán Ruinas.

Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales y potenciales:

Abastece a las comunidades de Ostuman, Hacienda Grande, Nueva Esperanza, Rincón del Buey, Carrizalito, Corralito y Yanetillos. En la actualidad cubre el servicio a 631 abonados que abastece con otra toma manejada por esta junta de agua. Esta toma de agua presenta un potencial de incremento de 24,25 abonados* año^{-1} .

Accesibilidad:

Se accede por el camino hacia Sesesmiles Segundo, luego se ingresa por la servidumbre, con una distancia de 3 km aproximadamente, pero por una pendiente muy abrupta.

Presenta accesibilidad baja por la topografía.

Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:

El componente de captación esta construido con cemento y recibe mantenimiento una vez cada dos días. La conducción del agua captada se realiza por tubos en buen estado por lo reciente de la construcción de la toma de agua. El agua transportada llega a un tanque de distribución en buen estado, el cual recibe mantenimiento una vez cada 15 días. Además, en él se tratan las aguas con hipoclorito de calcio, sin embargo, el tratamiento es discontinuo debido a la falta de capacitación de los fontaneros.

Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m ³ /seg)			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
3 años	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Gravitacional

Uso de suelo (primero el dominante y luego por orden decreciente en cobertura y por actividad económica):

El área de drenaje de esta toma de agua presenta como único uso del suelo el de bosque latifoliado, al igual que la toma que se encuentra aguas arriba. Sin embargo, ambas laderas presentan una densidad de vegetación aparentemente similar..

Cobertura vegetal permanente alrededor de la fuente:

Producto del uso de suelo presente en el área de recarga aparente de la toma de agua, la cobertura permanente del suelo es favorable para la recarga hídrica, pues los tres estratos de vegetación se encuentran representados, cada uno cubre más del 50% del terreno, evitando que el suelo permanezca desnudo en alguna temporada del año.

Tipo de cultivos y prácticas observadas:

No se presentan cultivos ni actividades agropecuarias en el área de recarga aparente de la toma de Siete Comunidades II. Por tanto, no se observan prácticas de manejo, sólo existe conservación del área boscosa.

Suelos y Relieve

El Tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje es sedimentaria, lo que favorece la recarga hídrica. En los recorridos de campo no se evidenciaron presencia de fallas, pero no se descarta su existencia. La textura de los suelos del área de recarga aparente de la toma de agua va de franca arenosa a franco arcillosa, lo que es muy favorable para la recarga hídrica. Las pendientes del área de recarga aparente van desde 0 hasta 45%, el 72% son pendientes bajas (0-10%) y el 28% restante presenta pendientes entre medias hasta altas. El microrelieve aparente de la zona va desde medio a alto, en ambos casos se favorece la recarga hídrica.

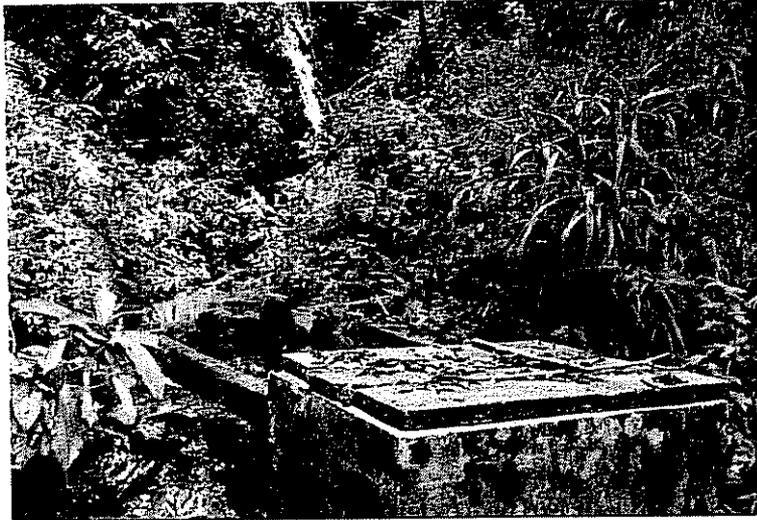
Estado de la tenencia de la tierra de los propietarios que manejan las áreas aledañas a la toma de agua:

En esta zona de la Microcuenca Marroquín se encuentran propietarios con dominio pleno y terrenos municipales.

Observaciones adicionales:

La infraestructura de captación de la toma de agua presenta un problema con la cantidad de hojas que llegan desde el bosque aledaño, debido a lo escarpado de las pendientes en donde se ubica la toma. Por ello, la junta de agua ha dispuesto un techo para cubrir la llegada de las hojas, sin embargo, es muy precario y cualquier fenómeno natural o acción humana puede disminuir su función. Adicionalmente, la remoción parcial o total de la vegetación presente podría provocar deslizamientos, los que disminuirían la calidad del agua que abastece a estas comunidades de la Municipalidad de Copán Ruinas.

SESESMILES PRIMERO



Localización (UTM): (N) 269694; (W) 1651820

La toma de Sesesmiles Primero se encuentra en la Quebrada y Microcuenca Marroquín. Se encuentra en medio la propiedad de Dn. Paulino Ramirez y parte del área de drenaje en terreno municipal.

Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales y potenciales:

La toma de agua abastece a la comunidad de Sesesmiles Primero. En la actualidad cubre el servicio a 135 abonados. Esta toma de agua presenta un potencial de incremento de alrededor de 5,35 abonados*año⁻¹.

Accesibilidad:

Se accede por el camino hacia Sesesmiles Segundo, luego se ingresa por la servidumbre, con una distancia de 5 km aproximadamente, pero por una pendiente muy abrupta.

Presenta accesibilidad muy baja por la topografía.

Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:

El componente de captación esta construido con cemento y recibe mantenimiento una vez cada dos días. La conducción del agua captada se realiza por tubos en regular estado. El agua transportada llega al tanque de distribución, el cual encuentra en regular estado y recibe mantenimiento una vez cada 15 días.

Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m3)/seg			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
14 años	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Gravitacional

Uso de suelo (primero el dominante y luego por orden decreciente en cobertura y por actividad económica):

Al igual que las tomas que se encuentran aguas abajo —dos de Siete Comunidades y la toma que abastece de agua a El Barrancón y Las Queseras, Municipio de Santa Rita— el área de recarga aparente se caracteriza por presentar únicamente bosque latifoliado de alta densidad. Se destaca que es un bosque con muy poca intervención humana.

Cobertura vegetal permanente alrededor de la fuente:

Del mismo modo que en las tomas aguas abajo, el uso del suelo predominante estimula que el suelo se encuentre permanentemente cubierto por los tres estratos de vegetación, arbóreo, arbustivo y herbáceo.

Tipo de cultivos y prácticas observadas:

No se presentan cultivos ni actividades agropecuarias en el área de recarga aparente de la toma de Sesesmiles Primero. Por tanto, no se observan prácticas de manejo, sólo existe conservación del área boscosa.

Suelos y Relieve

El Tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje, área de recarga aparente, es sedimentaria, lo que favorece la recarga hídrica. En los recorridos de campo no se evidenciaron presencia de fallas, pero no se descarta su existencia. La textura de los suelos del área de recarga aparente de la toma de agua va de franca arenosa a franco arcillosa, lo que es muy favorable para la recarga hídrica. Las pendientes del área de recarga aparente van desde 0 hasta 30%, alrededor del 70% son pendientes bajas (0-10%) y el 30% restante presenta pendientes medias. El microrelieve aparente de la zona va desde medio a alto, en ambos casos se favorece la recarga hídrica.

Estado de la tenencia de la tierra de los propietarios que manejan las áreas aledañas a la toma de agua:

Se encuentra propietarios con dominio pleno.

Observaciones adicionales:

La infraestructura de captación presenta problemas con la cantidad de hojas que recibe. La remoción de la vegetación podría conducir a la ocurrencia de deslizamientos, los cuales provocarían la disminución de la calidad del agua.

La tarifa por el servicio de abastecimiento de agua es la más baja de las tomas, se cobra 8 lempiras por conexión y 0,50 lempiras por llave adicional mensualmente.

La junta de agua y la comunidad de Sesesmiles Primero están finalizando de construir un nuevo tanque y desean cambiar la tubería que capta y conduce el agua, ello para evitar la escasez que actualmente sufre alrededor de un 10% de los usuarios, debido a problemas con la distribución. La junta de agua cree que con estas nuevas acciones aumentarán la regularidad del servicio.

ALDEA EL MALCOTE *



Localización (UTM): 269103 (N); 1653010(W)

La toma de agua se encuentra en la Quebrada Agua helada, Microcuenca de Sesesmiles. Se localiza en medio de la propiedad de la Sra. Lorena Arias.

Comunidad a la que abastece y el número de usuarios actuales:

Abastece a la Aldea El Malcote. Cubre el servicio a 16 abonados. La junta de agua que maneja esta toma tiene como meta a largo plazo contar con un sistema bien establecido.

Accesibilidad:

Se accede por el camino hacia Aguas Clientes, luego se ingresa por la servidumbre del predio, con una distancia de 3 km aproximadamente, pero por una pendiente muy abrupta.

Presenta accesibilidad baja por la topografía.

Estado y mantenimiento de la infraestructura de captación, conducción y distribución:

La infraestructura en general esta en muy mal estado, la presa esta construida solo con piedras, la tubería que capta el agua no presenta un elemento que remueva los sedimentos Además, no tiene una constante revisión, sólo se visita la toma cuando se presentan problemas.

Tiempo de funcionamiento (años):	Caudal extraído (m3)/seg			Tipo de extracción:
	Promedio:	Meses secos:	Meses lluviosos:	
2 años	Sin datos	Sin datos	Sin datos	Gravitacional

Uso de suelo (primero el dominante y luego por orden decreciente en cobertura y por actividad económica):

Al igual que la toma de agua El Malcote, que abastece al casco urbano de Copán Ruinas, el área de drenaje de la toma se encuentra totalmente cubierto por bosque latifoliado. Además, los habitantes de la Aldea El Malcote señalan que en este bosque aún se encuentra fauna silvestre como monos y guacamayas.

Cobertura vegetal permanente alrededor de la fuente:

En la vegetación boscosa se encuentran los tres estratos bien representados, es decir, cada uno de ellos cubre con más del 50% del terreno, impidiendo que el suelo este desnudo y favoreciendo la infiltración.

Suelos y Relieve

El Tipo de roca que da origen al manto rocoso del área de drenaje es sedimentaria, lo que favorece la recarga hídrica. La textura de los suelos del área de recarga aparente de la toma de agua va de franca arenosa a franco arcillosa, lo que es muy favorable para la recarga hídrica. Las pendientes del área de recarga aparente son muy escarpadas.

Observaciones adicionales:

La Aldea El Malcote se encuentra emplazada en los linderos de la propiedad de la Sra. Lorena Arias, no tienen titulo de propiedad de esos terrenos, por tanto, no han podido acceder a un proyecto de agua con algún organismo, ya sea gubernamental como no gubernamental.

Inicialmente cada uno de los vecinos de la Aldea El Malcote traía agua desde la quebrada. Actualmente, traen agua de la toma por medio de una tubería que llega hasta la red de conducción de la Empresa Copán Green. Esta empresa extrae agua de la quebrada Agua Helada para comercializarla como agua purificada.

Ambas obras de captación constituyen un riesgo para la cantidad de agua que extrae la fuente de Aldea El Malcote, por consiguiente en la regularidad del servicio.

Anexo 3. Caracterización de los productores que potencialmente podrían convertirse en oferentes del SA de protección del recurso hídrico en las Microcuencas de las Quebradas Sesesmiles y Marroquín.

IDENTIFICACIÓN DEL ENTREVISTADO

El productor/entrevistado es:

	FA	FR
Dueño	22	0,76
Administrador	3	0,10
Codueño	4	0,14
TOTAL	29	1,00

La mayoría de los productores entrevistados (76%) son dueños de la propiedad.

Edad de los entrevistados:

La edad promedio es de 54 ± 9 años, con un mínimo de 38 y un máximo de 75 y una mediana de 53 años de edad.

Clase	LI	LS	MC	FA	FR
1	36	49	42,5	8	0,28
2	49	62	55,5	16	0,55
3	62	75	68,5	5	0,17
TOTAL				29	1,00

La mayoría de los productores entrevistados (55%) se encuentran alrededor de la marca de clase de 55 años de edad, que coincide con el promedio y la moda calculados.

Abreviaturas:

FA: Frecuencia absoluta, cantidad de productores.

FR: Frecuencia relativa.

LI: Límite inferior.

LS: Límite superior

MC: Marca de Clase.

Género de los entrevistados:

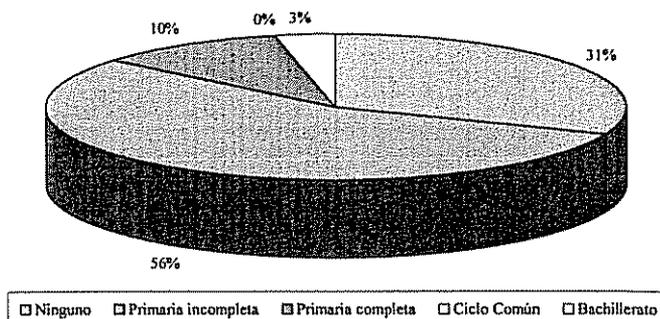
El 97% de los productores entrevistados son de género masculino (27). Sólo el 3% son del género femenino.

Una de las productoras es una señora mayor a 75 años que ha heredado la propiedad de su marido fallecido; sus hijos varones son quienes toman las decisiones sobre ese terreno e inclusive la dueña ni siquiera conoce su propiedad.

La otra señora es una mujer hondureña de mediana edad que ha decidido vivir bajo unión libre con un guatemalteco. Según las leyes de propiedad de Honduras, los extranjeros no pueden tener título de propiedad en ese país. Por tanto, el título del terreno está bajo el nombre de la mujer, pero las decisiones de producción las toma el esposo.

Nivel educativo de los productores entrevistados:

El 56% de los entrevistados ha alcanzado como máximo nivel educativo el quinto año de primaria. El 31% del total no ha recibido ningún curso de educación formal.



Estado civil de los productores entrevistados:

El 66% de los entrevistados es casado y el estado civil que le sigue es el de Unión Libre, alcanzando al 24% de los productores. El restante porcentaje se encuentra repartido entre viudos y divorciados.

Clase	FA	FR
Unión libre	7	0,24
Casado	19	0,66
Divorciado	2	0,07
Viudo	1	0,03
	29	1,00

CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA PROPIEDAD

Área de la propiedad:

El tamaño promedio de las propiedades es de 24,3 ha (34,7 mz). La mediana de 16,5 ha (23,6 mz). La moda de 21 ha (30 mz).

LI	LS	MC	FA	FR
0.4	9.8	5.1	13	0.45
9.8	19.3	14.6	2	0.07
19.3	28.8	24.1	6	0.21
28.8	38.3	33.6	2	0.07
38.3	47.8	43.1	2	0.07
47.8	57.3	52.5	2	0.07
57.3	66.8	62.0	0	0
66.8	76.3	71.5	1	0.03
76.3	85.8	81.0	0	0
85.8	95.2	90.5	0	0
95.2	104.7	100.0	0	0
104.7	114.2	109.5	0	0
114.2	123.7	119.0	0	0
123.7	133.2	128.5	0	0
133.2	142.7	137.9	0	0
142.7	152.2	147.4	1	0.03

El 73% de los entrevistados tienen una superficie menos o igual al promedio. El 21% de las propiedades presentan una superficie entre el promedio y 52 ha.

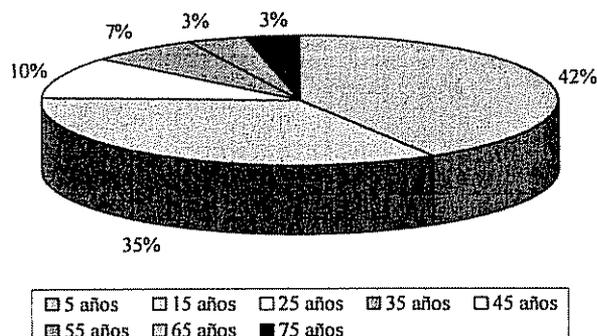
Comunidad a la que pertenece el productor:

MC	FR	FRA
Municipio Copán Ruinas	0,62	0,62
Municipio Santa Rita	0,34	0,97
Otro municipio	0,03	1

La mayoría de los productores pertenecen al Municipio de Copán Ruinas. Esto es, que aunque pueden tener su finca o parte de ella en terreno de otro municipio, ellos radican en Copán Ruinas.

Tiempo (años) que el productor es dueño de la propiedad

El 77% de los productores tiene la propiedad desde hace 15 años, 35% hace 5 y el restante desde hace 15. El 23% la tiene desde hace más tiempo, alcanzando un máximo de 75 años.



Productores que saben que su propiedad esta cerca de una fuente de agua para consumo humano

El 90% de los productores entrevistados sabe que su propiedad se encuentra cerca de una fuente de agua para consumo humano. Todos aquellos que consideran que su propiedad esta cerca de la quebrada respondieron positivamente a esta pregunta.

Productores que saben que sus propiedades se encuentran cerca de una quebrada que abastece de agua para consumo humano

El 83% asocia que su propiedad está cerca de una quebrada. El resto, aunque están cerca, no internalizan que las actividades que desarrollan en su propiedad pueden afectar la calidad y cantidad de agua de la quebrada.

DATOS SOBRE RESIDENTES DEL HOGAR

Cantidad de miembros de la familia

	Promedio	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Mediana
Hijas	2,31	2,29	0	10	2
Hijos	2,9	1,57	1	7	3
Total	7,14	3,1	4	17	6

En promedio la familia consta de 7 miembros, dos de los cuales son los progenitores, 2 hijas y 3 hijos.

Cantidad de productores que viven dentro de la propiedad

El 24% de los productores viven dentro de la propiedad. Es decir, la mayoría de los posibles oferentes del servicio ambiental hídrico no habitan en la propiedad, por el contrario viven en zonas más accesibles, por ejemplo, Sesemiles Primero (Municipio de Copán Ruinas), Plan de la Brea (Municipio de Santa Rita).

Cantidad de miembros de la familia que se benefician de la producción

El 55% de los miembros de la familia no se benefician de la producción de la propiedad, dado que ella se encuentra en medio de una zona declarada de protección forestal, en donde se prohíbe todo uso extractivo del bosque o cambio de uso de suelo de bosque a otros usos.

El 45% que si se beneficia es por que sus propiedades tienen actividades productivas fuera del área de demarcación o por que están produciendo bajo la ilegalidad en la zona de protección. En este sentido, se observaron reglas de juego informales entre las Unidades de Medio Ambiente de las municipalidades en donde se infringe la ordenanza, los dueños de la tierra que cometen el ilícito y las comunidades que se ven afectadas por las acciones del productor.

Cantidad de personas no familiares que viven dentro de la propiedad

Sólo el 21% de los productores tiene personas no miembros de su familia habitando dentro de sus fincas. De ellos la cantidad varía de uno a cincuenta, la media es de 11 ± 19 , y la mediana de 3.

Información sobre las personas que componen la familia del productor

El promedio de edad de los miembros de la familia es de 20 ± 17 , con un mínimo de 0 años y un máximo de 87, la mediana de 15.

El 49% de los miembros son del género femenino.

Clase	FA	FR
Soltero	107	0,70
Unión libre	13	0,09
Casado	28	0,18
Divorciado	1	0,01
Viudo	3	0,02

El 70% de los miembros de la familia de los productores están solteros. El 18% casados, por tanto, se benefician de la finca el hijo o hija casado y su pareja.

Clase	FA	FR
Ninguna	40	0,26
Primaria incompleta	80	0,53
Primaria completa	16	0,11
Ciclo común	9	0,06
Bachillerato	7	0,05

El 75% de los miembros de la familia han recibido educación formal, pero el 53% no ha completado la primaria. Por lo general sólo han alcanzado hasta tercer grado. El 26% de los miembros no han recibido educación alguna, considerando que muchos niños aún no se encuentran en edad escolar.

El 41% de los miembros de la familia trabaja en la finca. Del 59% que no lo hace algunos se deben a su corta edad. De los que trabajan fuera de ella sólo el 20% (12% del total) recibe ingresos como jornalero, en su mayoría, o desempeñando labores no relacionadas a las actividades agropecuarias.

Aunque se consultó dentro de la encuesta el aporte a los gastos familiares, los productores no perciben con claridad que la labor de la mujer y las hijas e hijos sea un aporte a los ingresos. Por esta razón., los entrevistados respondieron señalando que sólo el 56% de los miembros de la familia aportan con su trabajo a la producción de la finca y a los ingresos familiares.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN – USO DE LA TIERRA

En el acápite: Caracterización de los propietarios de las áreas prioritarias para PSEH se encuentra la mayor parte de la información de este contenido. En esta sección sólo se describen variables que no fueron de tanta relevancia en la toma de decisiones del productor.

Mano de obra familiar

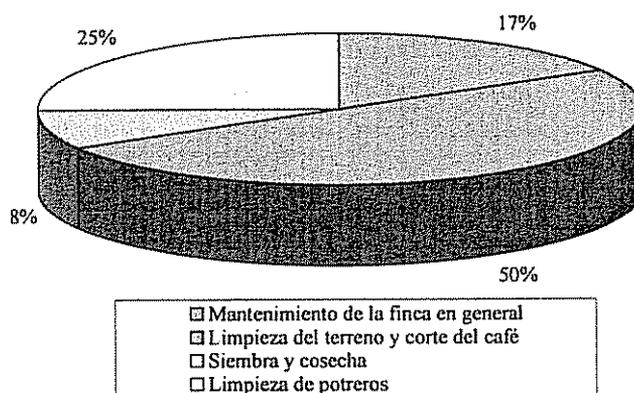
La mano de obra de los entrevistados es principalmente familiar, 79%. Trabajan entre 1 a 8 miembros de la familia en labores productivas. En promedio trabajan 3 ± 2 , con una mediana y moda de 2. De estas familias, el 35% contrata mano de obra.

Mano de obra contratada

El 21% de los entrevistados sólo basa su producción en mano de obra contratada. La cantidad de jornaleros varía desde 1 a 250, por lo que la media es de 30 ± 74 . La moda es de 4 y la mediana de 8 jornaleros por finca. Son datos muy dispersos.

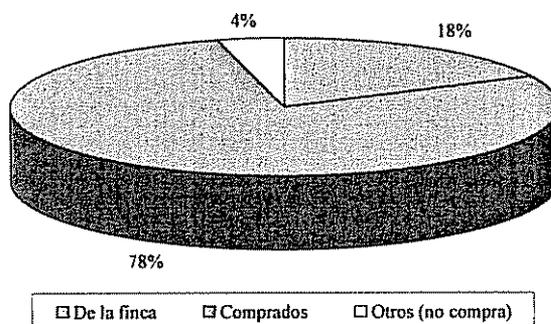
Principalmente se contratan a los jornaleros en la época de cosecha del café (finales de noviembre a mediados de febrero). El 67% de los encuestados señala que esta es la época en que se presenta la mayor escasez de mano de obra. A los jornaleros se les paga desde 40 a 80 Lempiras, con un promedio de 52 ± 9 Lempiras.

Las principales labores que desempeñan los jornaleros son: mantenimiento de la finca en general (17%), limpieza del terreno y cosecha del café (50%), siembra y cosecha del cultivo (8%) y limpieza de potreros (25%).



Insumos para la producción

La mayoría de los insumos para la producción son comprados, 78%. Sólo el 18% de los productores utilizan abonos orgánicos.



Otras actividades no agropecuarias

Sólo el 17% de los productores realizan otra actividad para ingresar sus ingresos. Se realizan artesanías como cestería, alfarería y comercio de los productos agrícolas. Las personas que se encargan de esta actividad son en su mayoría las mujeres (67%), ya sea la esposa o las hijas mayores.

PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA

Cantidad de prácticas de conservación de suelos y agua se aplican

Sólo el 31% de los entrevistados aplican prácticas de conservación de suelos y agua (pcsa) en sus propiedades. De los cuales el 78% las aplican en la totalidad de la finca. El 44% de los propietarios que aplican pcsa implementan sólo una. Cuatro pcsa son usadas por el 33% . Seis prácticas son implementadas por el 22% de los propietarios que las aplican.

Cantidad de pcsa	FA	FR
1	4	0.44
4	3	0.33
6	2	0.22

Capacitación y financiamiento para implementar las pcsa

La implementación de las prácticas en toda la finca o parte de ella es por que el 67% de los productores han sido capacitados, por ejemplo, por OCDHI (Organismo Cristiano de Desarrollo de Honduras). El resto no ha recibido capacitación alguna.

Con dinero propio el 56% de los productores que aplican pcsa han implementado sus prácticas. Luego el 22% las han implementado con préstamos. Un 11% implementó las pcsa mediante una donación o proyectos comunitarios.

MC	FA	FR
Dinero propio	5	0.56
Préstamo	2	0.22
Donación	1	0.11
Proyecto comunitario	1	0.11

Razones por las que no se implementan pcsa

Los productores que no han implementado pcsa explican su conducta argumentando que no conocen dichas prácticas (47%). El 48% la explica diciendo que no tienen recursos económicos para la implementación u otra razón, entre las que se encuentran que no ha recibido capacitación, que se requiere de mucha mano de obra y por que las personas han quemado las áreas donde ha reforestado, de modo, que no lo volverá a realizar.

MC	FA	FR	
Falta de recursos económicos	4	0.24	
La propiedad no es mía	1	0.06	
No conozco pcsa	8	0.47	
Otro	4	0.24	Falta de capacitación Se requiere de MO Han quemado lo que ha reforestado

El deseo de implementar pcsa o más de las que ya tiene aumenta un 17% . El 52% restante no desea implementar pcsa en su propiedad.

VEGETACIÓN NATURAL

Cantidad de propietarios con vegetación

El 93% de los encuestados tienen vegetación natural en su propiedad, ya sea en una parte de ella o en la totalidad de la superficie. La vegetación que se encuentra es bosque latifoliado denso, poco intervenido, bosques de pino, bosques mixtos y guamil (tacotal, matorral heterogéneo).

Actividades extractivas de la vegetación natural

Ninguno de los entrevistados que tiene vegetación natural realiza actividades extractivas para la comercialización. Esta respuesta se puede deber a dos razones combinadas. Existe un incentivo de mentir pues conoce la declaratoria de área de vocación forestal para la zona y mencionar que sí corta árboles para la venta constituiría un ilícito sancionable.

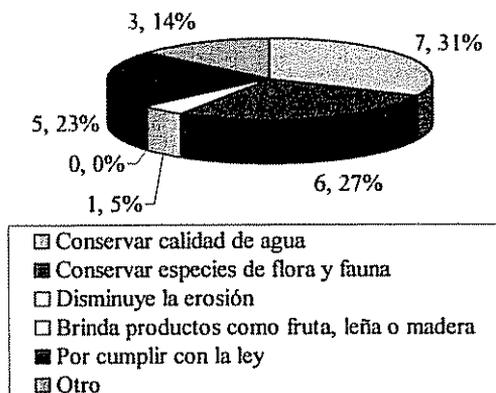
No obstante, el 48% de ellos sí realizan extracción de productos para el consumo familiar. El producto que más se utiliza es la leña, 86%. Luego le sigue la madera. Esta situación es muy concordante con los antecedentes encontrados para la zona; el bosque esta siendo amenazado por la extracción de leña y madera. Los frutos y otros productos, como las hierbas medicinales, son consumidos por un 21% de los productores que hacen uso de los productos de la vegetación natural.

Categoría		FA	FR
Madera	No	6	0.43
	Si	8	0.57
Frutos	No	11	0.79
	Si	3	0.21
Leña	No	2	0.14
	Si	12	0.86
Otros producto	No	11	0,79
	Si	3	0.21

Quema y corte de la vegetación natural

La quema de la vegetación en los últimos diez años sólo ha sido ejercida por un 24% del total de los entrevistados. Aquéllos que no lo han hecho es por que desde hace diez años que no tienen vegetación natural en su propiedad o por que los motiva alguna situación en particular.

Las principales razones por las que no cortan o queman la vegetación natural son: 31% por conservar la calidad de agua; 27% por conservar las especies de flora y fauna presentes en los bosques y guamiles; y 23% por cumplir con la ley.



La siembra de cultivos representa la mayor motivación, 57%, para quemar o cortar la vegetación natural presente en las propiedades de los entrevistados que sí manifestaron realizar estas acciones. Luego le sigue la extracción de leña y madera, 29%. Finalmente, el 14% para estableces pasturas.

Planes para la vegetación natural

Existe coincidencia entre aquellos productores que han cortado el bosque el pasado con sus planes de eliminarlos para el futuro. Esta postura conduce a cuestionarse si aquellos que no tienen vegetación natural en su propiedad satisfacen sus necesidades de leña y madera en otras áreas, propiedades.

El 76% que tiene vegetación natural desea o mantenerla o aumentarla, 48% y 28% respectivamente. Siguiendo la lógica anterior, estos productores pueden sufrir de cortes de árboles por otros productores.

ABASTECIMIENTO DE AGUA Y SANEAMIENTO

Abastecimiento de agua

El 62% de los entrevistados se abastecen de agua por que se encuentran conectados a un sistema de agua potable. El resto se abastece de fuentes superficiales presentes en la propiedad. Lógicamente aquéllos conectados al servicio pagan una tarifa.

La tarifa promedio es de 16 lemp (US\$ 0,87). El 50% del pago no supera los 10 lemp (US\$ 0,5).

Saneamiento

El 76% de los entrevistados no se encuentra conectado a un sistema de alcantarillado. El 14% no sabe si esta o no conectado. Por tanto, se presume que no esta conectado, aumentando a 90% de los entrevistados.

De aquéllos que no se encuentran conectados al sistema de alcantarillado un 69% tiene letrina o pozo séptico. El resto no tiene ningún sistema de saneamiento básico.

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Disposición de los desechos sólidos y líquidos

Los **desechos sólidos y líquidos de corrales y aves menores** son quemados en el 3% de los entrevistados. El 14% no tiene corrales, pero sí aves y los desechos quedan en la finca, principalmente en el área aledaña a la vivienda. El restante 83% no tiene aves, es decir son en su mayoría productores que tienen sólo vegetación natural.

En el 3% de los entrevistados la **distancia de las porquerizas de la quebrada** es menor a 250 m de la quebrada que abastece de agua potable a Copán Ruinas. Esto constituye una fuente de contaminación. El resto de los entrevistados no tienen porquerizas ni cerdos.

El 14% de los entrevistados **deposita los desechos sólidos y líquidos domésticos** a menos de 250 m de la quebrada. El 17% los deposita a más de 250 m. El restante porcentaje no genera este tipo de residuos por que en su propiedad no habita ni él ni su familia.

El 10% de los entrevistados **deposita los desechos sólidos y líquidos** agrícolas en fosas de sedimentación, estos productores se dedican a la cafcultura y generan desechos del despulpado y secado. Las fosas se encuentran a menos de 250 m de la Quebrada Sesesmiles. El 21% utiliza los desechos agrícolas como abono para sus cultivos. El resto de los entrevistados no generan desechos de este tipo porque no tienen actividad agrícola en sus propiedades.

El 7% de los entrevistados **deposita los desechos sólidos y líquidos de la ganadería** en la finca o en composteras, con el objeto de ser utilizadas como abono en la finca. El 10% lo deja en los potreros. Esta situación es un riesgo para la calidad del agua, ya que mediante la escorrentía se transportan coliformes fecales al agua que abastece al casco urbano de Copán Ruinas. El 83% no realiza actividades ganaderas. Esto se debe a que en las propiedades no se lleva a cabo actividad productiva alguna o en aquéllas que si se realizan no se presenta ganado para autoconsumo ni para venta.

El 10% de los productores tienen **una distancia de los establos de la quebrada** de menos de 250 m. La presencia de coliformes en las aguas que abastecen al casco urbano de Copán Ruinas puede deberse a esto. Mientras que el 3% los tiene a más de 250 m. El resto de los entrevistados no tienen establos.

El ganado de sólo el 3% de los potenciales oferentes beben agua de la quebrada que abastece de agua a Copán. El ganado del 28% bebe en otra quebrada que no es afluente de la quebrada productora del SEH. El 69% no tiene ganado.

VALORACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA Y EL BOSQUE

Calidad de agua

El 97% de los entrevistados consideran que las aguas con que realizan sus actividades son de buena calidad. Esto lo explican como resultado de diferentes causas. El 28% lo asocian a que "viene de la montaña". El 28% a que no hay personas ni animales en la montaña que contaminen las aguas.

Estas dos explicaciones muy importantes. Más del 50% de los entrevistados tienen nociones de donde se genera el SEH y por que puede ser disminuido uno de sus componentes, la calidad del agua.

	FA	FR	Causa
No	1	0.03	Por que no se puede beber
	2	0.07	Los análisis de laboratorio lo señalan
	9	0.31	Viene de la montaña
	3	0.10	Viene de nacimientos y pozos
Si	8	0.28	No hay nadie en la montaña que contamine
	2	0.07	No trae infecciones
	2	0.07	Desinfectan el agua en los tanques de distribución
	2	0.07	Otro
TOTAL	29	1	

La calidad del agua en el **pasado, 10 ó 15 años atrás**, se percibía como mejor o igual en un 97% de los entrevistados. Sólo un 3% piensa que en el pasado era mala, el mismo 3% que en el presente la cataloga de esa calidad.

Las **causas de la disminución de la calidad de agua** las explican en un 24% producto de vertidos de residuos, desde envoltorios hasta vertidos de la caficultura. El 3% por la presencia de muchas hojas del bosque y que transitan vacas por las aguas de las quebradas que abastecen del agua a Copán Ruinas. El resto no respondió por que percibió que esa pregunta no correspondía a su realidad, ya que cuenta con agua de buena calidad.

El 66% de los entrevistados manifiestan que la **disminución de la calidad del agua en el futuro les afectará** a la salud. Hay un alto porcentaje que cree que eso no va a suceder, 28%. Creen que eso es obra de Dios o que con una cerca alrededor de la fuente, o el uso de desinfección en las obras de captación la calidad del agua va a continuar siendo buena para consumo humano; a pesar de las prácticas poco sostenibles. El resto no sabe que podría sucederles a él y su familia.

Importancia del bosque

El 69% de los entrevistados creen que los bosques tienen importancia ambiental. El 34% productiva. El 24% Sociocultural.

Importancia	Categorías	FA	FR	Descripción
Ambiental	No sabe	2	0.07	
	No	7	0.24	
	Si	20	0.69	
Productiva	No sabe	2	0.07	
	No	17	0.59	
	Si	10	0.34	
Sociocultural	No sabe	2	0.07	
	No	20	0.69	
	Si	7	0.24	

El 24% de los entrevistados creen que la **presencia de bosques afecta su producción**. Esto debido a que la declaratoria de vocación forestal para la zona les impide cultivar café o granos básicos. El 7% que no tiene bosque, lógicamente no tiene problemas con esta pregunta. El resto cree que el bosque no afectan a su producción, e inclusive los productores de café orgánico señalan que la presencia de bosque ayuda a su cultivo, por que existen más insectos que ayudan a la polinización del café, la frescura del bosque provoca que el cafeto sea más vigoroso y el fruto más aromático.

El 69% de los productores entrevistados relacionan la presencia de bosques con la calidad del agua. Un 17% asocia al bosque sólo a cantidad de agua y el 10% asocia al bosque con calidad y cantidad de agua. El 4% restante no sabe cual es la relación.

Anexo 4. Resultados de las tablas de contingencia significativas.

En columnas: Disposición a participar del PSEH

En filas: Causa de la calidad del agua

Frecuencias absolutas		Causa de wq		Total
	No	Si		
SiAnlab	2	0	2	2
SiMontaña	0	9	9	9
SiNocontaminan	3	5	8	8
SiNaci_pozos	2	1	3	3
Sidesinfeccion	0	2	2	2
SiNoinfecciones	0	2	2	2
Siotro	1	1	2	2
No	0	1	1	1
Total	8	21	29	29

Frecuencias relativas por filas

Causa de wq		No	Si	Total
SiAnlab	1,00	0,00	1,00	1,00
SiMontaña	0,00	1,00	1,00	1,00
SiNocontaminan	0,38	0,63	1,00	1,00
SiNaci_pozos	0,67	0,33	1,00	1,00
Sidesinfeccion	0,00	1,00	1,00	1,00
SiNoinfecciones	0,00	1,00	1,00	1,00
Siotro	0,50	0,50	1,00	1,00
No	0,00	1,00	1,00	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Calidad del agua hace 10 años atrás

Frecuencias absolutas

WQP		No	Si	Total
Igual	8	10	18	18
Peor	0	1	1	1
Mejor	0	10	10	10
Total	8	21	29	29

Frecuencias relativas por filas

En columnas: Disposición a participar PSEH

WQP		No	Si	Total
Igual	0,44	0,56	1,00	1,00
Peor	0,00	1,00	1,00	1,00
Mejor	0,00	1,00	1,00	1,00
Total	0,28	0,72	1,00	1,00

Total 0,28 0,72 1,00

Frecuencias relativas por columnas

Causa wq		No	Si	Total
SiAnlab	0,25	0,00	0,00	0,07
SiMontaña	0,00	0,43	0,31	0,31
SiNocontaminan	0,38	0,24	0,28	0,28
SiNaci_pozos	0,25	0,05	0,10	0,10
Sidesinfeccion	0,00	0,10	0,07	0,07
SiNoinfecciones	0,00	0,10	0,07	0,07
Siotro	0,13	0,05	0,07	0,07
No	0,00	0,05	0,03	0,03
Total	1,00	1,00	1,00	1,00

Estadístico Valor gl P

Chi Cuadrado Pearson 13,77 7 0,0554

Chi Cuadrado MV-G2 16,99 7 0,0175

Coef.Conting.Cramer 0,49

Coef.Conting.Pearson 0,57

Frecuencias relativas por columnas
En columnas: Disposición a participar PSEH

WQP		No	Si	Total
Igual	1,00	0,48	0,62	0,62
Peor	0,00	0,05	0,03	0,03
Mejor	0,00	0,48	0,34	0,34
Total	1,00	1,00	1,00	1,00

Estadístico Valor gl P

Chi Cuadrado Pearson 6,75 2 0,0342

Chi Cuadrado MV-G2 9,43 2 0,0090

Coef.Conting.Cramer 0,34

Coef.Conting.Pearson 0,43

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Importancia del bosque

Frecuencias absolutas		
IFO prod	No	Si
No	6	13
Si	2	8
Total	8	21

Frecuencias relativas por filas		
IFO prod	No	Si
No	0,32	0,68
Si	0,20	0,80
Total	0,28	0,72

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Disposición a dejar en regeneración natural

Frecuencias absolutas		
DCRN	No	Si
Si	2	4
No	5	2
NoCorresponde	1	15
Total	8	21

Frecuencias relativas por filas		
DCRN	No	Si
Si	0,33	0,67
No	0,71	0,29
NoCorresponde	0,06	0,94
Total	0,28	0,72

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Cantidad mano de obra contratada

Frecuencias absolutas		
C MOC	No	Si
=0	8	10
>10	0	2
<10	0	9
Total	8	21

Frecuencias relativas por filas

C MOC	No	Si
=0	0,44	0,56
>10	0,00	1,00
<10	0,00	1,00
Total	0,28	0,72

Frecuencias relativas por columnas

IFO prod	No	Si
No	0,75	0,62
Si	0,25	0,38
Total	1,00	1,00

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	0,44	1	0,5073
Chi Cuadrado MV-G2	0,46	1	0,4999
Irwin-Fisher bilatera..	0,12		0,6749
Coef.Conting.Cramer	0,09		
Coef.Conting.Pearson	0,12		
Coeficiente Phi	0,12		

Frecuencias relativas por columnas

DCRN	No	Si
Si	0,25	0,19
No	0,63	0,10
NoCorresponde	0,13	0,71
Total	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	10,48	2	0,0053
Chi Cuadrado MV-G2	10,67	2	0,0048
Coef.Conting.Cramer	0,43		
Coef.Conting.Pearson	0,52		

Frecuencias relativas por columnas

C MOC	No	Si
=0	1,00	0,48
>10	0,00	0,10
<10	0,00	0,43
Total	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	6,75	2	0,0342
Chi Cuadrado MV-G2	9,43	2	0,0090
Coef.Conting.Cramer	0,34		
Coef.Conting.Pearson	0,43		

En columnas: Disposición a participar PSEH
 En filas: Propiedad esta cerca de la quebrada

Frecuencias absolutas		C Cerca gda		Total	
No	Si	No	Si	No	Si
3	2	5	2	5	2
5	19	24	19	24	19
8	21	29	21	29	21

Frecuencias relativas por filas

C Cerca gda		Total	
No	Si	No	Si
0,60	0,40	1,00	1,00
0,21	0,79	1,00	1,00
0,28	0,72	1,00	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH
 En filas: Propiedad esta cerca de la fuente de agua

Frecuencias absolutas		C Cerca FA		Total	
No	Si	No	Si	No	Si
6	20	26	20	26	20
2	1	3	1	3	1
8	21	29	21	29	21

Frecuencias relativas por filas

C Cerca FA		Total	
No	Si	No	Si
0,23	0,77	1,00	1,00
0,67	0,33	1,00	1,00
0,28	0,72	1,00	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH
 En filas: Su familia habita en la propiedad por la que se lo entrevistó

Frecuencias absolutas		C flia vive dentro		Total	
No	Si	No	Si	No	Si
4	3	7	3	7	3
4	18	22	18	22	18
8	21	29	21	29	21

Frecuencias relativas por filas

C flia vive dentro		Total	
No	Si	No	Si
0,57	0,43	1,00	1,00
0,18	0,82	1,00	1,00
0,28	0,72	1,00	1,00

Frecuencias relativas por columnas

C Cerca gda		Total	
No	Si	No	Si
0,38	0,10	0,17	0,17
0,63	0,90	0,83	0,83
1,00	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	qi	P
Chi Cuadrado Pearson	3,18	1	0,0747
Chi Cuadrado MV-G2	2,87	1	0,0903
Irwin-Fisher bilatera..	0,39		0,1119
Coef. Conting. Cramer	0,23		
Coef. Conting. Pearson	0,31		
Coefficiente Phi	0,33		

Frecuencias relativas por columnas
 En columnas: Disposición a participar PSEH

C Cerca FA		Total	
No	Si	No	Si
0,75	0,95	0,90	0,90
0,25	0,05	0,10	0,10
1,00	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	qi	P
Chi Cuadrado Pearson	2,56	1	0,1097
Chi Cuadrado MV-G2	2,25	1	0,1334
Irwin-Fisher bilatera..	-0,44		0,1762
Coef. Conting. Cramer	0,21		
Coef. Conting. Pearson	0,28		
Coefficiente Phi	-0,30		

Frecuencias relativas por columnas

C flia vive dentro		Total	
No	Si	No	Si
0,50	0,14	0,24	0,24
0,50	0,86	0,76	0,76
1,00	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	qi	P
Chi Cuadrado Pearson	4,04	1	0,0446
Chi Cuadrado MV-G2	3,74	1	0,0531
Irwin-Fisher bilatera..	0,39		0,0676
Coef. Conting. Cramer	0,26		
Coef. Conting. Pearson	0,35		
Coefficiente Phi	0,37		

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Aplica pcsa

Frecuencias absolutas

C Aplica pcsa	No	Si	Total
No	8	12	20
Si	0	9	9
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

C Aplica pcsa	No	Si	Total
No	0,40	0,60	1,00
Si	0,00	1,00	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Aplica pcsa en toda la superficie de la propiedad

Frecuencias absolutas

C superficie pcsa	No	Si	Total
Noaplica	8	12	20
Si	0	7	7
No	0	2	2
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

C superficie pcsa	No	Si	Total
Noaplica	0,40	0,60	1,00
Si	0,00	1,00	1,00
No	0,00	1,00	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Ha sido capacitado para la implementación y manejo de las pcsa que

tiene en su propiedad

Frecuencias absolutas

C capacitacion	No	Si	Total
No	8	14	22
Si	0	7	7
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

C capacitacion	No	Si	Total
No	0,36	0,64	1,00
Si	0,00	1,00	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

Frecuencias relativas por columnas

C Aplica pcsa	No	Si	Total
No	1,00	0,57	0,69
Si	0,00	0,43	0,31
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	4,97	1	0,0258
Chi Cuadrado MV-G2	7,24	1	0,0071
Irwin-Fisher bilatera..	0,40		0,0667
Coef.Conting.Cramer	0,29		
Coef.Conting.Pearson	0,38		
Coefficiente Phi	0,41		

Frecuencias relativas por columnas

C superficie pcsa	No	Si	Total
Noaplica	1,00	0,57	0,69
Si	0,00	0,33	0,24
No	0,00	0,10	0,07
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	4,97	2	0,0833
Chi Cuadrado MV-G2	7,24	2	0,0268
Coef.Conting.Cramer	0,29		
Coef.Conting.Pearson	0,38		

Frecuencias relativas por columnas

C capacitacion	No	Si	Total
No	1,00	0,67	0,76
Si	0,00	0,33	0,24
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	3,52	1	0,0608
Chi Cuadrado MV-G2	5,32	1	0,0211
Irwin-Fisher bilatera..	0,36		0,1421
Coef.Conting.Cramer	0,25		
Coef.Conting.Pearson	0,33		
Coefficiente Phi	0,35		

En columnas: Disposición a participar PSEH
 En filas: Ha recibido apoyo financiero para implementar las pcsa

Frecuencias absolutas		C Apoyo financiero		Total
No	Si	No	Si	Total
8	10	8	10	18
0	11	0	11	11
8	21	8	21	29
Total				

Frecuencias relativas por filas

En columnas: Disposición a participar PSEH		C Apoyo financiero		Total
No	Si	No	Si	Total
0,44	0,56	0,44	0,56	1,00
0,00	1,00	0,00	1,00	1,00
0,28	0,72	0,28	0,72	1,00
Total				

En columnas: Disposición a participar PSEH
 En filas. Le gustaría implementar más pcsa de las que tiene o implementar algunas en su propiedad

Frecuencias absolutas		C Gustaría im pcsa		Total
No	Si	No	Si	Total
7	8	7	8	15
1	13	1	13	14
8	21	8	21	29
Total				

Frecuencias relativas por filas

En columnas: Disposición a participar PSEH		C Gustaría im pcsa		Total
No	Si	No	Si	Total
0,47	0,53	0,47	0,53	1,00
0,07	0,93	0,07	0,93	1,00
0,28	0,72	0,28	0,72	1,00
Total				

En columnas: Disposición a participar PSEH
 En filas. Ha cortado o quemado el bosque desde hace 10 años

Frecuencias absolutas		C Corte quemado VN		Total
No	Si	No	Si	Total
4	18	4	18	22
4	3	4	3	7
8	21	8	21	29
Total				

Frecuencias relativas por filas

En columnas: Disposición a participar PSEH		C Corte quemado VN		Total
No	Si	No	Si	Total
0,18	0,82	0,18	0,82	1,00
0,57	0,43	0,57	0,43	1,00
0,28	0,72	0,28	0,72	1,00
Total				

Frecuencias relativas por columnas
 En columnas: Disposición a participar PSEH

C Apoyo financiero		C Corte quemado VN		Total
No	Si	No	Si	Total
1,00	0,48	0,50	0,86	0,62
0,00	0,52	0,50	0,14	0,38
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total				

Frecuencias relativas por columnas

C Gustaría im pcsa		C Gustaría im pcsa		Total
No	Si	No	Si	Total
0,88	0,38	0,88	0,38	0,52
0,13	0,62	0,13	0,62	0,48
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total				

Estadístico

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	5,66	1	0,0173
Chi Cuadrado MV-G2	6,23	1	0,0126
Irwin-Fisher bilatera..	0,40		0,0352
Coef. Conting. Cramer	0,31		
Coef. Conting. Pearson	0,40		
Coeficiente Phi	0,44		

Frecuencias relativas por columnas

C Corte quemado VN		C Corte quemado VN		Total
No	Si	No	Si	Total
0,50	0,86	0,50	0,86	0,76
0,50	0,14	0,50	0,14	0,24
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total				

Estadístico

Estadístico	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	4,04	1	0,0446
Chi Cuadrado MV-G2	3,74	1	0,0531
Irwin-Fisher bilatera..	-0,39		0,0676
Coef. Conting. Cramer	0,26		
Coef. Conting. Pearson	0,35		
Coeficiente Phi	-0,37		

En columnas: Disposición a participar PSEH
 En filas: Por que no ha cortado o quemado el bosque

Frecuencias absolutas		C Pg no corta		Total	
	No	Si	Total		
Disminuye erosion	1	0	1		
Otro	0	8	8		
Conserva spp	1	4	5		
Conserva WQ	0	7	7		
Lo corta	6	2	8		
Total	8	21	29		

Frecuencias relativas por filas

C Pg no corta		Total	
	No	Si	Total
Disminuye erosion	1,00	0,00	1,00
Otro	0,00	1,00	1,00
Conserva spp	0,20	0,80	1,00
Conserva WQ	0,00	1,00	1,00
Lo corta	0,75	0,25	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Porque ha cortado o quemado la vegetación natural

Frecuencias absolutas

C Pg corta VN		Total	
	No	Si	Total
No corta	3	19	22
Extraccion prod fores..	1	1	2
Sembrar cultivos	3	1	4
Establecer pasturas	1	0	1
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

C Pg corta VN		Total	
	No	Si	Total
No corta	0,14	0,86	1,00
Extraccion prod fores..	0,50	0,50	1,00
Sembrar cultivos	0,75	0,25	1,00
Establecer pasturas	1,00	0,00	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

Frecuencias relativas por columnas

C Pg no corta		Total	
	No	Si	Total
Disminuye erosion	0,13	0,00	0,03
Otro	0,00	0,38	0,28
Conserva spp	0,13	0,19	0,17
Conserva WQ	0,00	0,33	0,24
Lo corta	0,75	0,10	0,28
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico Valor gl P

Chi Cuadrado Pearson	17,49	4	0,0016
Chi Cuadrado MV-G2	20,16	4	0,0005
Coef.Conting.Cramer	0,55		
Coef.Conting.Pearson	0,61		

Frecuencias relativas por columnas

C Pg corta VN		Total	
	No	Si	Total
No corta	0,38	0,90	0,76
Extraccion prod fores..	0,13	0,05	0,07
Sembrar cultivos	0,38	0,05	0,14
Establecer pasturas	0,13	0,00	0,03
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico Valor gl P

Chi Cuadrado Pearson	9,77	3	0,0206
Chi Cuadrado MV-G2	9,37	3	0,0248
Coef.Conting.Cramer	0,41		
Coef.Conting.Pearson	0,50		

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Fuente de consumo de agua

Frecuencias absolutas			
C Consumo W	No	Si	Total
Fte superficial	6	5	11
SAP	2	16	18
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

C Consumo W	No	Si	Total
Fte superficial	0,55	0,45	1,00
SAP	0,11	0,89	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Paga una tarifa por el agua que utiliza en su casa

Frecuencias absolutas

C Tarifa	No	Si	Total
No	6	5	11
Si	2	16	18
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

C Tarifa	No	Si	Total
No	0,55	0,45	1,00
Si	0,11	0,89	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: Cuenta con conexión al sistema de alcantarillado

Frecuencias absolutas

C Alcantarillado	No	Si	Total
No	5	17	22
No sabe	3	1	4
Si	0	3	3
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

C Alcantarillado	No	Si	Total
No	0,23	0,77	1,00
No sabe	0,75	0,25	1,00
Si	0,00	1,00	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

Frecuencias relativas por columnas

C Consumo W	No	Si	Total
Fte superficial	0,75	0,24	0,38
SAP	0,25	0,76	0,62
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Valor	g1	P
Chi Cuadrado Pearson	6,45	1
Chi Cuadrado MV-G2	6,45	1
Irwin-Fisher bilatera..	0,43	0,0281
Coef.Conting.Cramer	0,33	
Coef.Conting.Pearson	0,43	
Coefficiente Phi	0,47	

Frecuencias relativas por columnas

C Tarifa	No	Si	Total
No	0,75	0,24	0,38
Si	0,25	0,76	0,62
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Valor	g1	P
Chi Cuadrado Pearson	6,45	1
Chi Cuadrado MV-G2	6,45	1
Irwin-Fisher bilatera..	0,43	0,0281
Coef.Conting.Cramer	0,33	
Coef.Conting.Pearson	0,43	
Coefficiente Phi	0,47	

Frecuencias relativas por columnas

C Alcantarillado	No	Si	Total
No	0,63	0,81	0,76
No sabe	0,38	0,05	0,14
Si	0,00	0,14	0,10
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico

Valor	g1	P
Chi Cuadrado Pearson	5,90	2
Chi Cuadrado MV-G2	6,08	2
Coef.Conting.Cramer	0,32	
Coef.Conting.Pearson	0,41	

En columnas: Disposición a participar PSEH
En filas: Disposición de los residuos sólidos de porquerizas

Frecuencias absolutas			
C RS porquerizas	No	Si	Total
No tiene por	7	21	28
<250 m qda	1	0	1
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas			
C RS porquerizas	No	Si	Total
No tiene por	0,25	0,75	1,00
<250 m qda	1,00	0,00	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: cultiva frijol

Frecuencias absolutas			
Frijol	No	Si	Total
Si	6	4	10
No	2	17	19
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

Frijol	No	Si	Total
Si	0,60	0,40	1,00
No	0,11	0,89	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

En columnas: Disposición a participar PSEH

En filas: cultiva maiz

Frecuencias absolutas			
Maiz	No	Si	Total
Si	4	4	8
No	4	17	21
Total	8	21	29

Frecuencias relativas por filas

Maiz	No	Si	Total
Si	0,50	0,50	1,00
No	0,19	0,81	1,00
Total	0,28	0,72	1,00

Frecuencias relativas por columnas

Frecuencias relativas por columnas

C RS porquerizas	No	Si	Total
No tiene por	0,88	1,00	0,97
<250 m qda	0,13	0,00	0,03
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico			
	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	2,72	1	0,0992
Chi Cuadrado MV-G2	2,67	1	0,1022
Irwin-Fisher bilatera..	-0,75		0,2759
Coef.Conting.Cramer	0,22		
Coef.Conting.Pearson	0,29		
Coefficiente Phi	-0,31		

Frecuencias relativas por columnas

Frijol			
No	Si	Total	
Si	0,75	0,19	0,34
No	0,25	0,81	0,66
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico			
	valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	8,03	1	0,0046
Chi Cuadrado MV-G2	7,92	1	0,0049
Irwin-Fisher bilatera..	0,49		0,0089
Coef.Conting.Cramer	0,37		
Coef.Conting.Pearson	0,47		
Coefficiente Phi	0,53		

Maiz			
No	Si	Total	
Si	0,50	0,19	0,28
No	0,50	0,81	0,72
Total	1,00	1,00	1,00

Estadístico			
	Valor	gl	P
Chi Cuadrado Pearson	2,78	1	0,0955
Chi Cuadrado MV-G2	2,62	1	0,1054
Irwin-Fisher bilatera..	0,31		0,1638
Coef.Conting.Cramer	0,22		
Coef.Conting.Pearson	0,30		
Coefficiente Phi	0,31		

Anexo 5. Cuadro de los montos de compensación estimados a pagar por implementación de pesa y conservación del bosque.

Num	Uso y/o manejo del suelo	Puntaje	costos establecimiento (US/ha)	costos mantenimiento (US/ha)	COP Copán	costos línea base (US/ha)	pago por adopción (US/ha)	costo mantenimiento (US/ha)	pago por mantenimiento (US/ha)
1	Cultivos anuales	0,0	0	0	0	0	0	0	0
2	Cultivos anuales con practicas sostenibles con el medio ambiente	0,3	46	16	0	46	80	16	14
3	Cultivos anuales con obras físicas de CSA	0,3	130	8	0	130	80	8	14
4	Cultivos anuales con practicas agroforestales durante el segundo año de implementación	0,4	91	22	0	91	107	22	18
						Pago por punto		46	
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	154	20	0	154	139	20	20
7	Café sin sombra y con cobertura	0,6	34	12	0	34	116	12	24
8	Café con sombra y cobertura	0,7	189	32	0	189	163	32	28
9	Café orgánico certificado	0,8	226	38	0	226	186	38	31
						Pago por punto		36	
10	Plantación forestal con suelo descubierto (sin sotobosque)	0,2	0	0	0	0	0	0	0
11	Bosquetes aislados	0,5	38	33	20	58	34	53	31
12	Guamil (tacotal, terreno en barbecho)	0,8	38	33	20	58	54	53	49
13	Bosque de galería bien manejado	1,0	38	33	20	58	67	53	62
14	Bosque secundario con vigilancia	1,0	38	33	20	58	67	53	62
15	Bosque primario con vigilancia	1,0	38	33	20	58	67	53	62
						Pago por punto		64	59

Anexo 6. Lista de participantes al Taller Pagos por Servicios Ambientales Hídricos en Copán Ruinas, Honduras

CATIE Centro Centroamericano de Estudios Agropecuarios e Institucionales

INNOVACION, APRENDIZAJE Y COMUNICACION PARA LA COGESTION ADAPTATIVA DE CUENCAS, FOCUENCAS E
LISTADO DE PARTICIPANTES

INNOVACION, APRENDIZAJE Y COMUNICACION PARA LA COGESTION ADAPTATIVA DE CUENCAS, FOCUENCAS E
FECHA 20/10/08

Taller/Reunión: Taller Pago por Servicios Ambientales Hídricos en Copán Ruinas, Copán, Honduras
Lugar/Fecha: Salón de Reuniones Municipalidad Copán Ruinas, Copán
Responsable del Evento: Rafaela Retamal, Roger Madrigal, Josue Leon

No.	NOMBRE	INSTITUCION/ COMUNIDAD	CARGO	IDENTIDAD	FIRMA
1	Timoteo Perera	Manatous	Productor S. R.L.	0901-51-50000	[Firma]
2	Angelina Perera	Manatous	Productor Agrícola	0901-51-50000	[Firma]
3	Francisco Hndez	Sesemil	Productor	0901-51-50000	[Firma]
4	Juan Perera	Manatous	Productor	0901-51-50000	[Firma]
5	Manuel Segelone	Manatous	Productor	0901-51-50000	[Firma]
6	Juan Perera	Tierras Fric 3"	Productor	0901-51-50000	[Firma]
7	Manuel Segelone	Manatous	Productor	0901-51-50000	[Firma]
8	Gregorio Garcia	Tierras Fric 3"	Productor	0901-51-50000	[Firma]
9	Josue A. Diaz	Santa Rita	Tecnico	0901-51-50000	[Firma]
10	Osca Acosta	Santa Rita Top	Productor	0901-51-50000	[Firma]
11	Francisco Hndez	Manatous S.R.L.	Productor	0901-51-50000	[Firma]
12	Juan Jose Perez	Manatous	Productor	0901-51-50000	[Firma]
13	Osca Perez	Teg. S.R.L.	Productor	0901-51-50000	[Firma]
14	Manuel Moreno	Manatous	Productor	0901-51-50000	[Firma]
15	Manuel Moreno	Sesemil	Productor	0901-51-50000	[Firma]
16	Rubén Pérez	Manatous	Productor	0901-51-50000	[Firma]
17	Manuel Moreno	Los Planos S.R.L.	Productor	0901-51-50000	[Firma]
18	Manuel Moreno	Los Planos S.R.L.	Productor	0901-51-50000	[Firma]
19	Manuel Moreno	Sesemil II	Productor	0901-51-50000	[Firma]
20	Manuel Moreno	Sesemil II	Productor	0901-51-50000	[Firma]

CATIE Centro Centroamericano de Estudios Agropecuarios e Institucionales

INNOVACION, APRENDIZAJE Y COMUNICACION PARA LA COGESTION ADAPTATIVA DE CUENCAS, FOCUENCAS E
LISTADO DE PARTICIPANTES

INNOVACION, APRENDIZAJE Y COMUNICACION PARA LA COGESTION ADAPTATIVA DE CUENCAS, FOCUENCAS E
FECHA 20/10/08

Taller/Reunión: Taller Pago por Servicios Ambientales Hídricos en Copán Ruinas, Copán, Honduras
Lugar/Fecha: Salón de Reuniones Municipalidad Copán Ruinas, Copán
Responsable del Evento: Rafaela Retamal, Roger Madrigal, Josue Leon

No.	NOMBRE	INSTITUCION/ COMUNIDAD	CARGO	IDENTIDAD	FIRMA
1	Hector Villeda	El Cond. Copán	Productor	0901-51-50000	[Firma]
2	Antonio Viquez H.	Sesemil II	Productor	0901-51-50000	[Firma]
3	Isabel Roldán	Sesemil II	Productor	0901-51-50000	[Firma]
4	Pedro Pablo Sandoval	Los Planos	Productor	0901-51-50000	[Firma]
5	Ana Mercedes Bernal	ACE-COHDEF	Técnico	1309-59-00000	[Firma]
6	Arbol Mendiola	Mun. Copán Ruinas	Visa Alcalde	0901-51-50000	[Firma]
7	Sergio Amador	E.A.P.D.	Estudiante	0901-51-50000	[Firma]
8	Rafaela Retamal	CATIE/FOCUENCAS	Facilitadora	1309-59-00000	[Firma]
9	Josue Leon	CATIE/FOCUENCAS	Facilitador	1309-59-00000	[Firma]
10	Jatiana Guzman	CATIE/FOCUENCAS	Facilitadora	4174906	[Firma]
11	Manuel J. Viquez	S.R.L. Bernal	Productor	0901-51-50000	[Firma]
12	Vergil Mendiola	CATIE	Investigador	108430370	[Firma]
13	Daniela Viquez	CATIE/FOCUENCAS	Sec. Admin.	0901-51-50000	[Firma]
14	Rafael Retamal	FOCUENCAS	Facilitador	0901-51-50000	[Firma]
15					
16					
17					
18					
19					
20					