

**Bases para el establecimiento de un mercado
de agua en la microcuenca de Neteapa,
Honduras**

Paul Walter Cisneros Alvarrasín

Zamorano
Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente

Diciembre, 2003

Bases para el establecimiento de un mercado de agua en la microcuenca de Neteapa, Honduras

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar por el título de Ingeniero Agrónomo en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el Grado Académico de Licenciatura.

Presentado por

Paul Walter Cisneros Alvarrasín

Honduras
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso
para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para fines educativos. Para otras personas
naturales o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Paúl Walter Cisneros Alvarrasín

Honduras
Diciembre, 2003

Bases para el establecimiento de un mercado de agua en la microcuenca de Neteapa, Honduras

Presentado por:

Paúl Walter Cisneros Alvarrasín

Aprobado:

Marco Granadino, M. Sc.
Asesor principal

Mayra Falck, M. Sc.
Coordinadora de la Carrera de
Desarrollo Socioeconómico y
Ambiente

Luis Caballero, M. Sc.
Asesor

Antonio Flores, Ph. D.
Decano Académico

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

AGRADECIMIENTOS

A todos aquellos que de alguna manera me apoyaron durante la realización mi proyecto, en especial:

A mis padres, mi hermana y el resto de mi familia por enviarme siempre energías positivas para poder cumplir mis metas.

A quienes fueron parte de mi equipo de trabajo en las salidas de campo.

A Pamela R, Cristóbal A, Daniel S, Esteban L, Elizabeth T, Marta S, Tania V, Olga R, Lorelly A, Mariela M, Roberto R, Christian L, Daniel Ch y Sussane K, por brindarme siempre una palabra oportuna de motivación y aliento.

A Marco Granadino por darme libertad y confianza para aprender.

Al Ing. Nelson Agudelo por sus consejos y paciencia.

Al Ing. Carlos Orellana por su ayuda y amistad.

Al personal de la Zamoempresa de Servicios Agrícolas.

Al personal de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente por su trato amable y colaboración.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A mis padres, por haber trabajado tan esforzadamente para que pueda completar mis estudios y haberme otorgado su confianza durante todo este tiempo.

RESUMEN

Cisneros P. 2003. Bases para el establecimiento de un mercado de agua en la microcuenca del Río Neteapa, El Paraíso, Honduras. Proyecto especial del programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras, 81 p.

La degradación ambiental producida por la agricultura en la zona alta de la Microcuenca de Neteapa, disminuye la eficiencia del sistema de distribución de agua para el centro urbano de Morocelí, debido a las grandes cantidades de sedimentos depositados en la infraestructura de captación y transporte, y a la disminución de la calidad por contaminación de fertilizantes y aguas negras procedentes de la comunidad de Hoya Grande, ubicada en la zona alta de captación de agua. Mediante el estudio, se establecieron bases técnicas para el mantenimiento y mejora de la oferta del bien agua; bajo un modelo de mercado; aproximando el volumen de la oferta mensual de agua de la microcuenca a un valor mínimo de 220 L/s y un máximo de 860 L/s, siendo ésta cantidad el 2.88% del total anual del agua que genera la cuenca, se determinó como prioritario trabajar en el aumento de la calidad del agua mediante la construcción de letrinas a nivel de fincas para mitigar la contaminación por coliformes fecales e iniciar con esto el modelo de pago por servicios ambientales. Se evaluó el impacto en el ingreso neto del productor por la introducción de sistemas agroforestales en la finca, determinándose económicamente factible el uso de los sistemas: caoba-maíz y café-caoba-guama, durante un período de 20 años.

Se determinaron las actividades que debe realizar el organismo administrador del fondo ambiental en la microcuenca, bajo el modelo de pago por servicios ambientales, recomendando la correcta identificación y organización de los participantes del modelo, la búsqueda de fuentes externas de financiamiento y la delineación de normas para las transacciones en el corto plazo y el ordenamiento de la oferta, definición y asignación derechos y normas de mercado en el largo plazo.

Palabras clave: agua, mercado, mitigación, servicio ambiental, sistemas agroforestales.

Marco Granadino, M. Sc.

CONTENIDO

Portadilla	i
Autoría.....	ii
Página de firmas.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Agradecimientos a patrocinadores.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
1	INTRODUCCIÓN.....1
1.1	ANTECEDENTES.....2
1.2	JUSTIFICACIÓN.....2
1.3	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....2
1.4	LÍMITES DEL ESTUDIO.....3
1.5	OBJETIVOS.....3
1.5.1	Objetivo general.....3
1.5.2	Objetivos específicos.....4
2	REVISIÓN DE LITERATURA.....5
2.1	GESTIÓN DEL RECURSO AGUA.....5
2.1.1	Situación actual del recurso.....5
2.1.2	Criterios para la ubicación de agua.....6
2.1.3	Mecanismos de asignación de agua.....7
2.1.3.1	Fijación de precios a costo marginal.....7
2.1.3.2	Asignación pública (administrativa) del agua.....8
2.1.3.3	Asignación basada en los usuarios.....9
2.1.3.4	Mercado de agua.....9
2.1.4	Eficiencia económica.....12
2.1.5	Equidad.....12
2.1.6	Introducción de mercados de agua en países en desarrollo.....13
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....15
3.1	DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES.....15
3.1.1	Diagnóstico de los sistemas agrícolas existentes.....15
3.1.1.1	Descripción ambiental y análisis del área de estudio.....15

3.1.1.2	Identificación y descripción de los sistemas de producción existentes	16
3.1.1.3	Análisis de los sistemas de manejo de suelo seleccionados	16
3.1.2	Diseño de los sistemas agroforestales	16
3.1.2.1	Evaluación de los sistemas	17
3.2	LA OFERTA DE AGUA EN LA MICROCUENCA DE NETEAPA.....	17
3.2.1	Volumen de agua	17
3.2.2	Mitigación de la contaminación	18
3.3	LA UBICACIÓN DEL AGUA EN NETEAPA.....	18
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1	DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES	19
4.1.1	Diagnóstico de los sistemas agrícolas existentes.....	19
4.1.1.1	Descripción ambiental y análisis del área de estudio	19
4.1.1.2	Identificación y descripción de los sistemas de finca seleccionados.....	22
4.1.1.3	Análisis de los sistemas de manejo de suelo seleccionados	23
4.1.2	Diseño de los sistemas agroforestales	25
4.1.2.1	Diseño del sistema a utilizar	28
4.1.2.2	Evaluación de los sistemas	31
4.2	LA OFERTA DE AGUA EN LA MICROCUENCA DE NETEAPA.....	35
4.2.1	Volumen de agua	35
4.2.2	Mitigación de la contaminación	37
4.3	LA UBICACIÓN DEL AGUA EN NETEAPA.....	38
4.3.1	Administración del recurso agua	38
4.3.1.1	FASE 1. Pago por servicios ambientales.....	39
4.3.1.2	FASE 2. Mercado de agua	40
5	CONCLUSIONES	42
6	RECOMENDACIONES	44
7	BIBLIOGRAFÍA	45
8	ANEXOS.....	49

ÍNDICE DE CUADROS

1. Uso de suelo en la microcuenca de Neteapa al año 2001.....	21
2. Conflictos en el uso del suelo en la microcuenca de Neteapa.....	22
3. Resumen del ciclo de producción de maíz para 7000 m ² en Hoya Grande.....	23
4. Ciclo de producción de café orgánico para 7000 m ² en Hoya Grande.....	24
5. Ciclo de producción de café convencional para 7000 m ² en Hoya Grande.....	25
6. Uso de suelo de la zona de amortiguamiento para el año 2001.....	27
7. Especies recomendadas para enriquecimiento de cafetales.....	30
8. Índices de rentabilidad para el sistema caoba- guama-café.....	32
9. Índices de rentabilidad para sistema caoba maíz.....	33
10. Resumen del presupuesto parcial. Maíz versus caoba-maíz.....	33
11. Resumen del presupuesto parcial. Café convencional versus caoba-guama-café.....	34
12. Resumen del presupuesto parcial. Café orgánico versus caoba-guama-café.....	34
13. Financiamiento requerido para el cambio de uso de suelo por manzana.....	35

ÍNDICE DE FIGURAS

1. Ubicación de la microcuenca de Neteapa.....	19
2. Delimitación del área de estudio.	20
3. Zona de amortiguamiento para producción de agua.....	26
4. Uso de suelo de la zona de amortiguamiento en 2001.	27
5. Diseño para intervención dentro de la zona de amortiguamiento	29
6. Diseño de parcelas permanentes de muestreo.	31
7. Disponibilidad mensual de agua en el río Neteapa. 2003.....	36

ÍNDICE DE ANEXOS

1. Mapa de uso de la microcuenca de Neteapa para el año 2001.	50
2. Mapa de conflictos de suelo de la microcuenca de Neteapa para el año 2001.....	51
3. Costos de producción de maíz para una manzana (7000 m ²), Hoya Grande.....	52
4. Costos de producción de café orgánico para una manzana en Hoya Grande.	53
5. Costos de producción anual de café convencional para 7000 m ² en Hoya Grande.....	54
6. Especies recomendadas para la zona de recarga dentro del área ribereña de la microcuenca de Neteapa, 2003.....	55
7. Flujo de caja proyectado. Sistema Caoba-Guama-Café.....	56
8. Flujo de caja proyectado. Sistema Caoba-Maíz.....	58
9. Comparación mediante presupuesto parcial, maíz versus caoba-maíz.....	60
10. Comparación mediante presupuesto parcial café convencional versus café-caoba- guama.....	61
11. Comparación de presupuesto parcial, café orgánico versus café-caoba-guama.	62
12. Datos de campo de aforo quincenal.....	63
13. Puntos de muestreo de caudal.....	68
14. Costos de instalación para 1 letrina seca.	69

1 INTRODUCCIÓN

La degradación ambiental producida por la agricultura en la zona alta de la microcuenca de Neteapa, disminuye actualmente la eficiencia del sistema de distribución de agua para el centro urbano de Morocelí, debido a las grandes cantidades de sedimentos depositados en la infraestructura de captación y transporte, y a la disminución de la calidad por contaminación de fertilizantes y aguas negras procedentes de la comunidad de Hoya Grande, ubicada en la zona alta de captación de agua.

La protección de estas zonas generadoras de agua se ha manejado históricamente mediante la ejecución de proyectos financiados por distintos organismos internacionales y nacionales, que han incentivado las mejoras y diversificación de las prácticas agrícolas en la zona, las cuales debido a la temporalidad y actitud paternalista, no han logrado fomentar una conciencia de mercado en el manejo del agua, que permita manejarlo como un bien transable.

La creciente escasez del bien agua exige de un manejo adecuado de los factores que afectan su captación, asignación, calidad y perdurabilidad, por tanto se plantea realizar un análisis del costo de cambio de uso de tierra en la parte alta de la cuenca, para mantener y/o aumentar la cantidad y calidad de agua que se puede ofertar a los usuarios directos. Un estudio de esta naturaleza permite además conocer las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas que los agricultores tienen para ingresar dentro de un mercado de agua y plantea soluciones técnicamente viables al problema de degradación ambiental.

La determinación de estos costos complementa los estudios realizados por Díaz (2002) sobre la DAP de los usuarios directos de Morocelí, por un aumento en la cantidad y calidad de agua, mediante el contraste de la tarifa actual, con la real necesidad de los agricultores para manejar de una forma sostenible la oferta de agua para consumo, buscando mecanismos que permitan canalizar esa DAP hacia las actividades de conservación y cambio de uso.

Bajo este contexto, el estudio busca definir los escenarios de producción que permitan mantener un mercado de agua en Neteapa, basado en la factibilidad técnica del cambio de cultivos e implementación de medidas de mitigación para la contaminación de procedencia urbana, tomando en cuenta el plan de Manejo de la Microcuenca de Neteapa ya existente, y analizar los requerimientos estratégicos básicos para el establecimiento de un mercado de agua.

1.1 ANTECEDENTES

La determinación de las bases para el plan de manejo de la microcuenca Neteapa desarrolladas por Fernández (2001), generó información necesaria para la definición de los puntos de muestreo de los caudales y puntos de contaminación principales dentro de los cauces de la microcuenca.

Posteriormente Muñoz (2001) realizó una evaluación del plan de manejo desarrollado para Neteapa, que reflejó las falencias del mismo en cuanto a causar un impacto en el cambio de uso planteado, presumiblemente por la visión cortoplacista de los productores y el rechazo a hacer cambios profundos en sus sistemas de producción, sin tomar en cuenta los beneficios adicionales que generaría un modelo de pago por servicios ambientales en la zona. También en 2002, la microcuenca de Neteapa fue objeto de un estudio de disponibilidad a pagar desarrollado por Díaz, aplicado a los habitantes de Moroceli definidos como usuarios directos del sistema de agua potable, mediante el cual se determinó que como media los usuarios estarían dispuestos a pagar hasta 15.15 Lps. mensuales adicionales por el trabajo en las áreas de las fuentes generadoras de agua, siempre y cuando se mejore la calidad y se aumente la cantidad disponible. En este estudio, se evaluaron además dos alternativas a la protección de los recursos, tanto la perforación de pozos como la reconstrucción de la represa, las cuales son alternativas que no aportan a la aplicación del plan de manejo sostenible diseñado para la cuenca.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La creación del mercado de agua dentro de la cuenca ayudaría a solucionar los problemas de abastecimiento de agua en los centros poblados en el corto plazo y a asegurar una provisión adecuada en el largo plazo. Contribuiría a mejorar la interacción social y económica entre los habitantes de la cuenca, haciendo más equitativo el uso del agua, haciendo que los que más consumen sean los que más pagan por el mantenimiento del servicio y provocando también que los productores sean económicamente capaces de diversificar sus actividades productivas hacia prácticas más sostenibles y amigables con el ambiente.

La determinación de los costos necesarios para llevar a cabo el cambio de uso de suelo y la disposición eficiente de desechos puede ser utilizada para otras comunidades cercanas en el área de influencia de Zamorano, que presentan características muy similares en cuanto a la composición y problemática del mercado de los servicios ambientales.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La falta de un mercado que establezca un valor para el agua dentro de la microcuenca de Neteapa, hace que el recurso no se cuide, no se valore y como consecuencia no se planifique su uso sostenible.

Como requisito indispensable para que un mercado funcione en el largo plazo, el monto que los usuarios pagan por el servicio de agua, debería ser suficiente, al menos para cubrir los costos de producción, provisión y mantenimiento actual del servicio.

Como un principio del establecimiento de un modelo de pago por servicios ambientales en Neteapa, el estudio de Díaz (2002) establece que la alta demanda insatisfecha, ha manifestado su disposición a pagar más dinero por una mayor cantidad y calidad de agua.

Para que esto suceda, la demanda debería ser contrarestanda por una oferta capaz de proveer el recurso de una forma que, usando la disponibilidad a pagar marginal de los usuarios directos, se cree un fondo y un mecanismo de incentivos económicos para que el cambio de uso de suelo contribuya al mantenimiento o aumento de la oferta. Además, este fondo, debería proporcionar parte del financiamiento necesario para mejorar la infraestructura de disposición de desechos que permita una disminución de los niveles de coliformes totales y fecales del agua (Fernández, 2001).

El cálculo de los montos necesarios para realizar el cambio de uso y disposición de desechos y la definición de vehículos de pago representa el siguiente paso en el establecimiento del mercado de agua en Neteapa.

1.4 LÍMITES DEL ESTUDIO

El análisis a largo plazo del aumento de la oferta de agua en la cuenca de Neteapa producto del cambio de uso, debería realizarse como justificación de la protección de la cuenca para la creación del modelo de pago por servicios ambientales. Debido a falta de información histórica y a la limitante de tiempo para generarla, el estudio debe prescindir de la proyección del balance hídrico y asumir que el cambio de uso y de disposición de desechos, provocará si no, un aumento, al menos un sustento de los niveles actuales de caudal y calidad de agua.

El objetivo de este estudio no es conocer la disponibilidad a recibir de los productores de la parte alta de la microcuenca de Neteapa, debido a que la metodología necesaria para aproximar este valor crearía falsas expectativas dentro de la población que formará parte de un estudio preliminar.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Establecer bases técnicas para el mantenimiento y mejora de la oferta del bien agua; bajo un modelo de mercado en la microcuenca del río Neteapa, El Paraíso, Honduras.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Determinar los costos de protección o cambio de uso de suelo para mantener o aumentar la cobertura boscosa y la oferta de agua en la microcuenca de Neteapa.
2. Aproximar el volumen de la oferta mensual de agua de la microcuenca de Neteapa.
3. Determinar las medidas de mitigación para las actividades productivas y sus costos con respecto a la disposición de desechos en las quebradas de la microcuenca de Neteapa.
4. Proponer actividades y objetivos para un mecanismo de gestión de agua para la microcuenca de Neteapa.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 GESTIÓN DEL RECURSO AGUA

2.1.1 Situación actual del recurso

El agua se ha hecho escasa a nivel mundial, requiriendo ahora un cuidadoso manejo económico y ambiental (Banco Mundial, 1993). En los países en desarrollo, esta situación ha sido exacerbada por el rápido crecimiento de la población y la urbanización. Al igual que la demanda por agua para uso humano e industrial, la demanda para irrigación en agricultura ha aumentado, ampliando aún más la brecha existente entre la oferta y demanda de agua, ya que al mismo tiempo, los costos ambientales y de ingeniería para los países, dedicados a nuevas infraestructuras son ahora más elevados, por lo cual el aumento de la eficiencia en el uso es cada vez más difícil; esto se suma a las limitantes e ineficiencias administrativas de los gobiernos, que muchas veces han equivocado la asignación de agua, permitiendo daños al ambiente como resultado de políticas distorsionadas, debilidad institucional, fallas en los mercados e inversiones mal encaminadas, provocando que la escasez del recurso aumente (Simpson y Rigsgog, 1997).

A nivel global, existe un consenso de la emergente necesidad de un manejo más efectivo del recurso agua, la cual está plasmada en los principios del manejo efectivo derivados de la Declaración de Dublín en la Conferencia Internacional de Agua y Ambiente en 1992, en los cuales se menciona (Briscoe , 1997):

- El principio ecológico que requiere el manejo holístico del agua.
- El principio institucional que requiere que el manejo sea participatorio, con responsabilidad al más bajo y apropiado nivel y con una gran participación de ONG's, el sector privado y las mujeres.
- El principio de instrumento, que requiere que el agua sea como un recurso económico.

Para Simpson y Rigsgog (1997), en los países de la región centroamericana, la característica común de la gestión del agua en las áreas urbanas, es que ésta sigue siendo esencialmente sectorial, orientada en función de los usos, problemas o demandas específicas, y no al recurso.

Dentro de la cuenca hidrográfica, existe una relación hídrica indiscutible entre las partes altas y bajas de las mismas. Esta relación, que se puede establecer en términos físicos, no es comprendida tan evidentemente en términos económicos. Generalmente se asigna una prioridad muy baja al manejo de las cuencas altas en relación a lo que se presume es de mayor y mejor rentabilidad inmediata, tal como realizar inversiones en obras hidráulicas (sistemas de riego, plantas de tratamiento, etc.)(Duorejeanni *et al.*, 2002).

En las cuencas hidrográficas, un enfoque de sistemas, permitiría evaluar las diferentes funciones que cumple una cuenca tanto desde el punto de vista biofísico como económico y

puede ayudar a los actores a entender mejor los posibles intercambios ventajosos que existen entre las diferentes opciones de utilización de las cuencas. Este enfoque debe estar apoyado por instrumentos apropiados de valorización económica, los cuales deben reflejar la mayor cantidad de bienes y servicios que ofrece una cuenca a los diferentes usuarios incluyendo las necesidades de mantener los ecosistemas presentes en la misma (Dourojeanni y Jouravlev, 1999). Estas valorizaciones deben considerar los bienes y servicios utilizados por los seres humanos independientemente de su nivel social. Así como los cambios en el uso de los recursos naturales, principalmente de la tierra aguas arriba que acarrearán una modificación del ciclo hidrológico dentro de la cuenca aguas abajo en cantidad, calidad, oportunidad y lugar. Es por esta razón que geográficamente, en el ámbito de una cuenca, es donde se puede lograr una mejor integración entre la gestión y el aprovechamiento del agua y las acciones de manejo, explotación y control de uso de otros recursos naturales que tienen repercusiones en el sistema hídrico.

Estas consideraciones ayudan a explicar la importancia que se le asigna en la gestión del agua a las actividades de manejo de cuencas. Las actividades de manejo de cuencas, en su concepción original, tienen como fin manejar la superficie y sub-superficie de la cuenca que capta el agua para regular la escorrentía en cantidad, calidad y oportunidad, considerando como factor primordial que los usos y usuarios situados aguas abajo dependen de manera crítica de la cantidad, calidad y tiempo de los sobrantes, caudales de retorno o pérdidas de los usos situados aguas arriba (Dourojeanni y Jouravlev, 1999).

Normalmente los usuarios aguas abajo no tienen posibilidad de controlar las acciones aguas arriba, sin una intervención reguladora externa. Este hecho limita severamente las posibilidades de alcanzar un aprovechamiento del recurso que sea económicamente óptimo, socialmente justo y ambientalmente sustentable, lo cual se puede alcanzar sólo a través de negociaciones o transacciones entre usuarios privados o por su acción colectiva (Dourojeanni *et al.*, 2002).

2.1.2 Criterios para la ubicación de agua

Algunos medios apropiados de ubicación de agua son necesarios para lograr la óptima ubicación del recurso. Hay ciertos criterios usados para comparar formas de distribución de agua (Howe *et al.*, 1986):

- Flexibilidad en la asignación de ofertas, de tal forma que el recurso pueda ser enfocado de uso en uso, lugar en lugar, a medida de que la demanda cambia, haciendo posible igualar los valores marginales entre varios usos con menor costo.
- Seguridad de tenencia para usuarios establecidos, para que ellos puedan tomar medidas necesarias para usar el recurso eficientemente. La seguridad no crea conflictos con la flexibilidad en cuanto haya una cantidad apropiada de recurso disponible para satisfacer la demanda inesperada.

- El costo de oportunidad real de proveer el recurso es pagado por los usuarios del mismo, de forma que otras demandas o externalidades son internalizadas, esto permite a la asignación contabilizar usos ambientales con un uso de no mercado, dirigiendo el empleo del recurso hacia actividades con valores alternativos mayores.
- El costo de la asignación debe tener un carácter previsible de tal manera que la mejor asignación pueda ser concretada y la incertidumbre minimizada.
- Se requiere aceptabilidad política y pública, para que la asignación sirva a valores y objetivos específicos, y el sistema sea además aceptado por varios sino todos los segmentos de la sociedad.

Un grupo adicional de criterios puede ser incluido (Winpenny 1994):

- Eficacia, para que la asignación del agua pueda cambiar situaciones indeseables existentes como el agotamiento del agua subterránea o la contaminación, y dirija el sistema hacia alcanzar las metas sociales deseadas.
- Factibilidad administrativa y sostenibilidad para ser capaz de implementar el mecanismo de ubicación, y permitir un efecto de la política adoptada que sea continuo y creciente.

2.1.3 Mecanismos de asignación de agua

2.1.3.1 Fijación de precios a costo marginal. Dinar, Rozegrant y Meizen-Dick (N/A), cita que un mecanismo del costo marginal, en esencia, pone un precio al agua para igualar el costo marginal de suplir la última unidad de dicha agua. Una asignación que iguala el precio unitario del agua con el costo marginal, es considerada una asignación de recursos económicamente eficiente o socialmente óptima.

“El criterio de eficiencia maximiza el valor total de producción para todos los sectores afectados de la economía.” (Dinar *et al.*, N/A)

Según Spulber y Sabbaghi (1994), los costos de suplir agua a los consumidores, típicamente incluyen: recolección, transporte a una planta de tratamiento, tratamiento del agua para alcanzar los estándares adecuados de calidad, monitoreo, distribución a los consumidores y deberían incluir también, cualquier costo o beneficio social aunque sean relativamente más difíciles de estimar. Si hay mayores costos para ubicar agua para algunos usos que para otros, entonces el precio puede ser diferenciado para que sea equivalente al costo marginal relevante de provisión para cada tipo de uso (Tietenberg, 1988).

La ventaja más obvia de la fijación de precios al costo marginal es que ésta es teóricamente eficiente. No solo se igualan los costos marginales y los beneficios, sino que al precio eficiente, la diferencia entre el valor del agua distribuida y el costo total está en un máximo. La fijación de precios al costo marginal evita entonces la tendencia a subvalorar (y consecuentemente sobre usar) el agua. Bajo condiciones de escasez, el uso excesivo de agua es obviamente indeseable y conlleva a un alto costo social. Un sistema de fijación de precios al costo marginal podría prevenir el sobre uso porque los precios subirían para reflejar la escasez relativa del agua distribuida. Las estrategias de fijación de precios al

costo marginal en la asignación de agua pueden también ser combinadas con cobros por contaminación e impuestos (Dinar *et al.*, N/A).

Una de las principales limitantes de la fijación de precios al costo marginal refiere a la dificultad de definir el costo marginal como tal (Saunders *et al.*, 1977).

Esta dificultad se da en parte como resultado de problemas en la recolección de información suficiente para estimar correctamente y subsecuentemente monitorear beneficios y costos (Spulber y Sabbaghi, 1994).

2.1.3.2 Asignación pública (administrativa) del agua. Tres puntos básicos apoyan la teoría de que la acción pública es necesaria en la asignación de agua (Riesgo y Gómez, 2003): el primero se basa en que es difícil tratar al agua como un bien de mercado común, el agua es ampliamente percibida como un bien público, y un desarrollo del manejo de agua a gran escala es demasiado costoso para el sector privado.

Para Riesgo y Gómez (2003) la asignación pública intenta promover la equidad, mediante asegurar la oferta de agua a áreas de cantidad insuficiente. Puede el modelo, en cierto grado, proteger al pobre, sostener las necesidades ambientales, y proveer un nivel dado de agua para satisfacer las necesidades mínimas en el sector que la recibe.

La asignación física de agua entre los usuarios es independiente del cargo. Las reglas de la asignación en este caso pueden estar basadas en hechos históricos (como derechos prioritarios), en cantidades compartidas de los volúmenes de agua disponibles, en requerimientos individuales, o hasta en presión política.

El desarrollo de una provisión de agua subsidiada reemplaza mecanismos de mercado de provisión de agua vía transferencias de títulos de aguas. Los precios como resultado, no representan el costo de la distribución de agua o su valor para el usuario. Como resultado, los mecanismos de asignación pública a veces llevan a gastar o asignar erróneamente el agua, y crean inversión y manejo fragmentado del recurso existente, además la asignación pública comúnmente no admite la participación del usuario (Yoder, 1981).

La asignación o regulación públicas son claramente necesarias en algunos niveles, particularmente para la asignación intersectorial. Meinzen-Dick y Mendoza, (1996) señalan que una de las mayores razones para los problemas de la administración pública es crear incentivos para que los usuarios de agua, la conserven y la usen eficientemente.

Bajo manejo público el incentivo dominante para obedecer es la coerción, mediante el uso de regulaciones y sanciones para quienes quiebren las reglas.

2.1.3.3 Asignación basada en los usuarios. La asignación basada en el usuario requiere instituciones de acción colectiva con autoridad para tomar decisiones sobre los derechos de agua. Mientras que los estudios empíricos demuestran que estas instituciones se pueden formar espontáneamente o mediante un catalizador externo, se ha visto que no siempre son un medio para asignar agua eficientemente (Meinzen-Dick *et al.*, 1997).

Una amplia gama de factores afecta la viabilidad de las organizaciones para el manejo del agua, pero Coward (1986), plantea que el factor crítico son los derechos de propiedad. La fuerza cohesiva de propiedad es importante en algunos aspectos del manejo de agua, pero es especialmente crítica para la asignación ya que los usuarios no pueden tomar decisiones con respecto al recurso, si no tienen derechos sobre el (Meinzen-Dick y Mendoza, 1996).

Si la organización no promueve activamente el uso eficiente, este mecanismo de asignación tendrá poco efecto en el manejo de la demanda. Sin embargo, las normas sociales pueden crear incentivos para conservación, particularmente si ellos están respaldados por reglas contra exceso de consumo, monitoreos, y sanciones contra el gasto de agua.

Una de las mayores ventajas en la asignación por usuarios, es la potencial flexibilidad para adaptar los patrones de entrega de agua para satisfacer las necesidades locales. Debido a que la gente directamente involucrada que conoce la situación, tiene más información de las condiciones locales que la gente de una agencia, entonces no tiene que guiarse por normas rígidas de asignación.

Para Moench (1995), las ventajas de la asignación por usuarios incluyen: viabilidad y sostenibilidad administrativa y aceptabilidad política.

Para que las reglas de asignación basadas en los usuarios sean aplicables, se requieren estructuras institucionales transparentes, las cuales no siempre están disponibles. Estas instituciones pueden estar limitadas en su efectividad para la asignación intersectorial de agua ya que no incluyen todos los sectores de usuarios (Koehler, 1995).

2.1.3.4 Mercado de agua. Los mercados de agua, se podrían definir como “todo marco institucional en virtud del cual los titulares de derechos sobre el agua están autorizados, respetando unas reglas establecidas al respecto, a cederlos voluntariamente a otro usuario a cambio de una compensación económica” (Sumpsi *et al.*, 1998).

Los mercados de agua han sido definidos también como medios para mejorar el manejo de los recursos hídricos mediante el incremento de la eficiencia del uso y asignación del agua dentro y entre varios sectores provocando que, usualmente los recursos se muevan de sus usos de menor valor. De ahí que la asignación de agua basada en el mercado es considerada económicamente eficiente desde un punto de vista económico y social (Kemper, 2001).

Una asignación de agua basada en el mercado se refiere a un intercambio de derechos de usos de agua, lo que puede ser confundido con un intercambio temporal de una cantidad dada de agua entre dos usuarios vecinos, esto es llamado un mercado de agua puntual y

opera a veces bajo un juego distinto de reglas que un mercado para derechos de uso de agua.

Desde un punto de vista estrictamente económico, la operación de un mercado competitivo tiene varias condiciones. Primero, el mercado debe tener algunos compradores y vendedores idénticos, cada uno con completa información sobre las reglas del mercado y cada uno enfrentando costos de transacción similares. Segundo, decisiones hechas por un comprador o vendedor son independientes de las decisiones hechas por otro comprador o vendedor.

Tercero, las decisiones hechas por un individuo no deberían afectar la producción de otro individuo (Dinar *et al.*, N/A). Y finalmente, los individuos (o agentes económicos operando en un mercado competitivo) están motivados a maximizar sus ganancias (Cummings *et al.*, 1996).

En el caso del agua hay algunas estipulaciones adicionales resultantes de sus características especiales. A veces requiere intervención del gobierno para crear las condiciones necesarias para que el mercado opere. Esto incluye la definición de los derechos de agua originales, la creación de marcos institucionales y legales para negociar e inversión en infraestructura básica para permitir la transferencia de agua (Holden y Thobani, 1996).

Para Dinar *et al.*, (N/A), si es operado bajo ciertas condiciones, el mecanismo del mercado, puede asegurar la oferta de agua para usos de alto valor en varios sectores, sin la necesidad de utilizar nuevos recursos de agua. Además, al permitir la compensación por la venta de agua desde los usos de mayor valor, el mercado provee incentivos para el uso más eficiente.

Según estudios del Banco Mundial (1996), el vendedor tiene la oportunidad bajo ciertas condiciones de incrementar sus ganancias (excepto si todos los recursos de agua son vendidos y el vendedor cesa la actividad económica). El comprador se beneficia porque el mercado de agua incentiva el aumento de la disponibilidad de agua. En el caso de intercambio de agua entre los sectores agrícola y urbano, el ambiente se beneficia de dos formas: primero, el mercado de agua induce un enfoque hacia el manejo mejorado de agua y eficiencia en agricultura, reduciendo la contaminación relacionada a la irrigación, segundo, con el mercado de agua, los productores pueden afrontar la internalización de los costos de las externalidades, y hasta pagar costos sociales más altos relacionados con la contaminación.

Rosegrant y Binswanger (1994) enumeran los siguientes beneficios potenciales de los mercados de agua: el primer beneficio es empoderamiento de los usuarios de agua requiriendo su consentimiento para cualquier reubicación de recurso y compensación por cualquier agua transferida.

El segundo es proveer seguridad de la tenencia de los derechos de agua a los usuarios. Si los derechos están bien establecidos, los usuarios pueden invertir en tecnologías de captación de agua sabiendo que se van a beneficiar de la inversión.

Comparado con la usualmente recomendada fijación de precios volumétrica del agua de irrigación, la estrategia basada en los derechos será más aceptada entre los agricultores, mediante la formalización de los derechos informales ya existentes del agua.

Una lista de estas dificultades, según Rosegrant y Binswanger (1994), incluye: medición de la cantidad de agua, definición de los derechos de agua cuando los flujos están disponibles, hacer cumplir las leyes establecidas, inversión en sistemas necesarios de transporte, venta de agua por dinero por productores pobres, y finalmente efectos de externalidades a terceros y degradación ambiental, cuyos efectos a terceros en las negociaciones de agua puedan ser identificados y ser debidamente cuantificados en el proceso de intercambio.

Una transferencia del agua de agricultura a uso urbano, por ejemplo, puede reducir los flujos de retorno, los cuales pueden afectar a terceros, además el incremento en el uso de agua urbano e industrial puede crear mayor contaminación ambiental si es que medidas necesarias para el control no son introducidas (Randall, 1981).

Existen algunas consideraciones especiales con respecto a los mercados de agua, desde el punto de vista económico se plantea como necesario, que las externalidades sean consideradas en el costo de las transferencias. Desde el punto de vista de la equidad, ciertas compensaciones deberían ser pagadas a terceros que han sido afectados como consecuencia de un acuerdo en el mercado (Rosegrant y Binswanger, 1994).

En cuanto a su aplicabilidad, un mercado de agua parece ser viable tanto desde un punto de vista económico como social, cuando cumple con cuatro características básicas (Ramos, N/A):

- En primer lugar, los derechos deben ser definidos a nivel *local*, pues se disminuye la magnitud de los efectos externos derivados de las interdependencias en uso respecto al nivel de cuenca o inter-cuencas, dado que la magnitud de las transacciones es menor; asimismo, a un nivel local los requerimientos de infraestructura para llevar a cabo las transacciones de agua –si es que son precisos– también serán en principio menores.

La asignación inicial de derechos de uso del agua es un tema importante dentro de los mercados de agua, puesto que de ella dependerán los impactos distributivos que generen las transacciones de mercado (Colby, 1996). Además, la elección de dicha asignación inicial es fundamental para evitar el rechazo que del mercado de agua podría producirse tanto por parte de los agentes implicados como del conjunto de la sociedad.

- En segundo lugar, las transferencias de agua *entre usos agrarios y no agrarios* parecen las más factibles, ya que el valor marginal del agua entre usos conflictivos debe diferir notablemente para que se compensen con creces los costes de transacción y de transporte asociados a las transacciones, deben existir entonces claras diferencias en la disposición a pagar de los usuarios por el recurso.

- En tercer lugar, parece más atractivo hablar de cesiones *temporales* que de renunciaciones definitivas a los derechos sobre el agua. En concreto, revisten especial interés los contratos de *opción de uso* sobre determinadas cantidades de agua (a un precio especificado previamente y bajo condiciones de carestía que pueden medirse de forma objetiva).
- En cuarto lugar, frente a la opción de mercado intervenido, donde una agencia pública actúa de intermediario, parece preferible el *contacto directo* (negociación) entre oferentes y demandantes. Pero en este último caso es imprescindible la *supervisión de una institución pública* que vele por los intereses de terceros, tanto en lo referente a uso como a no uso.

La formación de mercados de agua debe cumplir con ciertos requisitos, según lo observado de modelos desarrollados e implantados en varios países, a saber: una asignación inicial de derechos transferibles del uso del agua, definición de la duración de los derechos del uso del agua, definición de la forma de transferencia de derechos, diseño de los sistemas asignados al agua en períodos de escasez, normativas para manejar el tratamiento de la información de mercado, normativas para el tratamiento de las externalidades, consideración de los costos de transporte, diseño de instrumentos para solucionar las imperfecciones del mercado (Riesgo y Gómez-Limón, N/A).

Sin embargo, las implicaciones económicas de la adopción de la política de derechos negociables, pueden depender altamente de la microestructura del mercado y del flujo de información disponible en el sistema.

Acorde con Dafna y DiSegni, (2002), la microestructura del mercado es manejada por la ubicación inicial de los derechos entre los agentes en el ambiente económico. La ubicación entre los beneficiarios puede seguir varios criterios; como el de la apropiación prioritaria, la ubicación igualitaria u otros conceptos económicos, siempre en búsqueda de mecanismos en los cuales la ubicación inicial de los recursos satisfaga tanto la eficiencia como la equidad.

2.1.4 Eficiencia económica

Según Howe (1986), la ubicación de agua a diferentes sectores puede ser vista desde un punto de vista puramente económico como un portafolio de proyectos de inversiones: el agua es un recurso limitado (capital), y los sectores económicos usan el capital y producen retornos. En una ubicación de recurso económicamente eficiente, el beneficio marginal del uso del recurso debe ser igual entre sectores (esto es, usos) para maximizar el bienestar social. En otras palabras, el beneficio de usar una unidad adicional del recurso en un sector debería ser el mismo que en cualquier otro sector. Si no, la sociedad se beneficiaría ubicando el agua donde los beneficios o retornos sean mayores.

2.1.5 Equidad

La ubicación del recurso también puede estar basada en la equidad. Para Dafna y DiSegni, (2002), los objetivos de la equidad están particularmente relacionadas con la justa ubicación entre grupos económicamente dispares, y podría ser o no consistente con los objetivos de la eficiencia económica. En el caso del agua de uso doméstico por ejemplo, una ubicación equitativa del recurso agua sugiere que todos los hogares, a pesar de su habilidad para comprar agua, tienen el derecho básico de los servicios de agua. Alcanzar este objetivo podría significar proveer subsidios del gobierno o servicio gratuito, o tal vez adoptar una estructura de precios diferenciados basados en el ingreso.

Los mercados de agua se han caracterizado por proveer un incentivo para el uso eficiente de las inversiones en infraestructuras de riego y se cree que podrían convertirse también en un incentivo poderoso asegurar la protección, a largo plazo, de las fuentes de abastecimiento de agua potable mediante la protección de las zonas de captación del recurso, tanto superficiales como subterráneas (Kemper, 2001).

2.1.6 Introducción de mercados de agua en países en desarrollo

Según Kemper (2001), los países en desarrollo se caracterizan por tener marcos institucionales débiles como sistemas judiciales lentos, derechos de propiedad de tierra con definiciones poco claras, una fuerte concentración de la tenencia de tierra, leyes y regulaciones ambientales que no se cumplen. Antes de la introducción de los mercados de agua, los requerimientos legales en cada sitio deberían ser comparados con lo que existe actualmente. Una evaluación debería ser hecha para determinar si bien las leyes o instituciones pueden ser cambiadas con costos de transacción políticos y sociales bajos y costos sociales de transacción que permitan la introducción de un mercado de agua funcional.

“Las asimetrías socioeconómicas deben ser consideradas debido a los diferentes tipos de usuarios de agua, los cuales varían en su nivel educativo, cultura y capacidad económica” (Mariño y Kemper, 1999).

Como en el caso de los derechos de propiedad, los productores pobres podrían usar los nuevos derechos de uso de agua para pagar viejas deudas, terminando con su titulación en el largo plazo. Según Hearne y Easter, (1995), una estrategia en fases para el comercio de agua podría ser el más apropiado, empezando con la introducción de derechos de agua, monitoreo, y ejecución, y seguido en la última fase del comercio. Esto proveerá a los usuarios de agua, -especialmente a los segmentos más vulnerables de la sociedad el tiempo para darse cuenta del valor de sus nuevos derechos. Instituir un sistema anual o estacional de préstamos podría también permitir a los tenedores de derechos experimentar transacciones en el mercado sin poner en peligro permanentemente sus hogares.

La necesidad de integrar un sistema funcional de manejo de recursos de agua con la estrategia de mercados de agua, es clara. Dicho sistema debería incluir: medición de agua, ejecución de obras, sanciones e infracciones, y participación de los usuarios en la toma de decisiones a cerca del manejo de los recursos de agua a nivel regional.

La base del manejo del recurso, sin embargo, es la protección de las fuentes de agua, necesarias para mantener una cantidad apropiada de flujo base durante el tiempo. Para esto es necesario asegurar coberturas vegetales apropiadas constituidas por usos de alto valor económico y alta productividad. Estos requerimientos pueden ser satisfechos con la instalación de sistemas agroforestales, los cuales han sido recomendados para disminuir la erosión del suelo causada por escorrentía superficial. Montagnini (1992) por ejemplo, considera que la principal contribución de los sistemas agroforestales dentro de la cuenca, para controlar la erosión y por tanto la escorrentía superficial, reside en la capacidad de estos sistemas para establecer y mantener una cobertura de hojarasca para el suelo, más que en su rol de mantener el almacenaje de agua en la cuenca, estas dos características contribuyen al mantenimiento y funcionamiento de los sistemas de asignación de agua y la oferta de la misma desde la parte alta de la cuenca (Buck *et al.*, 1999).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

Para el diseño de los sistemas productivos a ser usados en la Microcuenca de Neteapa, se adaptó la Metodología ICRAF D&D (“*diagnosis and design*”) de diseño y diagnóstico para sistemas agroforestales (1985). Del modelo original propuesto, se limitó el diagnóstico socioeconómico de la población de la zona de interés, ya que la finalidad del estudio es realizar una prueba técnica de los posibles sistemas agroforestales a implementarse para procurar el mantenimiento de la cantidad de agua y asegurar con esto la posibilidad de funcionamiento de un mecanismo de asignación de agua. Además, el levantamiento de dicha información socioeconómica se evitó para no levantar expectativas dentro de la población.

3.1.1 Diagnóstico de los sistemas agrícolas existentes

3.1.1.1 Descripción ambiental y análisis del área de estudio. Se elaboró un modelo digital de la microcuenca de Neteapa con la finalidad de definir los aspectos geomorfológicos relevantes para el estudio, usando el programa de sistemas de información geográfica, ArcView 3.2.

La cuenca fue delimitada de manera que la boca de la misma se ubique en la parte baja; a la altura de la primera represa de Neteapa, para evitar subestimar la cantidad de agua a aforar en el estudio, ya que aguas abajo el agua es entubada nuevamente para ser llevada a otras comunidades.

Para delimitar la cuenca se utilizó el método de los puntos más elevados, usando la línea divisoria de aguas que se aprecia en la imagen digitalizada y georeferenciada obtenida de un mosaico de hojas cartográficas de una escala 1:50000.

Usando la cobertura digitalizada de la microcuenca, se calculó: largo, área, ancho promedio, longitud del cauce principal, densidad de drenaje.

Manipulando varias coberturas digitales preexistentes y la cobertura del área de la cuenca, se obtuvieron nuevas coberturas que corresponden a: un mapa del área de estudio, los usos actuales del suelo, los conflictos de uso, un área de prioridad para la intervención.

Se realizaron además 4 visitas a la zona de estudio, la primera para levantar información a cerca de los sistemas de producción actuales, la segunda se llevó a cabo en la parte alta de la microcuenca con la compañía de expertos, con la finalidad de identificar y listar las especies nativas que tienen potencial uso desde el punto de vista hidrológico y determinar la zona de prioridad para el estudio con base en el estado actual de la cobertura vegetal y su

aporte a la captación de agua. Con la identificación de estas especies, se determinó cuales ecosistemas están presentes dentro del área de interés.

La tercera visita se desarrolló en la parte baja de las Quebradas de Champel, El Playón y El Naranjo, para determinar su estado con relación a la información recopilada anteriormente, y en la cuarta visita, se llevaron a cabo conversaciones informales con los productores de las partes alta y baja de dichas quebradas, para sondear su disponibilidad a realizar cambios dentro de sus sistemas productivos.

3.1.1.2 Identificación y descripción de los sistemas de producción existentes. La información para desarrollar los cuadros de costos de producción para la descripción de los cultivos principales instalados en la parte alta de la microcuenca, se obtuvieron mediante reuniones realizadas con dos organizaciones de productores de la comunidad de Hoya Grande, el grupo del Caficultores Orgánicos CORAH y el Comité de Investigación Agrícola Local CIAL, cuyos miembros proporcionaron los datos de costos que manejan para el año 2003, y las rendimientos obtenidos por manzana para el año 2002.

La información se obtuvo en una reunión del CIAL de Hoya Grande directamente de las personas encargadas de llevar los costos dentro del comité y fue corroborada mediante entrevistas no estructuradas en el campo con productores de la parte alta de la cuenca, escogidos al azar. Se consultó tanto a productores que participaron en el Programa de Rehabilitación de Cuencas de la parte alta del río Choluteca, como a los que no formaron parte del mismo y a productores que no forman parte del CIAL para verificar la información proporcionada.

3.1.1.3 Análisis de los sistemas de manejo de suelo seleccionados. Una vez obtenidos los datos de producción para los sistemas seleccionados, se elaboraron cuadros donde se aproximaron los costos, ingresos, utilidad y rentabilidad por año por manzana, para cada uno de los sistemas, maíz, café con manejo convencional y café en transición a orgánico, con la finalidad de comparar estos datos, con los datos para los sistemas a proponer.

3.1.2 Diseño de los sistemas agroforestales

Mediante 2 visitas al campo con expertos de Zamorano, donde se visitaron las fuentes de agua de la microcuenca, tanto de la Quebrada Champel como El Playón, se determinó la necesidad de dividir la intervención en: rehabilitación del bosque de galería de las zonas ribereñas y enriquecimiento de los sistemas de producción actuales con especies de uso forestal de alto valor económico.

Dentro de estas zonas se obtuvo información de las especies nativas de la zona y se sondearon los intereses de los productores mediante pláticas informales, a cerca de la instalación de sistemas agroforestales con especies de alto valor económico dentro de sus parcelas, esto con la finalidad de desarrollar una recomendación de las mejores especies a utilizar dentro de los sistemas actuales.

3.1.2.1 Evaluación de los sistemas. Una vez realizados los diseños, se procedió a evaluar los índices de rentabilidad de los sistemas, se realizó un flujo neto proyectado al turno de corta de las especies de uso forestal, calculando luego su valor actual neto, la tasa interna de retorno, la relación costo-beneficio y el período de retorno de la inversión, esto con la finalidad de determinar si la instalación de los sistemas es una inversión rentable para los productores y además para determinar el monto de la inversión necesaria para la instalación de los sistemas a nivel de una manzana de producción.

Con el objetivo de comparar el impacto del cambio tecnológico propuesto, sobre los costos e ingresos por unidad de área (manzana), se utilizó la herramienta del presupuesto parcial, la cual permite cuantificar el impacto que un cambio en el sistema de producción del agricultor tenga sobre su ingreso neto sin necesidad de conocer todos sus costos de producción, determinando si se incrementa el ingreso neto (IN), y por tanto si la propuesta es económicamente atractiva para el productor. Este cambio en IN se calculó por la diferencia entre el cambio de los ingresos totales (IT) y los costos variables (CV), entendiéndose costos variables por aquellos costos que cambian por la nueva tecnología o las nuevas prácticas introducidas en el sistema.

Con estas dos cuantificaciones, se calculó una tasa de retorno (TR), que relaciona el cambio en los IN y los CV, para determinar si es mayor a 1 y por ende recomendar el proyecto como factible.

3.2 LA OFERTA DE AGUA EN LA MICROCUENCA DE NETEAPA

3.2.1 Volumen de agua

Se realizaron aforos quincenales para determinar la cantidad de agua conducida por el cauce principal de la microcuenca. Estos aforos se realizaron desde el mes de mayo, durante el final de la época seca, aproximando así el flujo base mínimo que llega a la toma de agua para Morocelí. Este flujo fue medido siempre en el mismo punto usando el método del molinete, aguas arriba de la primera represa de Neteapa. Las mediciones continuaron quincenalmente en la época lluviosa, hasta el mes de septiembre, lo que permitió determinar los picos de producción de agua de la microcuenca, realizándose un total de 10 mediciones.

Para el cálculo del caudal se hicieron mediciones usando secciones del ancho del cauce de 20 a 30 centímetros de longitud, realizando un promedio de 20 divisiones del ancho del cauce para cada medición y haciendo tres mediciones por cada aforo y se utilizó la ecuación 1:

$$Q = \sum_{n=1}^I A_i V_i \quad \begin{array}{l} Q = \text{Caudal} \\ A_i = \text{áreas parciales} \\ V_i = \text{Velocidad en cada área parcial} \\ n = \text{número de subdivisiones} \end{array} \quad [1]$$

Para aproximar el aporte de las Quebradas Champel, El Playón y Urbina, se realizaron medidas simultáneas en las tomas de agua en los nacientes de las mismas y otra en la parte baja del río Neteapa una vez en el mes de septiembre.

3.2.2 Mitigación de la contaminación

Basado en las recomendaciones hechas por Fernández en 2001 con respecto a las actividades humanas dentro de la parte alta de la microcuenca y su impacto en la calidad del agua, y luego de consultar la situación actual y posibles soluciones en cuanto a la mejora de la calidad del agua con Unidad Municipal Ambiental de Morocelí, se determinó la medida urgente que se debe aplicar dentro de la microcuenca para disminuir la contaminación sobre todo por coliformes fecales, llegando a aproximar los costos de implementación de estas medidas utilizando información proporcionada por el proyecto PROMESA de Zamorano que ha trabajado en la región con objetivos similares.

3.3 LA UBICACIÓN DEL AGUA EN NETEAPA

Para el diseño del modelo de ubicación eficiente de agua, se recurrió a la revisión de literatura relacionada con mercados de agua y mecanismo de asignación de agua, disponibles en estudios de casos y publicaciones, todas ellas tomadas del Internet. Esta información fue contrastada con las características de la zona de Neteapa obtenida mediante el diagnóstico previo y complementada con información de estudios anteriores realizados en la microcuenca para elaborar una recomendación dirigida hacia orientar la ubicación del agua a corto y largo plazo para la microcuenca, basada en un modelo de pago por servicios ambientales y mercados de agua respectivamente.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE SISTEMAS AGROFORESTALES

4.1.1 Diagnóstico de los sistemas agrícolas existentes

4.1.1.1 Descripción ambiental y análisis del área de estudio. La figura 1 muestra la ubicación de la microcuenca de Neteapa dentro del territorio de Honduras, en la cuenca del Río Grande o Choluteca.

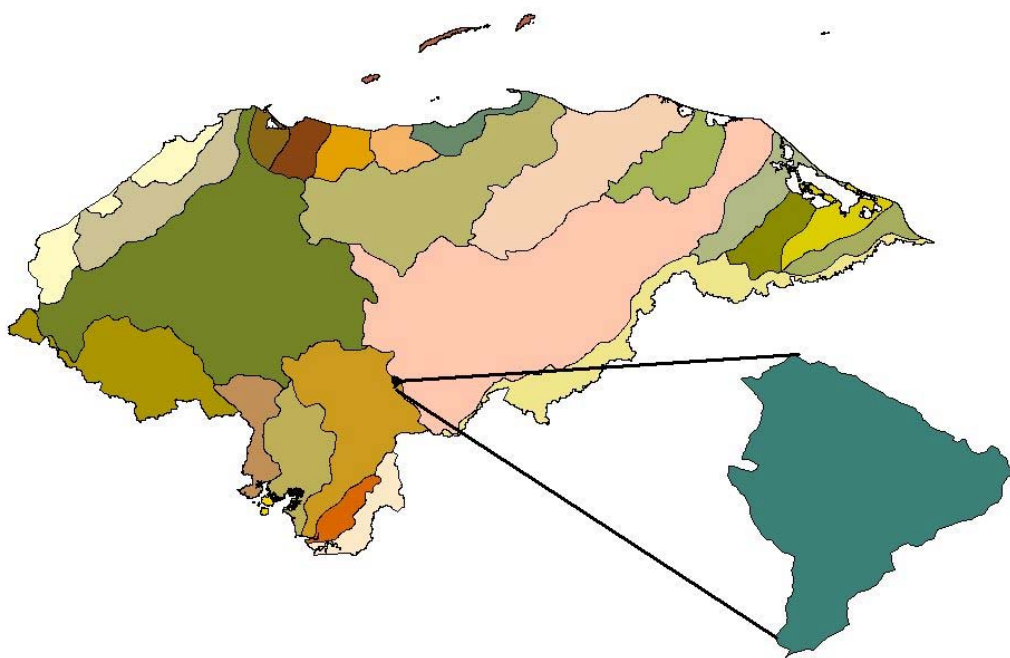


Figura 1. Ubicación de la microcuenca de Neteapa.

En la figura 2, se muestra la delimitación de la microcuenca de Neteapa, dentro de la cual se resalta la zona priorizada para el presente estudio, la cual se definió durante las visitas de campo por sus características de cobertura vegetal inapropiada, manejo y uso económico. Esta zona representa el área seleccionada como oferente del recurso agua para el modelo de

pago por servicios ambientales, debido a que es la que tiene mayor capacidad para conducir agua hacia los cauces, tanto de precipitación vertical como de precipitación horizontal oculta por la altura a la que se encuentra ubicada y por las características de su vegetación original de bosque latifoliado.¹

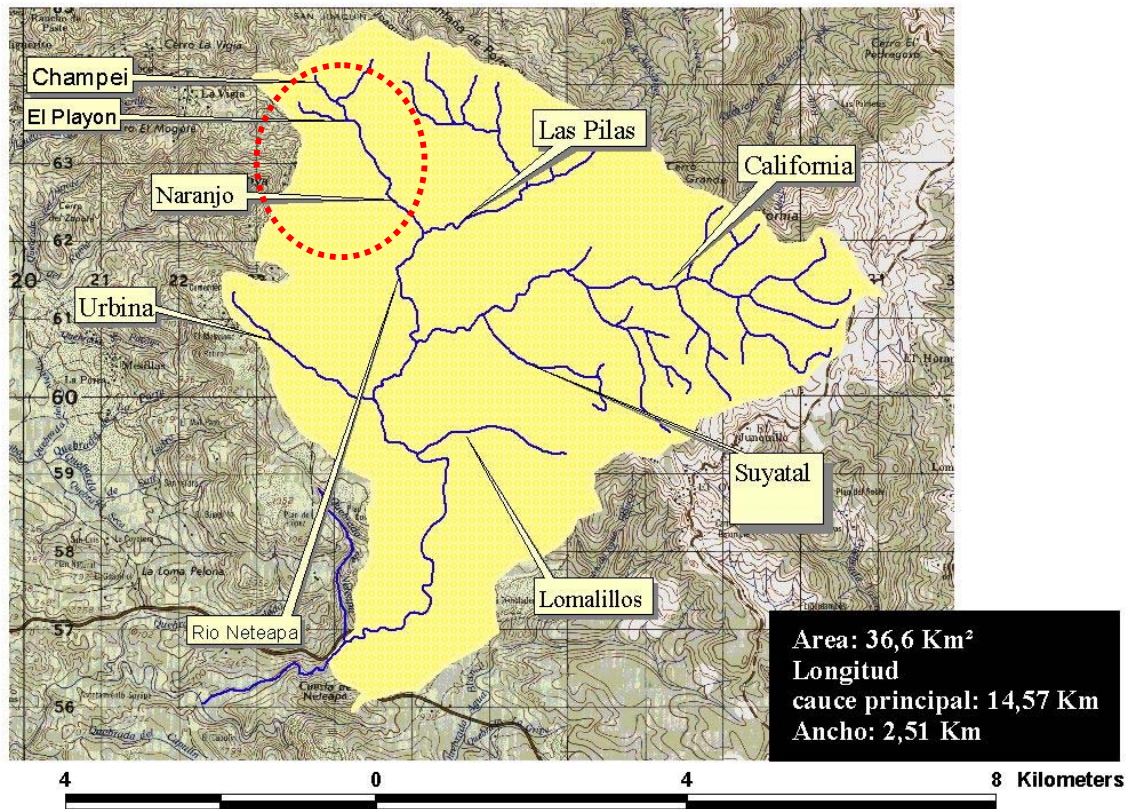


Figura 2. Delimitación del área de estudio.

La zona de recarga de la Microcuenca (ver figura 2), según testimonios de los pobladores de Hoya Grande y por las características de las especies encontradas en la misma, fue hace no más de 70 años un bosque nublado con precipitaciones no menores a 2500 mm anuales².

En la zona existe todavía la presencia ocasional de neblinas, las cuales debido a la falta de cobertura boscosa ya no se precipita en la zona, dejando a la parte alta de la microcuenca sin el aporte de al menos 1000 mm de precipitación horizontal al año³.

¹ Agudelo, Nelson. 2003. Catedrático de Agroforestería (Comunicación personal)

² Linares, J. 2003. Botánico Encargado del Herbario Paul C Standley (Comunicación personal)

³ Agudelo, N. 2003. Catedrático de Agroforestería (Comunicación personal)

Sin tomar en cuenta la zona declarada como área protegida, que está dentro de la delimitación de la microcuenca, en el cuadro 1, se presentan los usos de suelo reportados para la zona en el año 2001, donde se nota la dominancia del bosque de conífera ralo sobre los otros usos, y se observa en el mapa (Ver ANEXO 1), que la ubicación del bosque de conífera ralo, cultivos anuales, café y pastizales corresponde a las áreas de mayor altura de la cuenca, 1300 a 1400 msnm, áreas donde están ubicadas las nacientes de agua de las quebradas de Champel y El Playón que alimentan al río Neteapa.

Cuadro 1. Uso de suelo en la microcuenca de Neteapa al año 2001.

Categoría de uso	Área (Hectáreas)	Porcentaje del TOTAL
Bosque de conífera denso	288.04	7.87%
Bosque de conífera ralo	654.23	17.87%
Bosque latifoliado	53.44	1.46%
Bosque seco	236.11	6.45%
Bosque seco secundario	282.82	7.73%
Pastos y/o cultivos	120.95	3.30%
Área protegida	2025.22	55.32%
TOTAL	3660.81	100.00%

Fuente: Cisneros P, USIG-Zamorano. 2003.

A pesar de que el área intervenida directamente por la actividad humana es grande, el porcentaje de pastos y cultivos dentro de la misma no es muy alto, pero sí se encuentra ubicado dentro de una zona en la que tiene un impacto directo sobre la cantidad de agua que se puede retener por medio de intercepción dada la presencia de neblinas y precipitación vertical y por su cercanía a las fuentes de agua también genera una alta contaminación a las mismas por efecto de pesticidas.

Los pobladores y agricultores de la zona, manifiestan que a pesar de la intención de varios grupos de productores de proteger las zonas de recarga, existen conflictos debido a que no todos los agricultores ponen en práctica medidas que ayuden a cumplir con el objetivo de mejorar la protección del suelo, manteniendo coberturas inapropiadas, ya que esto disminuiría su producción agrícola.

Las coberturas inapropiadas están representadas por los cultivos instalados en las zonas altas, tanto el café como el maíz, que son los que facilitan la erosión del suelo por acción de las gotas de lluvia.

El cuadro 2 muestra que el sub-uso del suelo alcanza aproximadamente el 18% del total de la cuenca, lo cual representa 630 hectáreas entre cultivos, pastos para animales y los asentamientos humanos ubicándose primordialmente en la zona alta, como se aprecia en la gráfica del ANEXO 2.

Durante las visitas a la zona, y mediante la verificación con las imágenes procesadas, se verificó que el sub-uso se encuentra sobre todo localizado cerca de las zonas de recarga y en las zonas ribereñas de los causes, por lo cual se podría enfocar una actividad de protección o cambio de uso dentro de estas zonas como una acción de necesidad inmediata.

Cuadro 2. Conflictos en el uso del suelo en la microcuenca de Neteapa.

Descripción del uso	Área (Hectáreas)	Porcentaje de TOTAL
Correcto	860.42	23.50%
Sobre-uso	98.69	2.70%
Sub-uso	654.23	17.87%
Sub-uso/correcto	22.26	0.61%
Protegido	2025.22	55.32%
TOTAL	3660.814	100.00%

Fuente: Cisneros P, USIG-Zamorano. 2003.

4.1.1.2 Identificación y descripción de los sistemas de finca seleccionados. Las entrevistas realizadas a los miembros del CIAL y líderes comunales de Hoya Grande revelaron que existen 200 familias que habitan la zona, de las cuales se ha determinado que el 95% (190 familias) se dedica a la actividad de producir maíz y frijoles como cultivos para subsistencia o destinados a venta de los excedentes.

La producción de maíz se hace en terrenos de propiedad familiar o terrenos alquilados a otros finqueros y el área promedio que se trabaja por propietario asciende a 2 manzanas⁴.

La producción de frijoles tiene las mismas características del maíz en cuando a áreas cultivadas, pero se ubica en áreas fuera de la zona de prioridad para este estudio, debido a que las temperaturas de la zona alta impiden el desarrollo normal de la planta.

Con la ayuda de los registros del grupo de caficultores orgánicos de Hoya Grande, se determinó que del total de 200 familias, el 40% (80 familias) se dedican a la actividad de la caficultura, la cual se maneja bajo tres sistemas, el primero es la caficultura convencional que utiliza insumos químicos para elevar la producción, utilizando sombra de *Inga sp.*, para el café y plantas con edades que varían entre los 7 y los 15 años.

El segundo sistema, que se estima abarca una extensión de 20 manzanas, representa a aquellos caficultores con plantaciones de más de 7 años de establecimiento, que han optado por manejar el café con prácticas orgánicas desde el año 2000, eliminando la aplicación de

⁴ Silverio Torres. 2003. Representante del CIAL de Hoya Grande. Comunicación Personal.

productos químicos sintéticos y utilizando en su reemplazo insumos obtenidos en la finca y algunos productos orgánicos comprados fuera de Hoya Grande.

Este sistema de manejo es todavía experimental dentro de la zona, ya que no se han obtenido cosechas que se puedan comercializar como orgánicas hasta la fecha, y por el hecho de manejarse como experimento, cada agricultor o grupo de agricultores limita la extensión que le dedican dentro de la finca.

El tercer sistema representa las nuevas plantaciones de café orgánico que están siendo o serán establecidas bajo sombra y que han incorporado cítricos y otras especies de frutales con la finalidad de aumentar la productividad por área, no se tienen diseños establecidos para estas plantaciones, hay variabilidad en las especies a utilizar como frutal, las fuentes del material vegetativo también son muy diferentes y ya que al igual que el café orgánico es un experimento de algunos productores, es muy difícil estimar el área que se va a destinar a esta modalidad de manejo.

4.1.1.3 Análisis de los sistemas de manejo de suelo seleccionados. Los datos del cuadro 3 muestran que para un agricultor promedio de la zona de estudio, la producción de maíz no genera utilidades, considerando costos como: tierra, semillas y el total de mano de obra utilizada en las prácticas culturales, costos que generalmente no son internalizados por los agricultores⁵, ya que en muchos de los casos la mano de obra es familiar y no recibe una compensación directa por el trabajo, sobre todo en actividades como la cosecha y el mantenimiento del cultivo donde participan mujeres y niños.

La rentabilidad negativa muestra que por cada lempira o por cada dólar que se gasta en la producción de maíz, el productor debe asignar de sus otras actividades 39 centavos al cultivo del maíz, a manera de subsidio.

Esta aproximación debe tomarse en cuenta al establecer un modelo de pago por servicios ambientales, mediante el cual se pueda cubrir los costos de cambio de uso de suelo mediante la diversificación de cultivos, que tenga como objetivo además aumentar el ingreso del agricultor de la zona. Para esto, el agricultor que cultiva maíz representado en este estudio podría contribuir con 1313.5 lempiras por manzana para el cambio de uso de tierra, que es lo que se auto-subsidia con ingresos obtenidos en sus otras actividades productivas, que incluyen la producción de frijol y la venta de mano de obra.

Cuadro 3. Resumen del ciclo de producción de maíz para 7000 m² en Hoya Grande.

	Lempiras	Dólares
Total Costos	7713.5	435.8
Ingresos	6400	361.6
Utilidad	-1313.5	-74.21
Rentabilidad	-17.03%	-17.03%

Fuente: Cisneros P, 2003.

⁵ Para detalle de los costos ver ANEXO 3

En el cuadro 4, se presenta la utilidad anual de una plantación de café en transición a manejo orgánico, estas plantaciones muestran una producción por manzana menor a la del café convencional, y el precio que se paga por el producto en el mercado es el mismo, ya que no se ha podido vender como café orgánico desde el comienzo de su manejo en el año 2000⁶.

Las utilidades que los productores reciben por manzana (ver cuadro 4) se verán afectadas por cualquier cambio realizado dentro de los sistemas por el modelo de pago por servicios. El monto de la utilidad de 5230 debería mantenerse constante por manzana, es decir que cualquier cambio en los sistemas debe financiar o cubrir el cambio en la utilidad actual generada por el agricultor, y si esta utilidad aumenta, debe procurar dirigir ese aumento a inversiones que respalden el modelo y por ende beneficien a la sociedad.

Cuadro 4. Ciclo de producción de café orgánico para 7000 m² en Hoya Grande.

	Lempiras	Dólares
Total Costos	11560	653.11
Ingresos	12160	687.01
Utilidad	600	33.90
Rentabilidad	5.19%	5.19%

Fuente: Cisneros P, 2003.

El siguiente sistema analizado es café manejado de forma convencional, usando insumos como fertilizantes y plaguicidas de fuera de la finca. El cuadro 5 muestra la utilidad obtenida por manzana por los caficultores que mantienen este tipo de plantaciones con plantas con un promedio de edad de diez años. Estas plantaciones tienen producciones muy bajas⁷, mismas que disminuyen año con año, y no son renovadas cada 8 años como es recomendable por la limitante que representa la falta de financiamiento.

El manejo del cultivo de forma convencional, contribuye a la contaminación del agua por residuos de químicos provenientes de las fertilizaciones y control de plagas y enfermedades, pero dado que brinda mayores utilidades que el café en transición a orgánico se mantiene todavía en mayor proporción dentro de la zona de estudio.

⁶ Para detalles ver ANEXO 4.

⁷ Para detalles ver ANEXO 5

Cuadro 5. Ciclo de producción de café convencional para 7000 m² en Hoya Grande.

	Lempiras	Dólares
Total Costos	10310	582.49
Ingresos	13680	772.88
Utilidad	3370	190.40
Rentabilidad	32.69%	32.69%

Fuente: Cisneros P, 2003.

Si se realiza una comparación entre los dos sistemas de café, por la utilidades obtenidas, y la rentabilidad, el análisis a nivel de productores muestra que sería mejor continuar con las plantaciones de café manejado convencionalmente, que generan 28.5 lempiras mas, de ingresos por lempira gastada que el sistema de transición a cultivo orgánico, a pesar de que a nivel social, el beneficio de la mejora en la calidad del agua que podrían generar los cultivos orgánicos podría ser mayor.

4.1.2 Diseño de los sistemas agroforestales

Las zonas de mayor interés desde el punto de vista hidrológico son aquellas ubicadas a partir de los 1200 msnm dentro del bosque húmedo subtropical montano bajo, hasta la cota de los 1320 msnm donde empieza el bosque muy húmedo subtropical, y de esta, hacia arriba hasta alcanzar los puntos más altos en los 1426 msnm⁸.

La importancia de la protección, tanto para la producción de la cantidad, como de la calidad del agua en esta zona es evidente debido a la notoria degradación ambiental evidenciada, por las grandes cantidades de sedimentos que anualmente salen de las parcelas dedicadas a la agricultura, que son depositados aguas abajo donde se encuentran las represas de captación de agua⁹.

La actividad de protección es fundamental dentro de las zonas ribereñas por la facilidad que presentan estas para acumular y transportar sedimentos al cauce, y porque ya se ha empezado una restauración por parte de los productores, algunos de los cuales han destinado parte de sus parcelas a la regeneración natural de la vegetación. Por tanto una intervención dentro de esta zona significaría un aporte para la actividad ya comenzada y aprovecharía la disponibilidad del agricultor en participar sobre todo si existe la posibilidad de financiar el cambio mediante el modelo de pago por servicios ambientales.

Como estrategia de protección para la restauración y manejo de las zonas más importantes, luego de consultar con los productores dueños de los terrenos adyacentes a las zonas ribereñas de los cauces, se definió como factible el crear un área de amortiguamiento de 20 metros a cada lado de los drenajes que corresponden a las Quebradas de Champel, El Playón y Los Naranjos (Ver figura 3).

⁸ Agudelo, Nelson. 2003. Catedrático de Agroforestería (Comunicación personal)

⁹ Silverio Torres. Representante de la UMA de Morocelí (Comunicación personal)

A pesar de que la ley hondureña podría amparar un cambio mucho más agresivo, que podría extenderse a 150 metros a cada lado del cauce, en la práctica sería muy difícil hacer que los agricultores abandonen o eliminen sus plantaciones por completo, por lo cual, lo más viable es diseñar un sistema que tome en cuenta su disponibilidad a destinar tierras con el propósito de protección.

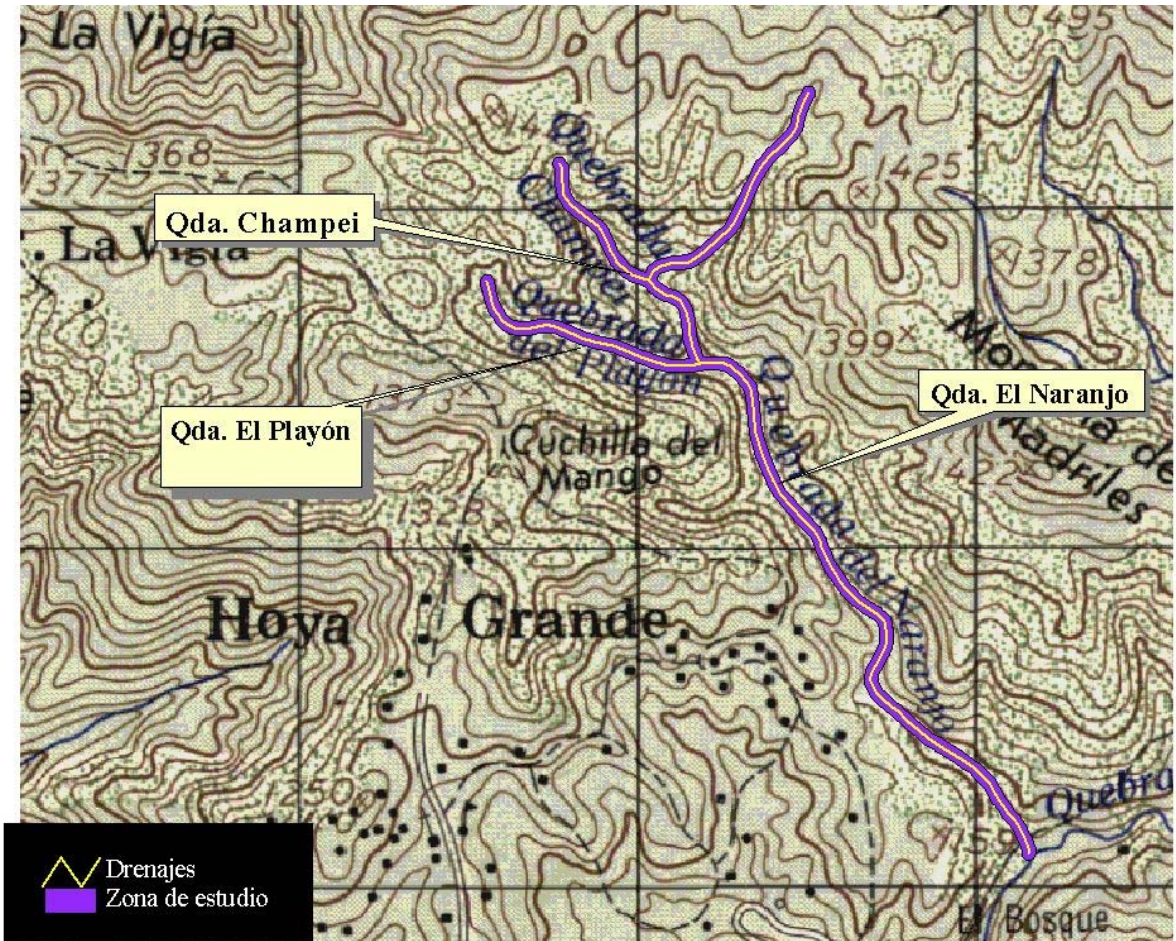


Figura 3. Zona de amortiguamiento para producción de agua.

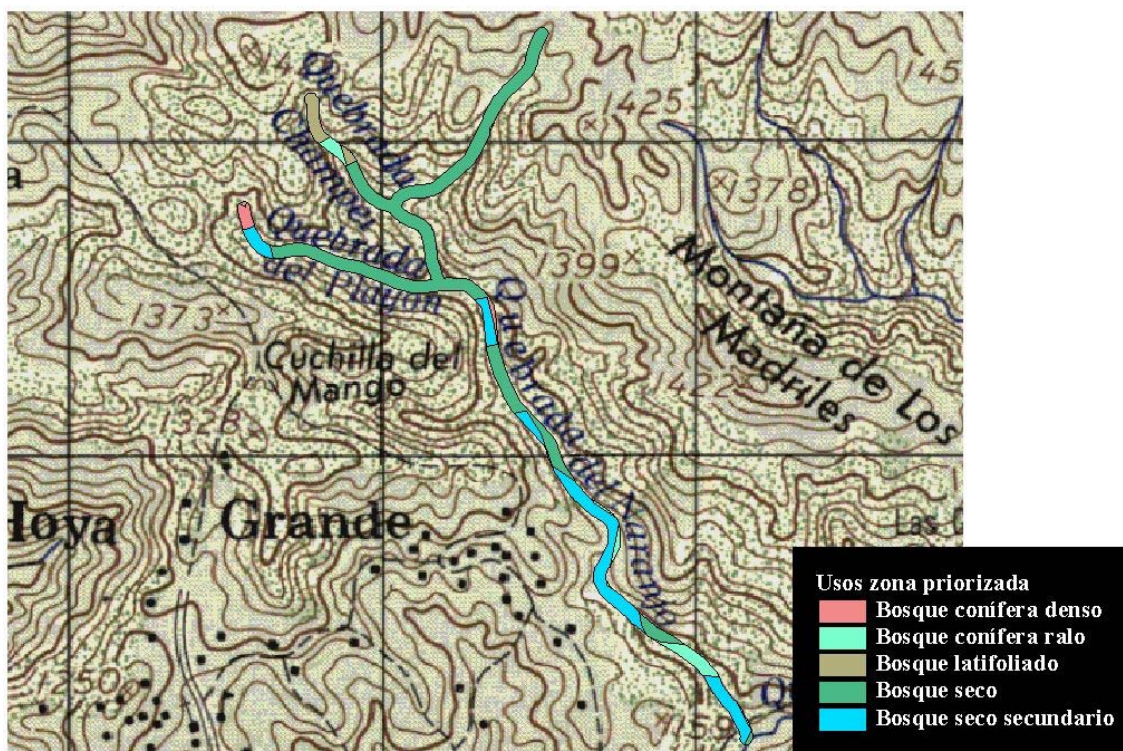
Esta zona definida como de alta prioridad cubre un área total de 16.815 Ha, que se muestra desagregado en el cuadro 6, que comprende las riberas de las quebradas Champel, El Playón y Los Naranjos.

Cuadro 6. Uso de suelo de la zona de amortiguamiento para el año 2001.

Tipo de uso	Área (Ha)
Bosque conífera denso	0.43
Bosque conífera ralo	1.223
Bosque latifoliado	0.814
Bosque seco	9.912
Bosque seco secundario	4.436
TOTAL	16.85

Fuente: Cisneros P, USIG-Zamorano.2003

En la figura 4, se aprecia que el bosque seco predomina en las quebradas de El Playón y Champel, las visitas a estos lugares, reflejaron que el bosque de galería de estas quebradas ha sido intervenido para instalar cafetales que se pueden encontrar a todo el largo de la ribera. La cobertura original de bosque latifoliado representa a penas al 4.83% lo puede ser una de las causas de la disminución en la capacitación de precipitación horizontal y vertical.

**Figura 4.** Uso de suelo de la zona de amortiguamiento en 2001.

4.1.2.1 Diseño del sistema a utilizar. Según las inspecciones realizadas a la zona de amortiguamiento, por las especies encontradas en la misma, y tomando en cuenta la necesidad de reducir la cantidad de sedimentos que genera la escorrentía superficial, se definieron como actividades prioritarias dentro de la zona de amortiguamiento: la instalación de una zona de 4 metros de ancho para la retención de sedimento a las orillas del bosque de galería, y el enriquecimiento de los 16 metros restantes con especies nativas de la microcuenca, lo cual corresponde a un área de 8.38 Ha. Además se recomienda la instalación de sistemas agroforestales con especies de alto valor económico donde actualmente se cultiva café bajo sombra con la finalidad de mejorar el nivel de ingresos de los agricultores desde el punto de vista de los sistemas de producción privados, y para captar mayor cantidad de precipitación para el uso de la sociedad.

Los pobladores de Hoya Grande que son agricultores propietarios de parcelas dentro de la zona de amortiguamiento, manifestaron su voluntad de proteger las zonas de generación de agua luego de realizado el plan de manejo para la microcuenca en 2001 y desde hace 5 años, la mayoría de ellos ha dejado que la regeneración natural se encargue de poblar las zonas ribereñas.

Para acelerar este proceso y contribuir con la retención de sedimentos provenientes de las zonas altas, se propone la instalación de zonas de estabilización utilizando bosque de bambú, pudiendo aprovechar el material vegetativo disponible en la Reversa Biológica Uyuca para su instalación, ya que se encuentra en condiciones muy similares a la de la zona de estudio¹⁰.

La estabilización se puede lograr sembrando individuos a 2 x 2 metros de distancia, principalmente en la quebrada que alimenta la fuente de San Joaquín, que es la que actualmente se encuentra con menos protección vegetal.

En cuanto al manejo de las especies de bambú, hay que tomar muy en cuenta el control apropiado que se le debe dar a la plantación, ya que por su agresivo sistema de reproducción (mediante estolones), pueden convertirse rápidamente en una maleza.

Dentro de los 14 metros restantes de la zona de amortiguamiento, se plantea la introducción de bandas de enriquecimiento forestal, utilizando varias especies arbóreas, dependiendo del ecosistema que se va a intervenir.

El ANEXO 6 muestra la lista de las especies recomendadas para usar dentro de la zona ribereña, en aquellas fincas ubicadas dentro del bosque húmedo subtropical montano bajo.

Como primer paso para el enriquecimiento del bosque de galería, se debe limpiar completamente los lugares donde se instalarán las bandas de enriquecimiento, dejando solamente arbolitos de buen tamaño.

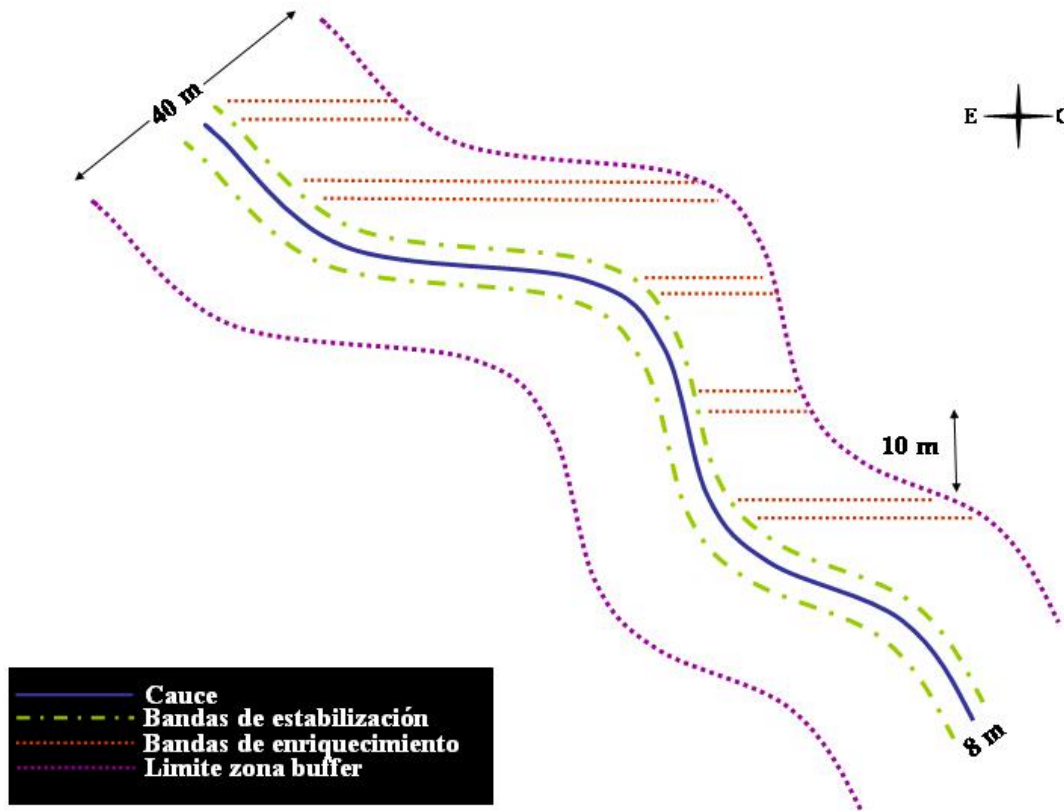
Se debe realizar la siembra de especies elegidas de forma alternada, sin seguir patrones para asemejar la estructura natural y no el patrón de una plantación, y posteriormente a la

¹⁰ Agudelo, Nelson. 2003. Catedrático de Agroforestería (Comunicación personal)

instalación no se deberá hacer intervenciones, permitiendo el libre crecimiento ya que solamente se instalan las especies buscando protección del suelo (Ver figura 5).

En cuanto al enriquecimiento con las especies nativas, se recomienda hacer la ubicación de las bandas de enriquecimiento en la zona de recarga de la microcuenca, en los bosques de galería de vegetación secundaria, utilizando pares de bandas cada 10 metros con orientación este-oeste como se muestra en la figura 5.

El modelo de pago por servicios ambientales debería incluir el cubrir los costos ocasionados por el cambio, y además compensar cualquier disminución en el beneficio que perciben los agricultores por su actividad productiva.



Fuente: Cisneros P. 2003.

Figura 5. Diseño para intervención dentro de la zona de amortiguamiento

En cuanto a las parcelas que están fuera de la zona de amortiguamiento, lo primordial es el manejo de los cafetales, orientado a un aumento de la productividad por manzana, contemplando entonces la introducción de especies de alto valor económico, que puedan convertirse en una fuente de ingresos al largo plazo y además un mecanismo de protección del suelo contra la erosión.

Debido a las características climáticas, esta región, afronta una gran amenaza dentro de los cultivos de café establecidos a partir de los 1320 msnm debido a descensos bruscos de temperatura que afectan la producción de la planta. Por tanto, para proteger al café de estos cambios bruscos, se puede utilizar una cobertura de árboles adecuada, que ayude a mantener la temperatura adecuada en los períodos particularmente fríos.

Tomando en cuenta estas necesidades de los cultivos del café de la zona, en el cuadro 7 se muestra una lista de las especies recomendadas que pueden ser introducidas en los sistemas, ordenadas por importancia económica para las condiciones de la microcuenca:

Cuadro 7. Especies recomendadas para enriquecimiento de cafetales.

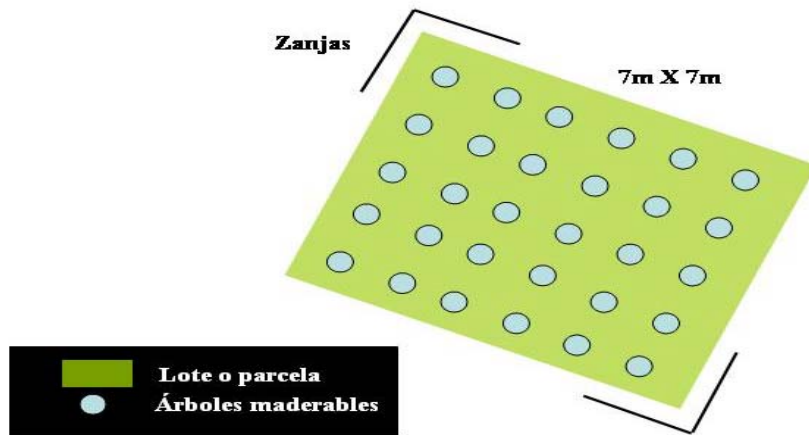
Nombre común	Nombre científico	Familia
Nogal	Juglans Olanchana	
Caoba	Swietenia humilis	Meliaceace
Cedro real	Cedrela odorata	Meliaceace
Cedro	Cedrela tonuzii	Meliaceace
Cedro rojo	Cedrela fyssilis	Meliaceace
Granadillo	Dalbergia intibucana	
Palanca o jocomico	Mauria sissiliflora	
Álamo blanco	Styrax argenteus	
Aceituno de montaña	Mosquitoxylum jamaicense	
Yoró	Cornus disciflora	

Fuente: Cisneros P, 2003.

Todas estas especies tienen un alto valor en el mercado, pero debido a que son extraídas de bosques maduros sin manejo apropiado, no existen datos confiables sobre su ecología, comportamiento y manejo dentro del bosque natural o plantaciones. La introducción de estas especies dentro de sistemas agroforestales se recomienda con el objetivo de aumentar los ingresos de los productores y mejorar la productividad por unidad de área mediante la diversificación.

Las recomendaciones para el manejo de las plantaciones de especies forestales dentro de los sistemas de café, incluyen:

- Realizar podas de formación anuales que ayuden a incrementar las tasas de crecimiento de los árboles dependiendo de las especies elegidas.
- Establecer lotes de especies que faciliten el manejo de las mismas, tanto en las prácticas de fertilización como de manejo de la sombra, podas y raleos.
- Para el caso de las especies de la familia Meliaceae, se recomienda ubicar los lotes de manera que no sean adyacentes, para evitar problemas con plagas.
- Establecer parcelas permanentes para medir crecimientos dentro de cada lote, siguiendo el modelo que se muestra en la figura 6:



Fuente: Cisneros P. 2003.

Figura 6. Diseño de parcelas permanentes de muestreo.

4.1.2.2 Evaluación de los sistemas. Siguiendo las recomendaciones anteriores, se realizaron flujos de caja proyectados para 2 opciones de cambio de uso de tierra, introduciendo especies forestales a los sistemas de café ubicados en las áreas que rodean la zona de amortiguamiento, esta área alcanza aproximadamente 500 manzanas (UMA Morocelí).

La primera opción de cambio de uso, consiste en un cambio hacia un cultivo de café orgánico asociado con *Swietenia humilis* como especie forestal de alto valor comercial, e *Inga sp.* A pesar de que no es la especie de alto valor comercial recomendada como principal para el área de estudio, fue elegida para el flujo de caja dado que existe una mayor disponibilidad de información sobre su manejo y es la que los productores están acostumbrados a utilizar dentro de sus sistemas.

La introducción de la caoba en el sistema se recomienda para aquellas fincas de café que tienen plantas de café de más de 8 años, que requieren ser reemplazadas debido a su baja productividad.

El flujo de caja (Ver ANEXO 7) que se presenta, incluye el reemplazo de la plantación actual, pero no de la plantación a los 8 años de iniciado el cambio, ya que se puede mantener el café dentro del sistema para obtener ingresos anuales, pero sin manejar el café como cultivo principal.

Para el flujo, se mantienen los precios del café constantes, dada la dificultad de estimar los precios futuros del mismo, con esto no se garantiza una total aproximación al real valor presente neto, pero si se castiga el proyecto dadas posibles futuros cambios de precio.

Los ingresos que se proyecta obtener corresponden a cuatro rubros, la venta de café, la venta de carbón, la venta de vigas y de madera aserrada.

Los materiales de trabajo no se incluyen dentro del flujo ya que se asume que los agricultores los tienen ya como de uso corriente en la finca, y por ende el modelo de pago por servicios no debería cubrir costos en los que ya se incurren.

El mismo trato se da a las prácticas agrícolas que ya se practican con el uso actual de café, tanto orgánico como convencional, solo incluyen en el flujo aquellos costos que incrementan con la instalación del nuevo sistema y los ingresos que se generan con este.

En el cuadro 8 se muestran las índices de rentabilidad para el primer sistema propuesto, las mismas que indican que la instalación de los sistemas agroforestales es una práctica rentable y que el período de recuperación de la inversión, no es exageradamente largo a pesar de que la edad de corta de las especies forestales es de 20 años.

Cuadro 8. Índices de rentabilidad para el sistema caoba- guama-café.

Índice	
VAN	33,092 Lempiras
TIR	21%
Bo/Co	1.28
Periodo de recuperación (años)	8

Fuente: Cisneros P, 2003.

Considerando una tasa de descuento del 12 %, que es la tasa pasiva del sistema bancario para depósitos a plazo en Honduras al mes de junio de 2003 reportada por el Banco Central, el proyecto muestra que el valor actualizado neto de los beneficios es positivo, la tasa interna de retorno, es considerablemente alta si se compara con la tasa pasiva del sistema bancario, y la recuperación de los costos está en relación de 1.28 a 1 por cada lempira puesta en el sistema, por tanto el sistema de enriquecimiento del cultivo anual con caoba es rentable.

Se utilizó la tasa de ahorro a plazos ya que la opción de utilizar el dinero del fideicomiso para financiar el proyecto no origina intereses inmediatamente al igual que el proyecto dentro de un plazo inmediato como la cuenta de ahorros, sino que los beneficios se hacen tangibles en períodos más largos.

El cuadro 9 muestra los índices de rentabilidad proyectados para el sistema de enriquecimiento del cultivo de maíz utilizando *Swietenia humilis*, en el cual se puede apreciar también que el proyecto es rentable considerando la tasa de descuento del 12% y un período de análisis de 20 años, al cual se obtiene el producto final en forma de madera (Ver ANEXO 8).

Cuadro 9. Índices de rentabilidad para sistema caoba maíz

Índice	
VAN	211,081 Lempiras
TIR	54%
Bo/Co	6.33
Período de recuperación	4

Fuente: Cisneros P, 2003.

Los índices muestran que ambos sistemas propuestos son actividades rentables, que generan ingresos altos en un período largo de tiempo, pero no muestran que efecto tienen sobre el ingreso del agricultor con respecto a las actividades que este realiza actualmente.

La información presentada en el cuadro 10 muestra los resultados de la comparación entre el sistema caoba-maíz (Ver ANEXO 9) y el sistema actual de cultivo de maíz en cuanto a los ingresos y costos variables que tienen los agricultores, realizadas por el método del presupuesto parcial, calculando el valor presente de los costos variables e ingresos proyectados en los flujos de caja para cada sistema propuesto.

El cambio en el ingreso neto (ΔIN) totaliza 1'596.861 lempiras, por ser positivo, diferente a 0, representa una mejor opción que el sistema actual. La tasa de retorno (TR) es de 41.86. Este valor indica que se obtiene un retorno de 4186 % sobre las inversiones adicionales, o sea sobre el incremento en los costos variables (ΔCV). Es un retorno muy alto comparado con otras oportunidades de inversión del agricultor. Consecuentemente, el empleo del sistema propuesto se puede considerar como económicamente ventajoso frente al sistema actual de producción que utiliza el agricultor.

Cuadro 10. Resumen del presupuesto parcial. Maíz versus caoba-maíz.

CAMBIO	
En el ingreso total ΔIT	1062661
En los costos variables ΔCV	38313
En el ingreso neto ΔIN	1024348
Tasa de retorno $TR = \Delta IN/\Delta CV$	26.74

Fuente: Cisneros P, 2003.

La comparación del sistema de café convencional y la propuesta de café-guama-caoba (ver cuadro 11) muestra un cambio positivo en los ingresos netos que equivale a 389.215 Lempiras, por lo cual se puede recomendar el sistema como beneficioso ya que se puede obtener de su aplicación un retorno del 2097 % sobre las inversiones adicionales. (Ver ANEXO 10 para detalle de costos fijos y variables).

Cuadro 11. Resumen del presupuesto parcial. Café convencional versus caoba-guama-café.

CAMBIO	
En el ingreso total ΔIT	285330
En los costos variables ΔCV	64425
En el ingreso neto ΔIN	220904
Tasa de retorno $TR = \Delta IN / \Delta CV$	3.43

Fuente: Cisneros P.2003.

El cuadro 12 muestra el beneficio obtenido por el cambio al sistema propuesto caoba-guama-café a partir de una plantación de café orgánico, de la cual se obtiene un cambio en el ingreso neto positivo, de 389,165 lempiras obtenido de la actualización de los valores futuros de los ingresos del flujo de caja proyectado (Ver ANEXO 11), y un retorno de 1933% sobre los costos variables adicionales, por lo cual se recomienda el uso del sistema propuesto para aumentar los ingresos de los agricultores.

Cuadro 12. Resumen del presupuesto parcial. Café orgánico versus caoba-guama-café.

CAMBIO	
En el ingreso total ΔIT	286850
En los costos variables ΔCV	65995
En el ingreso neto ΔIN	220854
Tasa de retorno $TR = \Delta IN / \Delta CV$	3.35

Fuente: Cisneros P.2003.

Según los modelos propuestos, en el siguiente cuadro (cuadro 13) se resumen las inversiones necesarias para iniciar con el modelo de pago por servicios ambientales, diferenciando las compensaciones que se deben hacer a los agricultores que participen en el modelo, por rubro escogido, desglosado como la inversión inicial para instalar el proyecto, las pérdidas en los ingresos que debe cubrir el modelo de pago por servicios ambientales en el caso de flujos de caja negativos, que se presenta como pagos anuales y una compensación que cubre la disminución en el ingreso producida por el cambio del sistema.

Cuadro 13. Financiamiento requerido para el cambio de uso de suelo por manzana.

Cambio Costo	Caoba-Maíz	convencional X Café-Caoba- Guama	Café orgánico X Café-Caoba- Guama	Protección del suelo	Enriquecimiento de plantaciones
Inversión Inicial	12,281	15,026	15,026	490	241.08
Pagos anuales	Flujos en el ANEXO 8	2,254.1 Año 1	2,254.1 Año 1	0	0
Compensación del ingreso	3,370	Años 1 y 2 3,370	Años 1 y 2 600	3370	1711.1

Fuente: Cisneros P.2003.

De los estudios realizados con relación a la DAP (Díaz, 2002) de los 605 usuarios directos existentes en Morocelí en el año 2002, se obtuvo una media aritmética de 15.15 lempiras como disponibilidad de pago adicional sobre la tarifa actual de 10 lempiras como cuota fija, a lo cual se adiciona el pago de 3 lempiras por llave adicional, esta tarifa mensual sugiere una disponibilidad aproximada de 109,989 lempiras anuales para financiar los cambios en los sistemas de producción propuestos.

En estudios anteriores (Díaz, 2002) se calcula además una media ajustada por el modelo de regresión integrado por las variables socioeconómicas medidas, del cual se obtiene una DAP de 41.33 lempiras. Usando esta DAP incremental, la disponibilidad de recursos para financiamiento sería mayor, sin embargo, el ajuste del modelo no se considera suficiente ya que el R^2 calculado tiene un valor de 0.37.

4.2 LA OFERTA DE AGUA EN LA MICROCUENCA DE NETEAPA

4.2.1 Volumen de agua

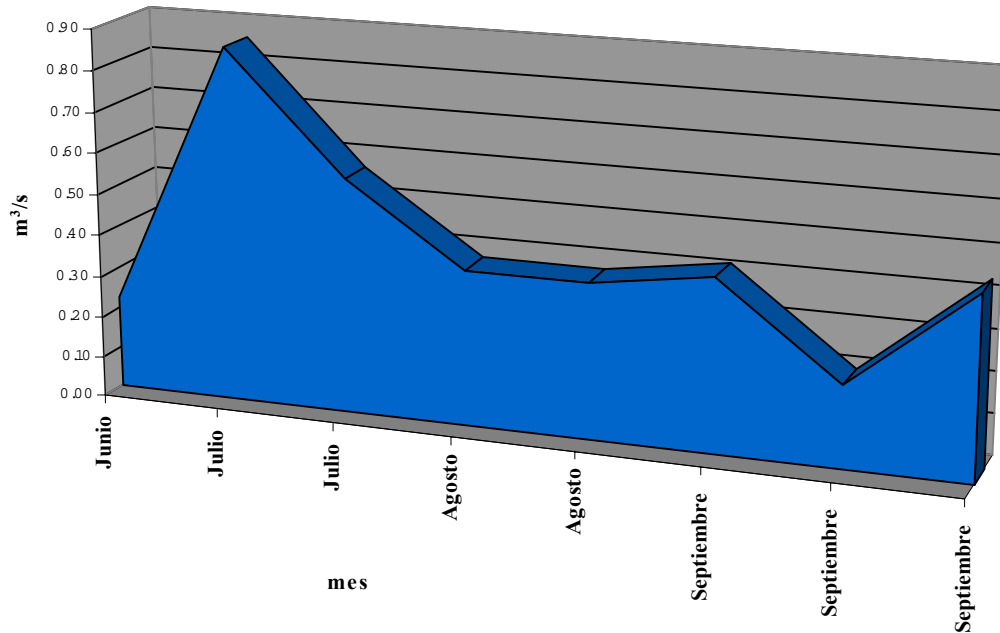
Los datos obtenidos mediante los aforos quincenales¹¹ realizados muestran un aumento gradual de la cantidad de agua circulante por el cauce principal del Río Neteapa durante el ciclo de lluvias medido, alcanzando un valor de 0.22 m³/s al final de la época seca, en el mes de junio, mes en el que se iniciaron los aforos.

El mayor caudal registrado alcanza un valor de 0.86 m³/s en el mes de julio, época de invierno como se aprecia en la figura 7.

Se encuentra sin embargo un registro menor al flujo base de verano, el registro de 0.20 m³/s del mes de septiembre se puede explicar por la gran cantidad de sedimentos que se

¹¹ Ver anexo 12 para los datos de campo de aforo.

encontraron depositados en el cauce el momento de hacer los muestreos, mismos que iban aumentando a medida de que terminaba el mes de septiembre, y en una súbita ausencia prolongada de lluvias que se manifestó durante 3 semanas, para mostrar una recuperación a finales del mes.



Fuente: Cisneros P. 2003.

Figura 7. Disponibilidad mensual de agua en el río Neteapa. 2003.

Para el área de estudio, los caudales de las Quebradas de Champel y del Playón, fueron medidos para conocer el aporte de esta zona al caudal del río Neteapa.

Los datos obtenidos mostraron que se producen 9.92 y 2.75 L/s de agua superficial, respectivamente en cada quebrada, lo cual corresponde al 2.88 % del caudal medido en la parte baja de la cuenca que fue de 440 L/s para el día de la medición.

Así también, se determinó el caudal de la Quebrada Urbina, que lleva las aguas negras de Hoya Grande hacia el río Neteapa, obteniendo un caudal promedio de 3.5 L /s (Ver ANEXO 13)

4.2.2 Mitigación de la contaminación

Según el estudio realizado por Fernández (2001) uno de los mayores problemas de la calidad del agua de Hoya Grande es la cantidad de coniformes fecales que se hallaron en las muestras obtenidas en varios puntos de la cuenca, hallándose como promedio 754 Unidades formadoras de colonias en la parte alta del Río Neteapa, siendo la norma, según el Ministerio de Salud Pública de Honduras hasta 500 UFC en cada 100 mL de muestra.

De la información recopilada, se determinó que la carencia de letrinas dentro de la comunidad de Hoya Grande no es significativa, según los estudios realizados por el Programa UNIR-ZAMORANO en 1997, el 95% por ciento de las familias poseen letrinas, información confirmada por la UMA de Morocelí en el 2003, que calcula unas 10 familias que actualmente no posee letrinas de un total de 200.

Según lo manifestado por los pobladores de Hoya Grande y la UMA de Morocelí, durante este estudio, una de las mayores fuentes de contaminación de las fuentes de agua es la falta de letrinas dentro de las fincas, para ser utilizadas durante la época de cosecha de café, que va desde diciembre a marzo.

Por tanto se plantea que como medida de mitigación urgente para proteger la salud de los usuarios directos que consumen el agua desviada desde el Río Neteapa, el fondo creado con la DAP de Morocelí debería cubrir los costos de construcción de la infraestructura apropiada para evitar la contaminación producida.

El tipo de letrinas recomendado por lo técnicos de PROMESA de Zamorano, es la letrina seca o simple debido a la carencia de agua a nivel de finca que imposibilita la construcción de una letrina lavable, el costo de instalación de la letrina de este tipo, se presenta en el ANEXO 13.

La cantidad de letrinas depende de la cantidad de productores que deseen ingresar dentro del modelo de pago por servicios ambientales, que se beneficiarían del subsidio parcial para construir las letrinas, poniendo como contraparte de la inversión, la mano de obra necesaria, costo que representaría el 20 del total de instalación, aproximadamente 160 lempiras, lo cual lleva a un costo por letrina instalada de 804 lempiras.

La cantidad de letrinas necesarias por manzana se calcula en 2 dado que usualmente se cosecha una manzana en 2 jornadas de un día con 20 personas cada vez, y la cantidad recomendada es de 1 letrina por cada 10 personas.

Dado que la mayoría de los agricultores poseen fincas no mayores a 5 manzanas, se podría estandarizar la cantidad de letrinas en 2 por finca.

Al costo de instalación de las letrinas, se debe añadir el costo de enseñar a la gente sobre el uso adecuado de las mismas, tanto a los dueños de las fincas como a la gente que es contratada o que participa en las labores de cosecha durante los meses de noviembre a marzo, la variabilidad de la gente que llega a las fincas puede hacer que se necesiten varias campañas de concientización, o que se hagan a nivel de toda la microcuenca al inicio de la

temporada de cosecha con la finalidad de que toda aquella gente con posibilidades de participar de de la actividad sea correctamente informada.

4.3 LA UBICACIÓN DEL AGUA EN NETEAPA

En un estudio previo, Díaz (2002) menciona que dentro de la Microcuenca, se debería crear un organismo administrador para canalizar un fondo manejado como fideicomiso, creado con la disponibilidad a pagar (DAP) del casco urbano de Morocelí, como usuario directo del agua de Neteapa. Todo esto concebido como un modelo de pago por servicios ambientales para la protección de la parte alta de la cuenca.

Dentro de este modelo, el objetivo es incluir a todas las comunidades que toman agua del Río Neteapa para uso doméstico, consideradas como usuarios directos, Las Champas, Los Limones, Morocelí, Valle Arriba, El Suyate y al mismo tiempo incluir a Hoya Grande como consumidor y comunidad oferente del recurso.

Como parte del análisis de la oferta del recurso, en el presente estudio, se definen cuales deberían ser las actividades a ejecutarse por este organismo, con respecto al manejo de la oferta de agua, tanto en la actualidad como en el futuro.

La propuesta se basa en la premisa de que según los antecedentes de disminución de los flujos de retorno dentro de la microcuenca, se supone que el enfoque de protección en la producción del recurso es esencial para mantener un modelo de pago por servicios ambientales a largo plazo.

4.3.1 Administración del recurso agua

Una de los principales objetivos a satisfacer para el funcionamiento de una institución que actúe como regulador, y administrador de un fondo ambiental, es que debe contar con la aceptación social suficiente para actuar. La aceptación se puede fundamentar en cuanta y que tan buena sea la representación que tengan los sectores involucrados en el manejo del recurso dentro del propio organismo. Por tanto, se recomienda que se incluyan del organismo, representantes de varios sectores: la comunidad de productores agrícolas y dueños de tierras de Hoya Grande, representantes de la parte demandante de las 6 comunidades que se abastecen del Río Neteapa y representantes de la Municipalidad de Morocelí.

Juntos, estos tres grupos de actores pueden definir las reglas del pago por el servicio de protección de producción de agua, en la actualidad y posteriormente definir las reglas que podrían guiar y regular un mercado de agua dentro de la microcuenca.

La existencia de este mercado se avizora como necesaria, asumiendo que la demanda del recurso seguirá aumentando por la diversificación de las actividades productivas dentro de la zona y el aumento de la población.

Haciendo esta diferenciación de los enfoques de manejo en el tiempo, se definieron las actividades primordiales a realizarse dentro de la microcuenca, en dos fases:

4.3.1.1 FASE 1. Pago por servicios ambientales.

- **Identificar a los participantes del modelo:** Idealmente, todos los agricultores de la zona que corresponde a las elevaciones mayores de 1300 msnm, deberían estar dentro del modelo de pago por servicios ambientales, ya que es en esta región donde se produce y se capta la mayor cantidad de agua. Dado que es muy difícil contar con la participación absoluta de los agricultores y dueños de propiedades de toda la zona, el organismo administrador debe asegurar que al menos se pueda llegar a canalizar el fondo hacia inversiones dentro del área priorizada en este estudio de una manera eficiente, es decir cumpliendo con los objetivos de aumento de la cobertura boscosa y mejoramiento de la calidad del agua.
- **Organización de los participantes:** Una vez identificados los participantes, estos deben ser debidamente organizados y capacitados como grupo de productores de agua, para que como grupo puedan obtener representación dentro del organismo administrador, y una vez capacitados, en la importancia de establecer el modelo de pago por servicios ambientales, negociar como grupo con los demandantes del recurso. Para organizar a los actores, la existencia de grupos de productores de café por dentro de la zona puede ser aprovechada dada la pro actividad que han mostrado durante los últimos años en trabajos de mejoramiento ambiental dentro de la zona.
- **Financiamiento:** La identificación y organización de los participantes es primordial para determinar el monto necesario para cubrir los costos iniciales de cambio de uso del suelo. No es posible determinar si la DAP de Morocelí y la potencial DAP de las otras 5 comunidades sería suficiente para cubrir tanto los costos de cambio como los costos de reubicación y de transacción de aquellos agricultores que están dentro de la zona priorizada, o de aquellos que tengan que salir de ella en caso de que una reubicación sea necesaria, para esto se debe tener bien identificado el número exacto de participantes. El organismo administrador deberá entonces plantearse como un gestor de fondos para financiar el cambio, promover el funcionamiento del modelo y sostener el fondo ambiental al largo plazo.
- **Control:** Las inversiones financiadas o subsidiadas por el fondo administrador, deberán ser controladas bajo el amparo de un reglamento creado para el modelo de pago por servicios ambientales exclusivamente, o bien por un contrato entre las partes oferente y demandante, cuya aplicación deberá ser respaldada por el mismo. Dentro de estas actividades de control, se debe incluir: la supervisión del cambio de

uso bajo los parámetros técnicos definidos para el mismo. Una vez hechas las inversiones, se necesitará un monitoreo del manejo que se le da al nuevo uso y de aquellas actividades que se den fuera de la zona priorizada o fuera de las zonas donde se asientan los agricultores que participan dentro del modelo para determinar posibles amenazas al servicio, y por último se debe llevar un registro de cómo el cambio beneficia el cumplimiento del objetivo de mantener la cantidad de agua generada actualmente por la microcuenca y el aumento de la calidad.

4.3.1.2 FASE 2. Mercado de agua

A continuación se presentan las actividades que se deberían llevar a cabo para la formación de un mercado formal de agua:

- **Ordenamiento de la futura oferta:** Basado en la premisa de que la actividad económica y por ende la demanda de agua para nuevos usos, distintos al consumo urbano, se va a desarrollar en la zona, el organismo administrador debería tratar de avanzar en el futuro, desde el modelo de pago por servicios ambientales funcional, a un mercado de agua, que garantice por medios económicos y menos regulados el uso eficiente del recurso.

Dirigir el manejo actual del agua hacia un mercado formal supone contar con varios actores dentro de la zona que demanden agua para usos distintos, además de la existencia de infraestructura adecuada que permita desviar agua para satisfacer estos usos dentro de varios puntos en la cuenca, y una definición clara de los mecanismos para venta de derechos de desvío de agua por parte de los propietarios de los mismos (agricultores de la zonas altas).

El organismo administrador debe entonces ser quien en un futuro se encargue de asignar los derechos, definir las características de los mismos en cuanto a duración, prioridades de asignación y de verificar las transacciones que se pueden dar entre los diferentes usos y los propietarios.

- **Definición de los derechos:** En cuanto a la definición de los derechos de uso de agua, se puede decir que este es el derecho que se otorgaría un agente dentro de la microcuenca para desviar una cantidad asignada de agua en un tiempo determinado y con una prioridad de asignación previamente definida por el organismo de control. Estas dos variables, la temporalidad y la prioridad son las que deben ser definidas previamente por el organismo regulador del mercado, de una forma que aseguren la tenencia de los derechos e incentiven la inversión en creación de infraestructura.
- **Asignación de los derechos:** Dado que el organismo ya conoce cuales son los actores que negocian el servicio de protección de la microcuenca, puede asignar a estos actores un derecho (modelo que corresponde al conocido como distribución de derechos entre usuarios tradicionales) a cada agricultor o grupo de agricultores que

tienen terrenos dentro de la zona productora de agua, tendrá una cuota asignada para venta del recurso al usuario que crea conveniente según la negociación que ambas partes realicen. La asignación del derecho se hace según la cantidad de tierra que se posee dentro de la zona productora de agua, para lo cual se requiere información precisa sobre la producción de agua por unidad de área de la microcuenca.

Esta asignación aplica a aquellos productores que actualmente se encuentran en la zona, pero de haber alguno que desee ingresar al mercado, se debería aplicar el mecanismo de la subasta de derechos, mediante el cual se busca distribuir la riqueza aislada para el bienestar de la sociedad y del mercado. En este caso el organismo define un precio base y uno tope, eligiendo la mejor oferta y manejando la negociación de acuerdo a los términos definidos para los derechos de los usuarios normales en cuanto a temporalidad y prioridades.

- **Cambio entre usos:** La definición de entre que usos se deben hacer las transferencias es primordial para asegurar que los beneficios marginales de cada una son lo suficientemente diferentes como para justificar la transacción, cubriendo los costos de la misma.
- **Costos de transacción:** La cantidad de transacciones que se puedan dar una vez que se decida instalar un mercado de agua, está en relación directa con la capacidad de ubicación de agua de un uso a otro por parte de los tenedores de los derechos. Si los costos de transacción para ubicar el agua son muy altos, la cantidad de transacciones del mercado disminuirá, por ende es de vital importancia que el organismo facilite la reducción de estos costos, sobre todo en lo que refiere a la construcción de infraestructura para ubicación y almacenamiento en épocas de sequía.
- **Normas del mercado:** Una de las consecuencias detectadas en varios ámbitos de prueba de los mercados ha sido el efecto que estos pueden tener sobre los flujos de retorno aguas abajo, como esta situación puede presentarse cualesquiera sea la cuenca, debe estar especificado dentro de la normativa de los mercados, cuales podrían ser las medidas que se den para manejar de una manera eficiente y al mas bajo costo las externalidades producidas sobre terceros.
- **Capacitación:** Acorde a como el organismo administrador del agua desarrolla las normativas para el funcionamiento del mercado, debe iniciarse un proceso de capacitación mediante el cual se informe y eduque a los posibles tenedores de derechos de uso de agua sobre los beneficios y los mecanismos a los que pueden aplicar para participar del mismo.

5 CONCLUSIONES

- El establecimiento de un sistema de asignación de agua a nivel de cuenca requiere contar con estimaciones confiables sobre la demanda y oferta existentes, así como la contribución de todos aquellos afluentes para realizar una adecuada priorización de las zonas que requieren intervención.
- La situación actual del café ofrece muchas oportunidades para diversificación de las plantaciones existentes dentro de las zonas de amortiguamiento de las cuencas en Honduras, los productores de café conocen y están ávidos a realizar cambios en sus sistemas de producción pero enfrentan limitantes financieras que no permiten la instalación de usos de mayor valor y más eficiente uso del agua, por lo que el modelo de pago por servicios ambientales podría constituir una importante fuente de financiamiento para potenciar el cambio.
- Una limitante para el establecimiento de sistemas agroforestales como opciones de uso de suelo de mayor valor que los cultivos de granos básicos, es la falta de fuentes de semilla y de germoplasma de especies de alto valor económico de procedencias que se puedan adaptar a las condiciones de los cultivos en laderas.
- La instalación de los sistemas agroforestales en la zona alta de la microcuenca brinda oportunidades de investigación en especies de alto valor económico para el Comité de Investigación Agrícola local, ya que no existe información de rendimientos y tasa de crecimientos para las especies recomendadas a utilizar en los sistemas, los miembros del CIAL, tienen terrenos dentro de la zona priorizada y algunos de ellos son los pioneros en la protección de cuenca, por tanto la oportunidad de que inicien trabajos de investigación es alta.
- A pesar de que los períodos de recuperación para ambos sistemas propuestos son medianos, 8 años para el sistema Café-Guama-Caoba y 4 años para el sistema Maíz-Caoba, los beneficios obtenidos por cada uno de los sistemas son muy diferentes. En el sistema de Café-Guama-Caoba, se obtienen beneficios a partir del segundo año de instalados, por lo tanto puede ser muy atractivo para los productores ya que la diferencia de los beneficios que obtendrían con el cambio no son muy distintos a aquellos beneficios que obtienen actualmente bajo cualquiera de los sistemas de cultivo de café. A pesar de que el aumento en las utilidades recibidas por año es alto, para cualquiera de los sistemas que se compare, el mayor beneficio se da a largo plazo, dependiendo del turno de corta de la especie, que no es menor a 20 años, lo cual podría ser una debilidad al momento de instalar el proyecto si se toma en cuenta la marcada tendencia cortoplacista que tienen los productores para el desarrollo de sus actividades.

- En el caso del maíz, que es un cultivo que se debe mantener en la zona por razones culturales, el panorama es diferente, ya que no se reportan beneficios positivos hasta el año 4 del análisis, beneficio que se obtiene principalmente por la venta de carbón a partir del primer raleo que se hace dentro de la plantación.

Para que el sistema Maíz-Caoba sea de alguna forma atractivo para los agricultores, se deberían asegurar que los mismos reciban una compensación que ayude a asegurar que sean capaces de cubrir todos los costos y de que reciban ingresos equivalentes a los que tenían antes de ser instalado el sistema.

- El establecimiento de un modelo de pago por servicios ambientales en Neteapa, y la posterior instalación de un mercado de agua, requiere asesoría técnica especializada en el manejo de las variables económicas a ser medidas, el diseño e instalación de la infraestructura adecuada y sobre todo en técnicas para desarrollar la capacidad de gestión de fondos para cubrir los costos esperados, por ende requiere el involucramiento con organizaciones no gubernamentales, el Gobierno Central de Honduras y empresas privadas que ayuden a satisfacer estas necesidades dentro de la microcuenca.
- Después de realizadas las mediciones pertinentes del caudal con las quebradas de Champel, El Playón y Urbina que son las que se encuentran directamente influenciadas por las actividades de los pobladores de Hoya Grande, se determinó que esta aportación es muy baja en cuanto al caudal total del Río Neteapa; por lo tanto, se estima que el impacto que podría llegar a tener dentro de la cuenca el modelo de pago por servicios ambientales, tal vez no se vea reflejado en la cantidad de agua de la microcuenca aunque se mida en el largo plazo, sino que por el contrario, se daría en la calidad del agua ofrecida y en el nivel de ingreso de la población oferente, mismo que no es el objetivo principal del modelo.
- La instalación de un sistema de pago por servicios ambientales requiere tener a la población bien concientizada y organizada de tal forma que pueda haber una representación significativa con poder de negociación
- Financiamiento para estas tareas de capacitación no son comúnmente incluidas dentro de un pago por servicios y dado que la DAP siempre es un límite por la naturaleza socioeconómica de los usuarios, uno de los requisitos indispensables será que instituciones como Zamorano apoye a la instalación del mercado mediante la gestión y ejecución de proyectos de capacitación.

6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a Zamorano, el participar dentro de todo el proceso de formación de un mercado de agua dentro de la Microcuenca, para validar metodologías que puedan ser aplicadas luego dentro de toda su región de influencia.
- Se recomienda que a pesar de no contar con información técnica financiera de los sistemas agroforestales de especies de alto valor como *juglans olanchana*, recomendada como la especie de mejor adaptación a las características de la microcuenca, se hagan pruebas con estas especies dentro del modelo de pagos por servicios ambientales, para generar información sobre el uso de las mismas. El modelo debería tener la capacidad de subsidiar o pagar compensaciones a quienes asumen el riesgo de investigar y debería también recibir beneficios de las utilidades obtenidas.
- Dado que el impacto sobre la cantidad de agua, y el período de tiempo que se requiere hasta que se cumplan las condiciones para establecer el mercado, se recomienda empezar el pago por servicio, enfocándolo solamente a las enmiendas sanitarias, que no representan una inversión muy alta si se compara con las inversiones de los sistemas agroforestales, y que puede tener un impacto muy alto en la calidad del recurso que recibe Morocelí, haciendo con esto que el modelo gane aceptación por tener un impacto incremental positivo en la DAP de los usuarios.
- Se deben realizar estudios más profundos sobre la aportación de cada quebrada al caudal total del Río Neteapa, tanto de las que proceden de la parte alta de Hoya Grande como de la Montaña de los Madriles, y realizar un estudio parecido en la población de Lomalillos que está dentro de la cuenca y en similares circunstancias que Hoya Grande, para con esto tener definidas zonas prioritarias dentro de toda la microcuenca.
- Se requiere realizar estudios sobre la DAP de los usuarios directos para las 5 comunidades que utilizan el recurso agua dentro de la microcuenca de Neteapa, para determinar si esta DAP es suficiente para financiar los cambios propuestos para los sistemas de producción.

7 BIBLIOGRAFÍA

BRISCOE, J. 1997. Managing Water as An Economic Good: Rules for Reformers, Keynote Paper to: The International Committee on Irrigation and Drainage Conference on Water as an Economic Good, The World Bank. Washington DC, 25 p

BUCK, L.; LASSOI, J.; FERNANDES, E. 1999. Agroforestry in Sustainable Agricultural Systems, Lewis Publishers CRC, 416 p.

CANALES, S. 2002. Actualización del diagnóstico biofísico y elaboración del Diagnóstico Socioeconómico de la Microcuenca Las Amayas. Honduras, 15 p.

COLBY, G. 1996: ¿"Funcionan" los mercados de agua? Transacciones de mercado y conflictos. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 221-256 p

COWARD, W. 1986. Direct or indirect alternatives for irrigation investment and the creation of property. In Irrigation investment, technology and management strategies for development, ed. K. W. Easter, 225-244. Boulder, CO: Westview Press.

CUMMING, R.; DINAR, A.; OLSON D.; 1996. New Evaluation Procedures for a New Generation of Water-Related Projects. World Bank Technical Paper 349, World Bank, Washington, D.C., December, 68 p

CURREN D.; LUTZ E.; SCHERR, S. 1995. Costs, Benefits and Farmer Adoption of Agroforestry Project Experience in Central America and the Caribbean. CATIE-IFPRI-World Bank Project. The International Bank for Reconstruction and Development. Washington, D.C, U.S.A., 232 p

DAFNA, M.; DiSEGNI E. 2002. The Microstructure of Water Markets: Bargaining vs. Auctioning Approaches, Department of Agricultural and Resource Economics. University of California, California, 13p.

DALES, H. 1968. The economic insight for the creation of tradable rights. University of Toronto Press, 220 p.

DÍAZ, R. 2002. Bases para un plan de manejo del recurso agua en el Municipio de Morocelí, El Paraíso, Honduras 97 p.

DINAR, A, ROSEGRANT, M, MEINZEN-DICK, R. Water Asignation Mechanisms Principles and Examples, World Bank Agriculture and Natural Resources Department IFPRI, 43 p.

DOUROJEANNI, A.;JOURAVLEV, A. 1999. Gestión de Cuencas y Ríos vinculados con Centros Urbanos, Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Santiago de Chile, 181 p.

DOUROJEANNI, A.;JOURAVLEV, A.;CHÁVEZ, G. 2002. Gestión del agua a nivel de cuencas: Teoría y práctica. Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL. Santiago de Chile, 83 p.

DUDLEY, N.; STOLTON, S. 2003. Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water. World Bank / WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use. United Kingdom, HMD Editor, 112 p.

FERNANDEZ, C. 2001. Establecimiento de las bases para la elaboración de un plan de manejo del agua en la microcuenca Neteapa, Municipio de Morocelí, Honduras. 58 p.

HEARNE R, EASTER W. 1995. Water Allocation and Water Markets. The International Bank for Reconstruction and Development. Washington, D.C., U.S.A., 100 p.

HOEKSTRA, D. 1995.The use or economics in diagnosis and design of Agroforestry Systems. International Council for Research in Agroforestry. Nairobi, Kenya, 85 p.

HOLDEN P, THOBANI M. 1996. Tradable Water Rights. The World Bank. Washington, D.C., 32 p.

HORTON, D. 1986. Análisis de presupuesto parcial para investigación en papa al nivel de finca., Centro Internacional de la Papa CIP, Montevideo, Uruguay, 15p.

HOWE, C.; SCHURMEIER, D.; SHAW, W. 1986. Innovative Approaches to Water Allocation: The Potential for Water Markets. Water Resources Research N°22, 439-445 p

JAPOE Junta Administradora del sistema de agua potable y disposición de excretas. 2002. PROBISA-CUMBES. 19 p.

JAPOE Junta Administradora del sistema de agua potable y disposición de excretas.. Valoración económica del suministro de agua Río Cumes, Jesús de Otoro, Intibucá, 65 p.

KEMPER, K. 2001. Markets for Tradable Water Rights. 2020 Vision for Food, Agriculture and the Environment. IFPRI. Washington D.C., U.S.A., 2 p.

KOEHLER, L. 1995. Water rights and the Public Trust Doctrine: Resolution of the Mono Lake controversy. Ecological Law Quarterly N° 22, 541-590 p .

LAHMANDI-AYEDY, R. 2002. What may hinder the “full activity” of Water Markets? A theoretical exercise on Capacity Constraints and Psychological influences. LIM and Ecole Polytechnique de Tunisie. La Marsa, Tunisia, 12 p.

MARIÑO, M, KEMPER, M. 1999. Institutional Frameworks in Successful Water Markets: Brazil, Spain and Colorado, U.S.A.. World Bank Technical Paper No. 427. Washington, D.C., U.S.A., 66 p.

MEINZEN-DICK R.; ROSEGRANT, M. 2001. Overcoming Water Scarcity and Quality Constraints. 2020 Vision. International Food Policy Research Institute. Washington, D.C., U.S.A, 2 p

MEINZEN-DICK, R.; MENDOZA, M.; SADOULET, L.; ABIAD-SHIELDS, G.; SUBRAMANIAN, A. 1997. Sustainable Water User Associations: Lecciones de la revisión de literatura de: SUBRAMANIAN, A.; JAGANNATHAN, V.; MEINZEN-DICK, R. User Organization for Sustainable Water Services, World Bank Technical Paper No. 354, World Bank, Washington D.C., 189 p.

MEINZEN-DICK, R.; MENDOZA, M. 1996. Alternative Water Allocation Mechanisms Indian and International Experiences. Economic and Political Weekly, XXXI:A25-A30, Marzo 30.

MOENCH, M. 1995. Allocating the common heritage: Debates over water rights structures in India. National Heritage Institute, San Francisco.

MONTANGNINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales, Organización para Estudios Tropicales, San José, Costa Rica, 622 p

MUÑOZ, C. 2002. Evaluación del plan de manejo de la Microcuenca de Neteapa, Morocelí, Honduras. 50 p.

RAMOS, J. Mercados de agua: Principales obstáculos y claves de viabilidad. Universidad Complutense, Consultado el 24 de agosto 2003. Disponible en: http://agua.rediris.es/conferencia_iberdrola_2000/conferencia/documentos/ramos.doc,

RANDALL, A. 1981. Property entitlements and pricing policies for a maturing water economy. The Australian Journal of Agricultural Economics, 195 p.

RIERA, P. 1994. Manual de Valoración Contingente. Consultado el 18 de junio de 2003. Disponible en <http://volcano.uab.es/priera/papers/manualcvm2.pdf>.

RIESGO L, GÓMEZ-LIMÓN, J. Mercados del agua: análisis de las opciones elegidas para su aplicación en España. Dpto. de Economía Agraria, Palencia. Universidad de Valladolid, 2003, Consultado el 26 agosto. Disponible en: www.infoagro.com, 2003

ROSEGRANT, W.; BINSWANGER, H. 1994. "Markets in tradable water rights: Potential for efficiency gains in developing-country water resource allocation.". World Development 22.1613-1625 p.

SAUNDERS, R.; WARFORD, J; MANN, C; 1977. Alternative Concepts of Marginal Cost of Public Utility Pricing: Problems of Application in the Water Supply Sector. World Bank Staff Working Paper No. 259. Washington, DC. U.S.A, 90 p.

SIMPSON, L.; RINGSKOG, K. 1997. Water Markets in the Americas. The World Bank. Washington D.C, 63 p.

SPULBER, N.; A. SABBAGHI. 1994. Economics of Water Resources. Kluwer Academic Publishers, Norwell, Massachusetts.

SUMPSI, J.; GARRIDO, A.; BLANCO, M.; VARELA, C.; IGLESIAS, E. 1998. Economía y política de gestión del agua en la agricultura. Mundi-Prensa, Madrid.

THE WORLD BANK. 1996. Water resources supply and management sigues in Chennai (formerly Madras). Internal Working Document. Washington D.C.

THOBANI, M. 1995. Tradable Property Rights to Water: How to improve water use and resolve water conflicts Public Policy for the Private sector No 34. The World Bank. 4 p.

TIETENBERG, H. 1988. Environmental and Resource Economics. Scot, Foresman and Company, Boston, Massachusetts.

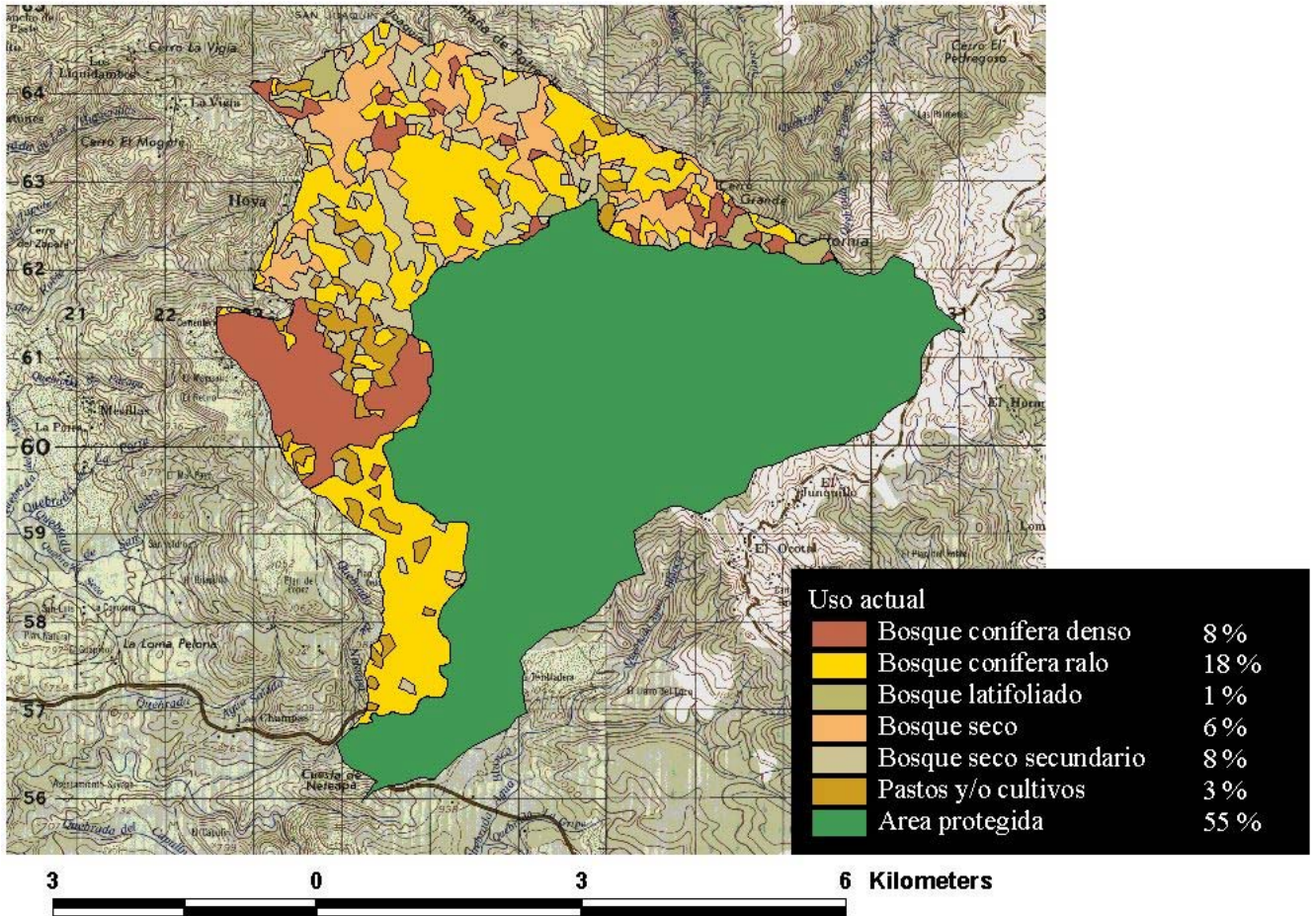
WINPENNY, J. 1994. Managing Water as an Economic Resource. Routledge. London.
World Bank. 1996. Staff Appraisal Report, Pakistan National Drainage Program Project, Report No. 16310-PAK, World Bank, Washington, D.C.

YODER, R. 1981. Non-Agricultural uses of irrigation systems: Past experience and implications for planning and design. Agricultural Development Council. Cornell University.

ZAMORANO, 1997, Programa de Desarrollo Sostenible de la Región del Yegüare, Hoya Grande, Municipio de Morocelí, Depto de El Paraíso, Honduras.

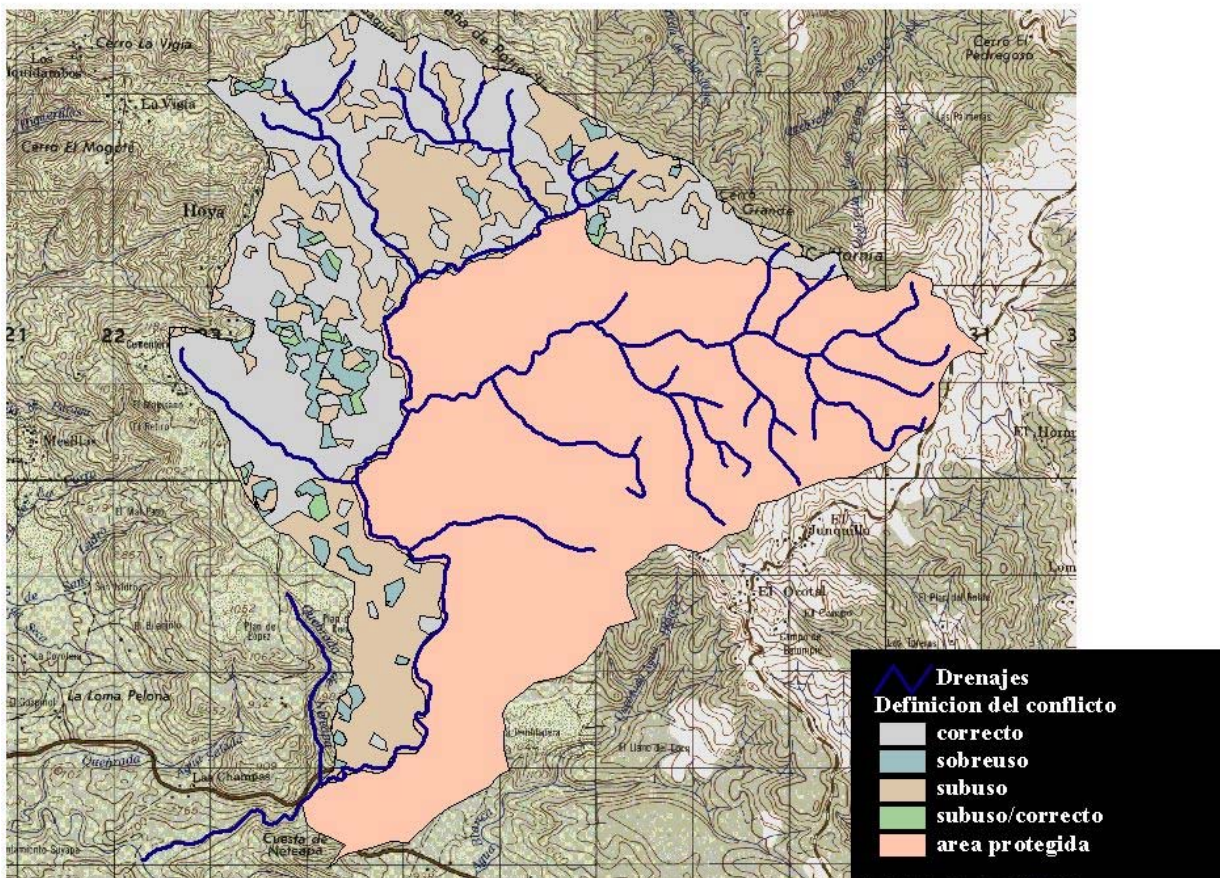
8 ANEXOS

ANEXO 1. Mapa de uso de la microcuenca de Neteapa para el año 2001.



Fuente: Cisneros P, USIG-Zamorano. 2003.

ANEXO 2. Mapa de conflictos de suelo de la microcuenca de Neteapa para el año 2001.



Fuente: Cisneros P, USIG-Zamorano. 2003.

ANEXO 3. Costos de producción de maíz para una manzana (7000 m²), Hoya Grande.

	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total Leps	Costo total USD
Establecimiento					
Arado	días	1	50	50	2.8
Siembra	horas/hombre	24	35	840	47.5
Semilla	quintal	0.75	170	127.5	7.2
Subtotal				1017.5	57.5
Mantenimiento					
Aporque	horas/hombre	16	35	560	31.6
Subtotal				560	31.6
Fertilización					
Mano de obra	horas/hombre	24	35	840	47.5
18-46-0	quintal	1	220	220	12.4
12-24-12	quintal	1	178	178	10.1
Urea	quintal	1	178	178	10.1
Subtotal				1416	80.0
Cosecha					
Recolección	horas/hombre	80	35	2800	158.2
Desgrane	horas/hombre	42	35	1470	83.1
Subtotal				4270	241.2
Costo de la tierra	manzana	1	450	450	25.4
Total Costos				7713.5	435.8
Ingresos				6400	361.6
Utilidad				-1313.5	-74.21
Rentabilidad				-17.03%	-17.03%

ANEXO 4. Costos de producción de café orgánico para una manzana en Hoya Grande.

	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	C total Leps	C total USD
Establecimiento					
Subtotal				0	0
Mantenimiento					
Limpieza con machete	manzana	3	500	1500	84.75
Limpieza con azadón	manzana	1	600	600	33.90
Manejo de sombra	horas/hombre	16	45	720	40.68
Fertilización					
Mano de obra	horas/hombre	4	45	180	10.17
Fertilizante orgánico	qq	20	80	1600	90.40
Fertilizante foliar	Lt	1.2	25	30	1.69
Subtotal				4630	261.58
Cosecha					
Corta	horas/hombre	80	45	3600	203.39
Guindado	horas/hombre	56	45	2520	142.37
Aporreo	horas/hombre	8	45	360	20.34
Subtotal				6480	366.10
Costo de la tierra	manzana	1	450	450	25.42
Total Costos				11560	653.11
Ingresos	qq/manzana	16	760	12160	687.01
Utilidad				600	33.90
Rentabilidad				5.19%	5.19%

ANEXO 5. Costos de producción anual de café convencional para 7000 m² en Hoya Grande.

	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	C total Leps.	C total USD
Establecimiento					
Subtotal				0	0.00
Mantenimiento					0.00
Limpieza con azadón	Manzana	1	600	600	33.90
Limpieza con machete	Manzana	3	500	1500	84.75
Manejo de sombra	horas/hombre	16	45	720	40.68
Fertilización					0.00
Mano de obra	horas/hombre	8	45	360	20.34
Mezcla de fertilizante	Qq	16	180	2880	162.71
Thiodan	Lt	1	140	140	7.91
Subtotal				3380	190.96
Cosecha					0.00
Corta	horas/hombre	80	45	3600	203.39
Guindado	horas/hombre	56	45	2520	142.37
Aporreo	horas/hombre	8	45	360	20.34
Subtotal				6480	366.10
Costo de la tierra	Manzana	1	450	450	25.42
Total Costos				10310	582.49
Ingresos	qq/manzana	18	760	13680	772.88
Utilidad				3370	190.40
Rentabilidad				32.69%	32.69%

ANEXO 6. Especies recomendadas para la zona de recarga dentro del área ribereña de la microcuenca de Neteapa, 2003.

Nombre común	Nombre científico	Familia
	<i>Quercus segoviensis</i>	Fagaceae
	<i>Myrica cerífera</i>	Myricaceae
Mora	<i>Carpinus carolineana</i>	Betulaceae
Jaúl	<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae
Jocomico	<i>Mauria sissiliflora</i>	Anacardacea
Aceituno de montaña	<i>Mosquitoxylon jamaicense</i>	Anacardaceae
Zopilote	<i>Piscidia grandifolia</i>	Papilionaceae
Encinillo	<i>Rapanea myricoides</i>	Myrcinaceae
Encino de montaña	<i>Quercus trichodanta</i>	Myrcinaceae
Aguacatillo	<i>Persea caerulea</i>	Laurácea
Álamo	<i>Clithra macrophylla</i>	Cletrácea
Álamo blanco	<i>Styrax argentus</i>	Stiracacea
Roble de altura	<i>Quercus skinneri</i>	
Liquidambar	<i>Liquidambar styraciflua</i>	
Tatascán	<i>Perimeniun substrigulosum</i>	
Majao	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	
Guachipilín	<i>Diphysa intibucana</i>	Papilionaceae
Praxinus	<i>Fraxinus</i>	
Cuajada	<i>Dendropanax gonatropodus</i>	
Cedrillo	<i>Brunelia mexicana</i>	

Fuente: Agudelo, 2003.

ANEXO 7. Flujo de caja proyectado. Sistema Caoba-Guama-Café

Costos	Unidad	costo unitario	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Limpieza del terreno	manzana	800	800.0								
Trazado	jornal	35	175.0								
Ahoyado	jornal	35	840.0								
Café sembrado	planta	3	10500.0								
Guama sembrada	planta	0.4	112.0								
Establecimiento guama	jornal	35	175.0								
Caoba sembrada	planta	6.98	453.7								
Chapia	manzana	500	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Control de malezas	jornal	35	1680.0	1680.0	1260.0	945.0	945.0	630.0	630.0	490.0	490.0
Limpieza con azadón	manzana	600	600.0	600.0							
Comaleo de Caoba	jornal	35	420.0	420.0	420.0	420.0	420.0				
Resiembra	jornal	35		35.0							
Poda formación guama	jornal	35		70.0	70.0						
Poda formación caoba	jornal	35		17.5	35.0	35.0	70.0				
Fertilización suplement.	jornal	35	420.0	420.0	420.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0
Fabricación compost	jornal	35			157.5	175.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0
Fertilización orgánica	jornal	35				455.0	420.0	700.0	875.0	700.0	700.0
Compost	qq	50				1750.0	2500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0
Urea	qq	117	374.4	503.1	631.8	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5
18-46-0	qq	130	494.0	559.0	702.0						
Raleo Guama	jornal	35			315.0	315.0					
Regulación de sombra	jornal	35					560.0				420.0
Recepa y/o poda media	jornal	35					350.0				350.0
Manejo de rebrotes	jornal	35					105.0				105.0
Corta	jornal	35			350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0
Guindado	jornal	35			245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0
Aporreo	jornal	35			35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Aprovechamiento	jornal	35									
Carbonización	jornal	35									
Costo de la tierra	manzana	450	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0
Subtotal			17994.1	5254.6	5591.3	6925.5	8410.5	7870.5	8045.5	7730.5	8605.5
Inflación		8%		405.9	431.9	535.0	649.7	608.0	621.5	597.2	664.8
TOTAL COSTOS			17994.1	5660.5	6023.2	7460.5	9060.2	8478.5	8667.0	8327.7	9270.3
Ingresos											
Café	qq	760	0.0	0.0	6080.0	9120.0	15200.0	15200.0	15200.0	15200.0	13680.0
Carbón	saco	30									
Madera Aserrada	pie tablar	11.5									
Viga	unidad	20									
TOTAL INGRESOS			0.0	0.0	6080.0	9120.0	15200.0	15200.0	15200.0	15200.0	13680.0
Utilidades			-17994.1	-5660.5	56.8	1659.5	6139.8	6721.5	6533.0	6872.3	4409.7

ANEXO 7. Flujo de caja proyectado. Sistema Caoba-Guama-Café.

Costos	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Limpieza del terreno											
Trazado											
Ahoyado											
Café sembrado											
Guama sembrada											
Establecimiento guama											
Caoba sembrada											
Chapia	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0
Control de malezas	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0
Limpieza con azadón											
Comaleo de Caoba											
Resiembra											
Poda formación guama											
Poda formación caoba											
Ferti. suplement.	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0	490.0
Fabricación compost	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0	210.0
Fertilización orgánica	875.0	700.0	700.0	875.0	700.0	700.0	875.0	700.0	700.0	875.0	700.0
Compost	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0	3500.0
Urea	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5	760.5
18-46-0											
Raleo Guama											
Regulación sombra			420.0			420.0			420.0		
Recepa y/o poda media			350.0			350.0			350.0		
Manejo de rebrotes			105.0			105.0			105.0		
Corta	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0	350.0
Guindado	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0	245.0
Aporreo	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0	35.0
Aprovechamiento											385.0
Carbonización											5915.0
Costo de la tierra	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0	450.0
Subtotal	7905.5	7730.5	8605.5	7905.5	7730.5	8605.5	7905.5	7730.5	8605.5	7905.5	14030.5
Inflación	610.7	597.2	664.8	610.7	597.2	664.8	610.7	597.2	664.8	610.7	1083.9
TOTAL COSTOS	8516.2	8327.7	9270.3	8516.2	8327.7	9270.3	8516.2	8327.7	9270.3	8516.2	15114.4
Ingresos											
Café	13680.0	13680.0	13680.0	13680.0	12160.0	12160.0	12160.0	12160.0	12160.0	12160.0	12160.0
Carbón											29250.0
Madera Aserrada											224250.0
Viga											640.0
TOTAL INGRESOS	13680.0	13680.0	13680.0	13680.0	12160.0	12160.0	12160.0	12160.0	12160.0	12160.0	266300.0
Utilidades	5163.8	5352.3	4409.7	5163.8	3832.3	2889.7	3643.8	3832.3	2889.7	3643.8	251185.6

ANEXO 8. Flujo de caja proyectado. Sistema Caoba-Maíz

Costos	Unidad	costo unitario	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Limpieza del terreno	manzana	800	800								
Trazado	jornal	35	140								
Ahoyado	jornal	35	280								
Fertilización a la siembra	planta	35	280	140	140						
Caoba sembrada	planta	6.98	5431								
Semilla de maíz (certif)	50 lb	150.00	150	75	75						
Siembra maíz	jornal	35	420	210	210						
Resiembra	jornal	35	105								
Control manual malezas	jornal	35	1470	840	840	420	420	280			
Control malezas (quim)	jornal	35	228	228	18						
Gramoxone	lt	95	285	143	143						
Comaleo	jornal	35	560	560	560	280	175	175			
Fertilización	jornal	35	140	70	70						
Urea	qq	120	240	120	120						
12 24 12	qq	177	708	354	354						
Recolección	jornal	35	350	350	350						
Desgrane	jornal	35	245	245	245						
Poda formación caoba	jornal	35		280	280	210	140				
Raleo	jornal	35				700					
Aprovechamiento	jornal	35									
Carbonización	jornal	35					5915				
Costo de la tierra	manzana	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450
Subtotal			12281	4064	3854	2060	7100	905	450	450	450
Inflación		8%		949	314	298	159	548	70	35	35
TOTAL			12281	5013	4168	2358	7259	1453	520	485	485
Ingresos											
Maíz	qq	150	3300	3300	3300	0	0	0	0	0	0
Carbón	saco	30				29160					
Madera Aserrada	pie tablar	11.5									
Viga	unidad	20				3880					
TOTAL			3300	3300	3300	33040	0	0	0	0	0
Utilidad			-8981	-1713	-868	30682	-7259	-1453	-520	-485	-485

ANEXO 9. Comparación mediante presupuesto parcial, maíz versus caoba-maíz

	Actual	Propuesta
COSTOS VARIABLES		
Limpieza del terreno	0	800
Trazado	0	140
Ahoyado	0	280
Fertilización a la siembra	0	461
Caoba sembrada	0	5431
Semilla de maíz	128	247
Siembra maíz	840	692
Resiembra	35	105
Control manual de malezas	0	3227
Control de malezas (químico)	0	397
Gramoxone	0	469
Comaleo	560	1711
Fertilización	840	231
Urea	178	395
12 24 12	178	1166
18 46 0	220	0
Recolección	2800	841
Desgrane	1470	588
Poda de formación caoba	0	712
Raleo	0	1071
Aprovechamiento	0	1000
Carbonización	0	26397
Inflación	0	2093
TOTAL CV	7249	45562
COSTOS FIJOS		
Costo de la tierra	450	450
Arado	50	50
TOTAL CF	500	500
INGRESOS		
Maíz	6400	7926
Carbón	0	130251
Madera Aserrada	0	924492
Viga	0	6392
TOTAL IT	6400	1069061

ANEXO 10. Comparación mediante presupuesto parcial café convencional versus café-caoba-guama.

	Actual	Propuesta
COSTOS VARIABLES		
Limpieza del terreno	0	800
Trazado	0	175
Ahoyado	0	840
Café sembrado	0	10500
Guama sembrada	0	112
Establecimiento guama	0	112
Caoba sembrada	0	454
Chapia	1500	3735
Control de malezas	0	1441
Limpieza con azadón	600	1014
Comaleo de Caoba	0	1514
Resiembra	0	31
Fertilización	360	0
Mezcla de fertilizante	2880	0
Thiodan	140	0
Poda de formación guama	0	118
Poda de formación caoba	0	113
Fertilización suplementaria	0	3492
Fabricación de compost	0	1448
Fertilización orgánica	0	4857
Compost	0	22559
Urea	0	5039
18 46 0	0	1386
Raleo Guama	0	532
Regulación de sombra	720	1639
Recepa y/o poda media	0	1262
Manejo de rebrotes	0	379
Corta	3600	2537
Guindado	2520	1776
Aporreo	360	254
Aprovechamiento	0	344
Carbonización	0	5281
Inflación	0	3361
TOTAL CV	12680	77105
COSTOS FIJOS		
Costo de la tierra	450	450
TOTAL CF	450	450
INGRESOS		
Café	13680	72099
Carbón	0	26116
Madera Aserrada	0	200223
Viga	0	571
TOTAL INGRESOS IT	13680	299010

ANEXO 11. Comparación de presupuesto parcial, café orgánico versus café-caoba-guama.

	Actual	Propuesta
COSTOS VARIABLES		
Limpieza del terreno	0	800
Trazado	0	175
Ahoyado	0	840
Café sembrado	0	10500
Guama sembrada	0	112
Establecimiento guama	0	112
Caoba sembrada	0	454
Chapia	1500	3735
Control de malezas	0	1441
Limpieza con azadón	600	1014
Comaleo de Caoba	0	1514
Resiembra	0	31
Fertilización	180	0
Fertilizante orgánico	1600	0
Fertilizante foliar	30	0
Poda de formación guama	0	118
Poda de formación caoba	0	113
Fertilización suplementaria	0	3492
Fabricación de compost	0	1448
Fertilización orgánica	0	4857
Compost	0	22559
Urea	0	5039
18 46 0	0	1386
Raleo Guama	0	532
Regulación de sombra	720	1639
Recepa y/o poda media	0	1262
Manejo de rebrotes	0	379
Corta	3600	2537
Guindado	2520	1776
Aporreo	360	254
Aprovechamiento	0	344
Carbonización	0	5281
Inflación	0	3361
TOTAL CV	11110	77105
COSTOS FIJOS		
Costo de la tierra	450	450
TOTAL CF	450	450
INGRESOS		
Café	12160	72099
Carbón	0	26116
Madera Aserrada	0	200223
Viga	0	571
TOTAL INGRESOS IT	12160	299010

Fecha									
Lugar	Río Neteapa								
Ancho del cauce [m]	5.7								
Sección	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lectura 1 [m/s]	0.55	0.51	0.48	0.49	0.38	0.29	0.14	0.29	0.22
Lectura 2 [m/s]	0.52	0.51	0.40	0.37	0.27	0.22	0.22	0.18	0.07
Promedio [m/s]	0.54	0.51	0.44	0.43	0.33	0.26	0.18	0.24	0.15
Profundidad b [m]	0.27	0.21	0.21	0.18	0.15	0.13	0.09	0.10	0.10
Profundidad b' [m]	0.21	0.21	0.18	0.15	0.13	0.09	0.10	0.10	0.10
Ancho de los segmentos [m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Caudal [m3/s]	0.0385	0.0321	0.0257	0.0213	0.0137	0.0084	0.0051	0.0071	0.0044

Fecha 8/5/2003										
Lugar	Río Neteapa									
Ancho del cauce [m]	6.16									
Sección	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Lectura 1 [m/s]	0.40	0.44	0.44	0.48	0.59	0.51	0.37	0.48	0.40	0.40
Lectura 2 [m/s]	0.37	0.44	0.48	0.44	0.44	0.48	0.51	0.48	0.44	0.44
Lectura 3 [m/s]	0.37	0.48	0.48	0.44	0.44	0.51	0.51	0.44	0.37	0.40
Promedio [m/s]	0.38	0.45	0.47	0.45	0.49	0.50	0.46	0.47	0.40	0.41
Profundidad b [m]	0.69	0.57	0.47	0.42	0.33	0.30	0.28	0.25	0.24	0.22
Profundidad b' [m]	0.57	0.47	0.48	0.42	0.39	0.29	0.29	0.28	0.28	0.27
Ancho de los segmentos [m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Caudal [m3/s]	0.0718	0.0707	0.0665	0.0571	0.0529	0.0443	0.0396	0.0371	0.0315	0.0304
Caudal total [m3/s]	0.57									

Fecha 8/5/2003									
Lugar	Río Neteapa								
Ancho del cauce [m]	6.16								
Sección	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Lectura 1 [m/s]	0.29	0.25	0.29	0.18	0.14	0.11	0.11	0.07	0.03
Lectura 2 [m/s]	0.40	0.29	0.25	0.18	0.14	0.11	0.07	0.07	0.07
Lectura 3 [m/s]	0.44	0.29	0.22	0.14	0.18	0.11	0.07	0.07	0.03
Promedio [m/s]	0.38	0.28	0.25	0.17	0.15	0.11	0.08	0.07	0.04
Profundidad b [m]	0.19	0.15	0.13	0.11	0.06	0.08	0.07	0.06	0.06
Profundidad b' [m]	0.21	0.21	0.18	0.15	0.13	0.09	0.10	0.10	0.10
Ancho de los segmentos [m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Caudal [m3/s]	0.0226	0.0149	0.0118	0.0065	0.0044	0.0028	0.0021	0.0017	0.0010

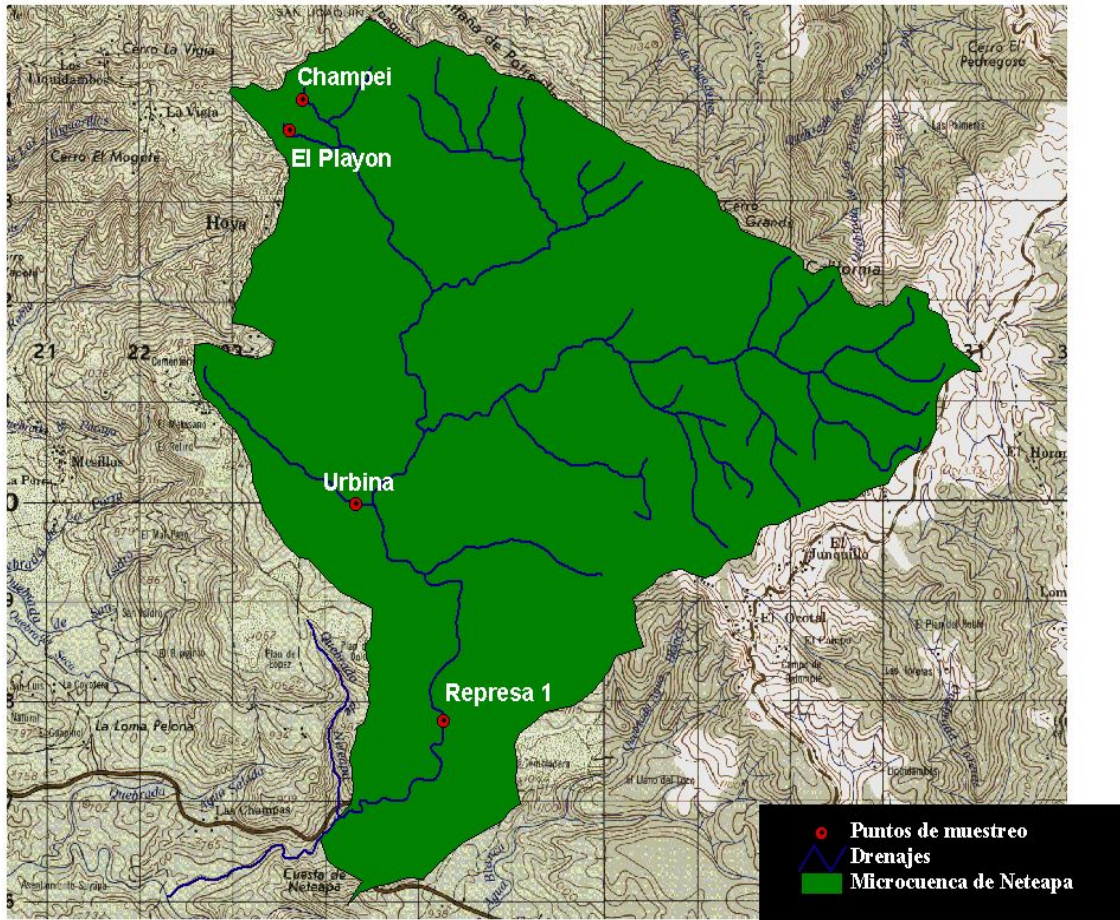
Fecha 2/9/2003									
Lugar	Río Neteapa								
Ancho del cauce [m]	6.60								
Sección	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Lectura 1 [m/s]	0.37	0.29	0.22	0.22	0.14	0.07	0.11	0.07	0.00
Lectura 2 [m/s]	0.33	0.29	0.25	0.18	0.14	0.07	0.07	0.07	0.00
Lectura 3 [m/s]	0.37	0.25	0.25	0.22	0.14	0.07	0.07	0.03	0.00
Promedio [m/s]	0.36	0.28	0.24	0.21	0.14	0.07	0.08	0.06	0.00
Profundidad b [m]	0.21	0.19	0.16	0.14	0.11	0.10	0.09	0.06	0.08
Profundidad b' [m]	0.19	0.16	0.14	0.11	0.10	0.09	0.06	0.08	0.09
Ancho de los segmentos [m]	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
Caudal [m3/s]	0.0214	0.0145	0.0108	0.0078	0.0044	0.0019	0.0018	0.0012	0.0000

Fecha 6/9/2003									
Lugar	Río Neteapa								
Ancho del cauce [m]	6.30								
Sección	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Lectura 1 [m/s]	0.18	0.18	0.22	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.18
Lectura 2 [m/s]	0.18	0.18	0.22	0.22	0.22	0.25	0.25	0.22	0.22
Lectura 3 [m/s]	0.18	0.18	0.25	0.25	0.25	0.25	0.22	0.25	0.22
Promedio [m/s]	0.18	0.18	0.23	0.24	0.24	0.25	0.24	0.24	0.21
Profundidad b [m]	0.61	0.50	0.42	0.39	0.31	0.26	0.23	0.21	0.21
Profundidad b' [m]	0.50	0.42	0.39	0.31	0.26	0.23	0.41	0.21	0.20
Ancho de los segmentos [m]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Caudal [m3/s]	0.0250	0.0207	0.0233	0.0210	0.0171	0.0153	0.0192	0.0126	0.0106
Caudal total [m3/s]	0.20								

Fecha 6/9/2003									
Lugar	Río Neteapa								
Ancho del cauce [m]	6.30								
Sección	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Lectura 1 [m/s]	0.22	0.18	0.14	0.14	0.11	0.07	0.03	0.00	0.00
Lectura 2 [m/s]	0.18	0.18	0.14	0.14	0.11	0.07	0.03	0.00	0.00
Lectura 3 [m/s]	0.18	0.22	0.18	0.14	0.11	0.11	0.07	0.03	0.00
Promedio [m/s]	0.19	0.19	0.15	0.14	0.11	0.08	0.04	0.01	0.00
Profundidad b [m]	0.20	0.19	0.16	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.03
Profundidad b' [m]	0.19	0.16	0.14	0.12	0.09	0.08	0.06	0.03	0.00
Ancho de los segmentos [m]	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Caudal [m3/s]	0.0094	0.0085	0.0058	0.0046	0.0029	0.0018	0.0008	0.0001	0.0000

Fecha		13/9/2003						
Sección	B1(m)	B2(m)	H(m)	AREA m2	prof. de lectura(m)	prof. de lectura(m)	vel. m/seg	Q(m ³ /seg)
1	0	0.01	0.5	0.00	0.01	0.01	0.03	0.00
2	0.01	0.04	0.5	0.01	0.02	0.01	0.18	0.00
3	0.04	0.07	0.5	0.03	0.07	0.04	0.29	0.01
4	0.07	0.14	0.5	0.05	0.1	0.06	0.4	0.02
5	0.14	0.17	0.5	0.08	0.17	0.10	0.48	0.04
6	0.17	0.21	0.5	0.10	0.18	0.11	0.51	0.05
7	0.21	0.22	0.5	0.11	0.2	0.12	0.48	0.05
8	0.22	0.24	0.5	0.12	0.22	0.13	0.51	0.06
9	0.24	0.23	0.5	0.12	0.25	0.15	0.51	0.06
10	0.23	0.21	0.5	0.11	0.22	0.13	0.48	0.05
11	0.21	0.14	0.5	0.09	0.17	0.10	0.48	0.04
12	0.14	0.08	0.5	0.06	0.13	0.08	0.4	0.02
13	0.08	0.06	0.5	0.04	0.07	0.04	0.33	0.01
14	0.06	0.09	0.5	0.04	0.07	0.04	0.25	0.01
15	0.09	0.07	0.5	0.04	0.07	0.04	0.22	0.01
16	0.07	0.15	0.5	0.06	0.12	0.07	0.14	0.01
17	0.15	0.18	0.4	0.07	0.2	0.12	0.03	0.00
							Caudal Total	0.44

ANEXO 13. Puntos de muestreo de caudal



Fuente: Cisneros P, USIG-Zamorano.2003

ANEXO 14. Costos de instalación para 1 letrina seca.

Material	Unidad	Costo U.	Cantidad	Costo total lempiras
Cemento	bolsas	65	2	130
Lámina de zinc 6 inch	unidad	37.15	2	74.30
Asiento	unidad	225	1	225
Bisagra blanca	unidad	12	2	24
Varilla corrugada 3/8 inch	unidades	35.36	1	35.36
Varilla lisa ¼ inch	unidades	8.30	1	8.3
Clavos para lámina	libra	10.10	0.3	3.03
Clavos 2 inch	libra	5.5	0.5	2.75
Tubo de PVC	unidad	70	1	138
Alambre dulce	libra	4.47	0.5	2.24
Mano de Obra				160
Total				804

Fuente: Proyecto PROMESA 2003