



ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Y CONSERVACIÓN BIOLÓGICA

**CARACTERIZACIÓN DEL AVANCE DE LA
FRONTERA AGRÍCOLA EN LAS ZONAS DE
RECARGA HÍDRICA QUE ABASTECEN A
LAVANDEROS Y GÜINOPE, EL PARAÍSO,
HONDURAS**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniera Agrónoma en el grado
académico de licenciatura

por

Flavia Vanessa Barahona Flores

Honduras, 26 de abril de 1997



ESCUELA AGRÍCOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Y CONSERVACIÓN BIOLÓGICA

**CHARACTERIZATION OF THE ADVANCE OF THE
AGRICULTURAL FRONTIER IN THE WATER
PRODUCTION ZONES FOR LAVANDEROS AND
GÜINOPE, EL PARAÍSO, HONDURAS**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniera Agrónoma en el grado
académico de licenciatura

por

Flavia Vanessa Barahona Flores

Honduras, 26 de abril de 1997

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Flavia Vanessa Barahona Flores

**CARACTERIZACIÓN DEL AVANCE DE LA FRONTERA AGRÍCOLA
EN LAS ZONAS DE RECARGA HÍDRICA QUE
ABASTECEN A LAVANDEROS Y GÜINOPE,
EI PARAÍSO, HONDURAS**

Por

Flavia Vanessa Barahona Flores

Aprobada:

Luis Caballero, M.Sc.
Asesor Principal

Silvia Chalukián, M.Sc.
Coordinadora PIA

Silvia Chalukián, M.Sc.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Jefe de Departamento

Carlos Ardón, Ing. Agr.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D.
Decano Académico

Nelson Villatoro, Ing. Agr.
Asesor

Keith Andrews, Ph.D.
Director

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO por ser la luz que me guía.

A mis padres, por todo sus esfuerzos y por que han estado conmigo desde siempre.

A mi hermano por su apoyo incondicional.

A mi familia.

A la memoria de tres grandes seres humanos: Maximiliano Flores, Carla Molina y Reny Cuellar.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitir un triunfo más en mi vida.

A mis padres, Reynerio y Teresa, por ser todo una vida de ejemplos a seguir.

A mi hermano por haberme tenido una gran paciencia durante este largo año .

A Darwin por el apoyo, comprensión, inspiración y amor que me ha brindado en todo momento.

Al Proyecto SANREM/CRSP por el financiamiento brindado para la elaboración de este estudio.

A Boris España por su gran amistad y por toda su ayuda.

Un agradecimiento muy especial a Jessica Hurtado, Julio García, Lenín Rosero, Alejandro Paniagua y Héctor Portillo por toda la ayuda que me brindaron durante la realización de este trabajo.

A todas las personas que creyeron y tuvieron fé en mí.

A todos mis amigos del PIA por los momentos especiales que compartimos.

A todas aquellas personas que he pasado por alto y que me ayudaron durante el año...
Gracias por toda su ayuda.

RESUMEN

El avance de la frontera agrícola constituye una de las causas principales del aumento acelerado de la tasa de deforestación de las zonas boscosas tropicales. Los impactos que sufren los ecosistemas como consecuencia de este avance se van acentuando a medida que se descombran más áreas de bosque y se introducen en ellas sistemas de producción agrícola y/o ganadero que generalmente son manejados de forma no sostenible. El presente trabajo es un estudio descriptivo y comparativo que tuvo como propósito principal evaluar el grado de avance de la frontera agrícola en las áreas boscosas de las zonas de recarga hídrica de los sistemas de agua de las comunidades de Güinope y Los Lavanderos, ubicadas en la Reserva Biológica Yuscarán, El Paraíso, Honduras. En la primera parte del estudio se identificaron y cuantificaron los cambios ocurridos en la cobertura vegetal en las zonas de recarga hídrica de ambos sistemas de agua, a través del uso de mapas y fotografías aéreas de 1975 y 1995. Asimismo, en el mapeo se consideraron las áreas aguas abajo del punto de afloramiento o toma de agua, por el efecto o presión que pueden ejercer sobre la zona de recarga hídrica. En la segunda parte del estudio se determinó el grado de percepción que tienen los habitantes de las comunidades sobre la magnitud de los cambios en cobertura vegetal y los efectos que éstos pudieran tener en la capacidad de productora de agua del sistema. Finalmente, se identificaron y seleccionaron indicadores de sostenibilidad para el monitoreo del impacto de las actividades humanas sobre estos ecosistemas, y así verificar que esos impactos estén dentro de límites tolerables. En base a esto, se pudo determinar que tanto en la zona de recarga hídrica como en las áreas aguas abajo hubo un aumento en área con cobertura boscosa, contrario a la asunción de que en esas áreas se encontraría un aumento en la deforestación de las áreas boscosas. Se pudo comprobar que la opinión de los pobladores sobre la magnitud de estos cambios fue contraria a lo que mostraron las fotografías aéreas, que fue una recuperación de áreas de bosque en ambas zonas de estudio. A través de las encuestas y entrevistas informales con los pobladores se observó que ellos conocen la importancia de la cobertura vegetal en los puntos de afloramiento para la producción sostenible de agua. Se espera que los indicadores de sostenibilidad seleccionados sean una herramienta que sirva como patrón o marco de referencia para el monitoreo y evaluación de los cambios en la cobertura vegetal y producción de agua, y así realizar proyecciones para asegurar la sostenibilidad de los sistemas.

CONTENIDO

	Página
Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Página de firmas.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras.....	xii
Índice de anexos.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....	2
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 Objetivo General.....	2
1.2.2 Objetivos Específicos.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 EL AVANCE DE LA FRONTERA AGRÍCOLA Y SUS CONSECUENCIAS SOBRE LOS RECURSOS NATURALES.....	4
2.1.1 Impacto en los suelos.....	5
2.1.2 Impacto en el agua.....	5
2.1.3 Impacto en la biodiversidad.....	6
2.1.4 Impacto en el clima.....	6
2.2 TÉCNICAS DE MAPEO PARA DETECTAR, MEDIR Y EVALUAR LOS CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL.....	6
2.2.1 Técnicas de mapeo basadas en el uso de fotografías aéreas.....	7
2.2.2 Técnicas de mapeo basadas en el uso de imágenes de satélite LANDSAT.....	7
2.3 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD.....	8

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	10
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RESERVA BIOLÓGICA YUSCARÁN.....	10
3.2 SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO.....	11
3.2.1 Güinope, cabecera municipal.....	11
3.2.2 Los Lavanderos.....	13
3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS.....	13
3.3.1 Uso de mapas y fotografías aéreas.....	14
3.3.2 Reconocimiento de campo y delimitación de las zonas de recarga hídrica.....	14
3.3.3 Visitas a las comunidades y entrevistas informales con las Juntas de Agua.....	15
3.3.4 Encuestas a las comunidades.....	16
3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS.....	16
3.4.1 Uso de la mesa digitalizadora y de la computadora para la elaboración de los mapas de cobertura de las cuencas hidrográficas y de las zonas recarga hídrica de ambos sistemas de agua.....	17
3.4.2 Procesamiento de los resultados de las encuestas.....	17
3.4.3 Comparación de la percepción de la gente de las comunidades vs. la evidencia científica.....	18
3.4.4 Selección de indicadores de cambio en el avance de la frontera agrícola en las zonas de recarga.....	18
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
4.1 GÜINOPE.....	19
4.1.1 Evidencia científica (Resultados de mapas y fotografías aéreas).....	19
4.1.2 Entrevistas informales.....	24
4.1.3 Percepción de la gente (Resultados de las encuestas).....	25
4.1.4 Comparación de la percepción vs. la evidencia científica.....	29
4.2 LOS LAVANDEROS.....	29
4.2.1 Evidencia científica (Resultados de mapas y fotografías aéreas).....	30
4.2.2 Entrevistas informales.....	35
4.2.3 Percepción de la gente (Resultados de las encuestas).....	35
4.2.4 Comparación de la percepción vs. la evidencia científica.....	38
V. CONCLUSIONES.....	42
VI. RECOMENDACIONES.....	44

VII. LITERATURA CITADA.....	45
------------------------------------	-----------

VIII. ANEXOS.....	48
--------------------------	-----------

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Sistemas de abastecimiento de agua de Güinope, cabecera municipal.....	12
Cuadro 2.	Tipo de cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica de la quebrada de Calderas (Güinope).....	22
Cuadro 3.	Tipo de cobertura vegetal en el área aguas abajo de la toma de agua del sistema de Calderas de la comunidad de Güinope (1975).....	22
Cuadro 4.	Tipo de cobertura vegetal en el área aguas abajo de la toma de agua del sistema de Calderas de la comunidad de Güinope (1995).....	23
Cuadro 5.	Tipo de cobertura vegetal en la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Calderas de la comunidad de Güinope (1975).....	23
Cuadro 6.	Tipo de cobertura vegetal en la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Calderas de la comunidad de Güinope (1995).....	24
Cuadro 7.	Distribución porcentual de la población encuestada por sexo (Güinope, 1996).....	25
Cuadro 8.	Problemas de abastecimiento de agua más comunes y que más afectan a los pobladores de la comunidad de Güinope (1996)....	26
Cuadro 9.	Comparación de la cantidad actual de áreas de bosque con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Güinope, 1995).....	28
Cuadro 10.	Comparación de la cantidad actual de áreas de cultivo con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Güinope, 1995).....	28
Cuadro 11.	Comparación de la cantidad actual de áreas de potreros con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Güinope, 1995).....	29
Cuadro 12.	Tipo de cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica correspondiente al sistema de agua de la comunidad de Los Lavaderos.....	33
Cuadro 13.	Tipos de cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Los Lavaderos (1975).....	34
Cuadro 14.	Tipos de cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Los Lavaderos (1995).....	34
Cuadro 15.	Distribución porcentual de la población encuestada por sexo (Los Lavaderos, 1996).....	35

Cuadro 16.	Problemas de abastecimiento de agua más comunes y que más afectan a los pobladores de la comunidad de Los Lavanderos (1996).....	36
Cuadro 17.	Comparación de la cantidad actual de áreas de bosque con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Los Lavanderos, 1995).....	37
Cuadro 18.	Comparación de la cantidad actual de áreas de cultivo con las de 1975, según la percepción de la comunidad, (Los Lavanderos, 1995).....	37
Cuadro 19.	Comparación, de la cantidad actual de áreas de potreros con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Los Lavanderos, 1995).....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	División del casco urbano de la comunidad de Güinope.....	12
Figura 2.	Esquema de la organización de la Junta de Agua de Güinope y Lavaderos.....	15
Figura 3.	Mapa de cobertura vegetal de la cuenca de Calderas (Güinope, 1975).....	20
Figura 4.	Mapa de cobertura vegetal de la cuenca de Calderas (Güinope, 1995).....	21
Figura 5.	Mapa de cobertura vegetal de la cuenca y zona de recarga hídrica de Los Lavaderos (1975).....	31
Figura 6.	Mapa de cobertura vegetal de la cuenca y zona de recarga hídrica de Los Lavaderos (1995).....	32

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pá gi na
Anexo 1. Ejemplos de algunas formas de aprovechamiento de los bosques.....	49
.....	
Anexo 2. Ubicación geográfica de las comunidades de Güinope y Los Lavanderos en el departamento de El Paraíso, Honduras.....	50
.....	
Anexo 3. Ubicación geográfica de las cuencas hidrológicas y zonas de recarga hídrica de Güinope y Los Lavanderos.....	51
Anexo 4. Encuesta.....	52
.....	

I. INTRODUCCIÓN

Las causas principales de la deforestación de los bosques tropicales varían de una región a otra. En América Latina, por ejemplo, el bosque se tala principalmente para aumentar la áreas agrícolas, ganaderas y/o urbanas. De hecho, Rodas (1991, citado en Taller Internacional de Ecología y Economía, 1991) afirma que durante las últimas décadas, Centro América ha encabezado las primeras posiciones del mundo por su tasa de deforestación anual, la que ha pasado de 2.9%, durante los años 70, a 3.4%, durante los años 80. Además, el uso del bosque como fuente energética contribuye en gran medida, pero en menor escala, a la destrucción del mismo. Estudios en la materia atribuyen esa reducción de las áreas boscosas en su mayoría a las condiciones demográficas, económicas y socio-políticas que imperan en los países tropicales y subtropicales (Suárez, 1992).

El avance de la frontera agrícola generalmente va dejando atrás suelos fuertemente degradados y con una capacidad productiva escasa o muy limitada, lo que representa una gran amenaza para la estabilidad de cualquier ecosistema. Por lo general, el avance de la frontera agrícola sigue un patrón de tala y quema de zonas forestales, y la posterior adopción de un sistema de producción y manejo comúnmente inadecuado. Éste, en forma gradual va disminuyendo la capacidad productiva del suelo, promoviendo y acelerando su degradación. Con esto, hay una mayor tendencia entre los agricultores a descombrar nuevas áreas boscosas y abandonar las degradadas que previamente fueron cultivadas.

En respuesta a esta alarmante situación, los gobiernos de los países centroamericanos iniciaron la creación de áreas protegidas como una alternativa para la protección de los bosques, las fuentes de agua y la biodiversidad en diferentes ecosistemas (UICN/PNUMA, 1990). Las áreas protegidas están zonificadas en dos partes: una zona núcleo y una zona de amortiguamiento. La zona núcleo es la zona del área protegida que tiene un manejo estricto, y en la que generalmente se prohíbe el aprovechamiento de los recursos madereros y no madereros que ésta posee. En cambio, que en la zona de amortiguamiento, se permite cierto grado de uso y extracción de los recursos que en ella se encuentran. MacFarland (1991), citado en el Taller Internacional de Ecología y Economía, 1991, define las zonas de amortiguamiento como “las zonas periféricas de las áreas protegidas, con restricciones para su uso y para la utilización de sus recursos”. Aún cuando muchas áreas protegidas fueron creadas durante la década pasada, algunas de ellas cuentan cada vez con menos área que proteger debido al acelerado avance de la frontera agrícola y a la extracción de madera y leña.

1.1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

El presente estudio se llevó a cabo en una pequeña área de la Reserva Biológica de Yuscarán (RBY), actualmente un área protegida de Honduras y un recurso de vital importancia para la sobrevivencia y bienestar de las comunidades vecinas de dicha reserva. Aún cuando se han observado cambios en la cobertura vegetal en la RBY, hasta la fecha no se ha realizado ningún estudio que identifique y cuantifique estos cambios. Se prevee que la deforestación y degradación del valioso ecosistema de la Reserva Biológica Yuscarán ha provocado una serie de daños permanentes y estacionales a los recursos naturales: bosque, suelo, agua y clima. Algunos de estos daños incluyen el aumento en la erosión de suelos, el aumento en la erosión y sedimentación del cauce y bancales de quebradas y ríos, una mayor incidencia de derrumbes y la reducción de caudales en época seca, entre otros. Además, la degradación continua de este ecosistema es una amenaza constante a la biodiversidad.

Este es un estudio descriptivo que fue elaborado con el propósito principal de determinar los cambios en el uso de la tierra ocurridos en las zonas de recarga hídrica de los sistemas de agua de Güinope y Los Lavanderos durante un período de 20 años (de 1975 a 1995). Asimismo, se realizó un análisis del grado de percepción que tienen los habitantes de las comunidades sobre estos cambios y cómo han afectado la capacidad productora de agua de las zonas de recarga hídrica. Además, se identificaron y seleccionaron indicadores de sostenibilidad con los cuales monitorear la vulnerabilidad del sistema ante estos cambios.

1.2. OBJETIVOS

Considerando lo anteriormente expuesto, el presente estudio procura lograr los siguientes objetivos:

1.2.1. Objetivo General

Conocer los niveles de degradación causados por el avance agrícola en las zonas de recarga hídrica y las subcuencas abastecedoras de agua para las comunidades de Güinope y Los Lavanderos, que están ubicadas dentro del área de la Reserva Biológica Yuscarán, en el departamento de El Paraíso, Honduras.

1.2.2. Objetivos Específicos

1. Evaluar los cambios en el uso de la tierra de las zonas de recarga hídrica de las fuentes abastecedoras de agua de Güinope y Los Lavanderos ocurridos entre los años 1975 y 1995.

2. Determinar el grado de percepción que tienen los habitantes de Los Lavanderos y Güinope sobre los cambios de cobertura vegetal que han ocurrido en las zonas de recarga hídrica durante los últimos 20 años y contrastarlo con el análisis de los cambios mostrados por fotografía aérea de los años 1975 y 1995.

3. Identificar y proponer indicadores de sostenibilidad para el manejo de las zonas de recarga hídrica de los sistemas de abastecimiento de agua bajo estudio.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

En este capítulo se presentan los fundamentos o bases teóricas de este estudio, e incluye los siguientes aspectos: a) el avance de la frontera agrícola y sus consecuencias sobre los recursos naturales; b) la técnicas de mapeo para detectar, medir y evaluar los cambios de cobertura vegetal; y c) indicadores de sostenibilidad.

2.1. EL AVANCE DE LA FRONTERA AGRÍCOLA Y SUS CONSECUENCIAS SOBRE LOS RECURSOS NATURALES

La elevada tasa de deforestación en Honduras y en el resto de los países tropicales es el resultado de la creciente demanda de tierra para agricultura y pastoreo (Sunderlin y Rodríguez, 1996). En general, la cobertura de bosque se ha reducido drásticamente por el aumento de la población. El crecimiento acelerado de la población en los trópicos conduce a la búsqueda de más tierras para labranza y a la vez aumenta considerablemente la demanda de leña (Sawyer, 1986). El avance de la frontera agrícola en las áreas de ladera generalmente va dejando atrás suelos fuertemente degradados, con una capacidad productiva escasa o muy limitada. Esto representa una gran amenaza para sistemas altamente frágiles o vulnerables, como lo son las zonas de recarga hídrica de las fuentes abastecedoras de agua. La zona de recarga hídrica está constituida por aquella área geográfica que se encuentra aguas arriba de la presa o punto de toma de agua, y que está delimitada por el filo o borde de una montaña o prominencia de la superficie terrestre. Cualquier actividad de intervención o alteración a la vegetación en una zona de recarga hídrica puede disminuir la capacidad de infiltración y retención de agua del suelo. Esto, a su vez, tiene un efecto directo sobre la cantidad y calidad de agua producida por el sistema.

Los bosques son de gran importancia para el hombre ya que además de proveer una gran variedad de productos directos (maderables y no maderables), también ofrecen muchos beneficios indirectos, como ser las funciones reguladoras de los procesos ecológicos (Anexo 1). Sin embargo, el avance de la frontera agrícola en las áreas boscosas puede impactar negativamente a los ecosistemas en cuanto a la calidad de sus suelos, la cantidad y calidad del agua producida, la biodiversidad y al clima.

2.1.1. Impacto en los suelos

La mayoría de los suelos de ladera son muy vulnerables a la erosión principalmente por causa de las inadecuadas prácticas de manejo que se les da, de la pendiente y de las frecuentes e intensas lluvias (FAO, 1990). En casi todo Centroamérica, la mayor parte de la población rural vive en extrema pobreza y no tiene acceso a tierras con alto potencial productivo. El rápido deterioro de la fertilidad del suelo, la falta de tierras con alto potencial productivo y la elevada tasa de crecimiento poblacional constituyen algunos de los factores que inducen a la acelerada expansión de la frontera agrícola dentro de las áreas boscosas de ladera.

El avance de la frontera agrícola generalmente sigue un patrón de tala y quema de las zonas forestales, seguido por la adopción de un sistema de producción y manejo generalmente inadecuado que disminuye la capacidad productiva del suelo, promoviendo y acelerando su degradación. Con esto, el agricultor tiende a descombrar nuevas áreas boscosas y a abandonar las previamente cultivadas y degradadas.

La cobertura vegetal de los bosques protege los suelos ya que el follaje depositado por los árboles mitiga el efecto erosivo que produce el impacto de las gotas de lluvia. Por otra parte, esta capa de materia orgánica favorece la penetración gradual y paulatina del agua y disminuye la pérdida de agua por efecto de la escorrentía superficial. Cuando el suelo no tiene cobertura vegetal o está al descubierto, las gotas de lluvia golpean la superficie y desprenden las partículas de suelo, y el agua de escorrentía las arrastra en dirección a la pendiente (Stallings, 1985). Por lo tanto, la falta de cobertura vegetal implica que habrá una gran pérdida de suelo por efecto de la escorrentía superficial.

2.1.2. Impacto en el agua

La frontera agrícola, al ir avanzando, afecta la cobertura vegetal de los suelos y a su vez, afecta la función de éstos en el ciclo hidrológico. La capa de materia orgánica o humus, producida por la descomposición y acumulación de material vegetal, sirve como protector del suelo contra el impacto de las gotas de lluvia y así evita el desprendimiento de las partículas de suelo. Asimismo, ayuda a mejorar la estructura del suelo y contribuye a aumentar la capacidad de infiltración y retención del agua, reduciendo de esta manera la formación de escorrentía superficial (Hamilton y King, 1983; citado por Stadtmüller, 1994). Los suelos forestales son excelentes filtros naturales para el agua y pueden producir agua de muy buena calidad (Tarrant, 1970; citado por Stadtmüller, 1994). Pero cuando la capacidad de infiltración de los suelos es baja, la producción de escorrentía superficial es mayor y por consiguiente, poca agua es absorbida y almacenada por el suelo. Esto tiene, en su conjunto, un efecto directo negativo sobre el balance hídrico del ecosistema.

2.1.3. Impacto en la biodiversidad

Los bosques tropicales son considerados como uno de los ecosistemas más ricos en cuanto a la biodiversidad de especies. La DSE (1990) ha estimado que en el mundo hay aproximadamente de 5 a 30 millones de especies de plantas y animales, y de éstas, más de la mitad del total de especies se encuentran en estos bosques.

La pérdida y deterioro de la cobertura de estos bosques altamente biodiversificados provoca la reducción y aislamiento de áreas naturales (FAO, 1990). Como consecuencia del avance de la frontera agrícola, aproximadamente unas 10 000 especies de plantas y animales se pierden anualmente por la deforestación y degradación de estos ecosistemas. Por esta razón, es crítico que por lo menos 10% de los bosques tropicales que aún quedan, sean protegidos eficientemente para asegurar una mínima tasa de sobrevivencia de las especies de plantas y animales que se encuentran en ellos (DSE, 1990).

2.1.4. Impacto en el clima

La regulación climática es otra de las múltiples funciones de los bosques. A medida que crecen los árboles, éstos toman el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis, y lo almacenan como carbono en sus tejidos. Cuando los árboles son talados y quemados, ese carbono almacenado es devuelto a la atmósfera en forma de CO₂. La deforestación y quema del material vegetal de las áreas boscosas origina la producción de grandes cantidades de dióxido de carbono (CO₂), que junto con otros gases tóxicos como el dióxido de azufre, ozono, fluoruro de hidrógeno, sulfuro de hidrógeno y amoníaco, entre otros, favorece el efecto de invernadero (Wark y Warner, 1990). Del total de CO₂ producido a nivel mundial, entre el 15 y el 30% proviene de la quema de los bosques tropicales (Sawyer, 1986), y el resto es producto del uso elevado de combustibles fósiles y de la contaminación industrial. Se estima que todos estos factores están muy ligados con la serie de alteraciones y desórdenes climáticos que han estado ocurriendo a nivel mundial durante los últimos 150 años (Porritt, 1991).

2.2. TÉCNICAS DE MAPEO PARA DETECTAR, MEDIR Y EVALUAR LOS CAMBIOS DE COBERTURA VEGETAL

Las tecnologías desarrolladas y adoptadas por el hombre a través de los años han hecho posible la planificación del manejo de recursos naturales y la determinación cualitativa y cuantitativa de sus potenciales. Las técnicas de trabajo que más se usan actualmente se basan principalmente en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Es muy frecuente el uso de los SIG para realizar trabajos en áreas protegidas ya que con éstos se pueden mapear los recursos disponibles en el área y se puede obtener información sobre la dinámica de cambios de la zona de estudio. Esto es importante para la determinación del sistema de manejo que pueda implementarse en un área determinada. Según la disponibilidad de tecnología y recursos económicos, entre las técnicas más utilizadas en la actualidad para el mapeo de vegetación están las fotografías aéreas y las imágenes de satélite. Aunque el procedimiento de estas dos técnicas varía en cuanto al nivel de tecnología empleada, ambos son igualmente efectivos (AFE-COHDEFOR, 1997).

2.2.1. Técnicas de mapeo basadas en el uso de fotografías aéreas

Al trabajar con las fotografías aéreas, lo primero que se hace es escanear las fotos aéreas que comprendan la zona bajo estudio. Las fotos se cubren con una lámina transparente y haciendo uso del estereoscopio (para ver en tercera dimensión) se marcan puntos de control y se delimitan los relieves que posteriormente serán georeferenciados. La georeferenciación se puede hacer mediante la determinación de las coordenadas reales de esos puntos en el campo, con el uso del GPS o mediante el uso de hojas cartográficas. Posteriormente, los datos son introducidos a la computadora para ser manipulados y obtener de ellos la información deseada. Una vez georeferenciadas las fotos, se digitaliza el límite del área en la pantalla de la computadora y se corrigen los errores para finalizar con la elaboración de los mapas de cobertura (Proyecto EAP-IFPRI-IDRC, 1996). Sin embargo, al usar fotografías crudas se presenta el problema de que se trabaja con fotos que presentan cierto grado de error, por los cambios de elevación y por la inclinación de la cámara, en el momento en que éstas fueron tomadas. Para la elaboración de trabajos especiales, las fotos deben ser enviadas a un laboratorio para ser rectificadas y poder hacer mediciones con mayor precisión. Pero para la elaboración de este estudio, se consideraron válidas las fotografías crudas que se utilizaron.¹

2.2.2. Técnicas de mapeo basadas en el uso de imágenes de satélite LANDSAT

Para trabajar con las imágenes de satélite, primero se convierten las hojas cartográficas a formato digital. Las imágenes se georeferencian con puntos de control comunes en las fotos y en el campo. El procedimiento de recolección de datos de campo se efectúa mediante el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Una vez realizada la georeferenciación, se realzan las imágenes y se sobreponen las muestras de campo para establecer un patrón dentro de la imagen. La detección de los cambios entre coberturas se hace con el programa ERDAS al sobreponer las imágenes más antiguas contra las más recientes, para obtener una matriz comparativa. Como paso final, se imprimen los mapas y las estadísticas (AFE-COHDEFOR, 1997).

¹ CABALLERO, L. 1997. El proceso de rectificación de fotografías aéreas crudas. Departamento de Recursos Naturales y Conservación Biológica, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Francisco Morazán, Hond. (Comunicación personal).

2.3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

El concepto de indicadores de sostenibilidad se ha desarrollado considerando que toda actividad humana tiene un impacto sobre y representa ciertos riesgos para la sostenibilidad de un ecosistema. Los indicadores son una herramienta para monitorear y verificar que el uso de los recursos de un ecosistema esté dentro de ciertos límites tolerables que no atenten contra la producción sostenible del mismo. Para entender el concepto de indicador de sostenibilidad, es necesario conocer la definición de algunos términos básicos (Camino y Müller, 1993) :

- **Categoría de análisis:** es un aspecto de un sistema, significativo desde el punto de vista de sostenibilidad. Por ejemplo, una categoría de análisis puede ser la base de recursos de un sistema o la operación de éste.

- **Elementos de categoría:** son una parte de una categoría, significativa desde el punto de vista de sostenibilidad. Entre los elementos de una categoría en base a los recursos de un sistema están: agua, suelo, flora, fauna, aire, recursos culturales, etc.; y los elementos de un sistema de operación están el manejo y rendimiento técnico, y el manejo y rendimiento socioeconómico.

- **Descriptor:** son características significativas de un elemento de acuerdo con los principales atributos de sostenibilidad de un sistema determinado. La selección de los descriptores depende de los atributos particulares de un sistema y del elemento seleccionado.

Una vez definidos estos términos, se procede a definir un indicador como “una medida del efecto de la operación del sistema sobre el descriptor” Hay cuatro tipos de indicadores: los descriptivos son aquellos que se usan como línea base descriptiva de condiciones pasadas y actuales; los indicadores con aplicaciones proyectivas son aquellos que describen analíticamente las condiciones pasadas; los proyectivos son los que permiten proyectar las condiciones futuras basándose en un escenario explícito; y finalmente, los predictivos, que permiten predecir sin condiciones de la línea de base de las condiciones futuras (Camino y Müller, 1993).

Entre los usos de los indicadores se pueden mencionar la identificación y descripción de procesos, el monitoreo de cambios, la evaluación de impactos y la predicción de los impactos o resultados de las intervenciones o cambios al sistema. Otros usos incluyen la motivación de cambio de actitudes y acciones y la comunicación de información sobre cambios ocurridos dentro del sistema (Camino y Müller, 1993).

Según Camino y Müller (1993), los indicadores seleccionados deben reunir las siguientes características:

- Deben ser medibles (o sea, que tengan una dimensión determinada) y de fácil medición (que la unidad de dimensión no sea compleja)
- Deben ser tangibles (que sea algo que pueda ser percibido a través de los sentidos) y sensibles a los cambios en el sistema analizado
- La recolección de la información no debe ser costosa y las mediciones deben poder repetirse a través del tiempo
- Deben ser representativos y adecuados para el sistema
- Deben ser significantes a la sostenibilidad de el o los sistemas analizados

La manera más organizada de presentar los indicadores de un sistema cualquiera es mediante la elaboración de una tabla que identifique el sistema analizado y evaluado, las categorías de análisis, los elementos de la(s) categoría(s), los descriptores, los indicadores y las variables que se relacionan con éstos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En este capítulo se hace una descripción de los métodos y procedimientos utilizados para la elaboración de este estudio. Este capítulo incluye la descripción general de la RBY, la selección de las zonas de estudio, y la recolección y procesamiento de los datos obtenidos.

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RESERVA BIOLÓGICA YUSCARÁN

El 1° de julio de 1987, mediante Decreto N° 87-87, el Congreso Nacional de Honduras declaró 32 bosques nublados como áreas protegidas bajo diferentes categorías de manejo. Una de esas áreas protegidas fue el ecosistema forestal de Yuscarán, declarado legalmente como Reserva Biológica (UICN, 1992b, citado por Villatoro, 1995). La Reserva Biológica Yuscarán o Monserrat se localiza a unos 40 km al Sureste de Tegucigalpa, capital de Honduras. Geográficamente, la reserva está localizada entre los 13°53'30" y 13°56'41" N y entre los 86°50'38" y 86°54'38" W. Políticamente pertenece a los municipios de Yuscarán, Oropolí y Güinope, en el departamento de El Paraíso; y al municipio de San Antonio de Oriente, en el departamento de Francisco Morazán. La reserva comprende un área total de 2240 ha (22.4 km²). De esta área total, la zona núcleo, que se extiende a partir de los 1800 msnm, abarca 1.5 km² y la zona de amortiguamiento abarca los 20.9 km² restantes (Villatoro, 1995).

En la reserva se originan alrededor de 10 quebradas permanentes y una mayor cantidad de quebradas efímeras. Como fuente productora de agua, la reserva es sumamente importante para las comunidades vecinas y municipios que comparten su área. Los tres municipios más beneficiados por la dotación de agua de la reserva son Yuscarán, Güinope y Oropolí, y entre las comunidades beneficiadas se pueden mencionar Galeras, Los Lavanderos, La Cidra, La Ciénega, El Barro, Agua Zarca y Chagüite Viejo. (Villatoro, 1995).

Según estudios realizados por Villatoro (1995), en la reserva predominan mayormente relieves montañosos, con pendientes que van desde 20% hasta 80%. La vegetación de la reserva se caracteriza por tener pinares naturales en las partes bajas y medias, y bosques latifoliados en las partes altas. Actualmente, la reserva está siendo fuertemente intervenida por actividades agropecuarias que han reemplazado en su mayoría el bosque latifoliado.

3.2 SELECCIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

Dentro de la reserva se encuentran aproximadamente unas 32 comunidades distribuidas en toda su área. Cada comunidad satisface sus necesidades de agua de los ríos y quebradas que drenan de la reserva, ya sea mediante sistemas de agua potable u obteniendo y transportando el agua directamente desde la fuente. Para fines de este estudio y por cuestiones de tiempo, solamente se eligieron dos comunidades que fueran representativas del total de las comunidades en el área de la reserva. Las comunidades seleccionadas para este estudio fueron Güinope (cabecera municipal) y la aldea de Los Lavaderos, ubicadas en la parte de la reserva que pertenece al departamento de El Paraíso, Honduras (Anexos 2 y 3). La comunidad de Güinope fue seleccionada como representante de las poblaciones con un sistema comunal municipal de agua; y de Los Lavaderos, como representante de aquellas con un sistema comunal rural de agua. La elección de estas dos comunidades se realizó en base a los siguientes criterios:

- Ambas comunidades tienen sistema de agua potable.
- Las presas o puntos de toma de agua de ambas comunidades están ubicados dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Yuscarán.
- Geográficamente, ambas presas son accesibles y se encuentran cercanas una de la otra.
- En ambas comunidades hay suficiente información disponible sobre el manejo de los sistemas de agua.
- La Junta de Agua de ambas comunidades son una fuente de información y apoyo para los fines de este estudio.

3.2.1 Güinope, cabecera municipal

El municipio de Güinope está ubicado al suroeste del departamento de El Paraíso, en la zona oriental de Honduras, a 13°53'11" N y a 86°56'11" W y a una altura de 1200 a 1700 msnm. El municipio de Güinope tiene una extensión superficial de 204 km² y está conformado por cinco barrios (en el casco urbano o cabecera municipal) y por once aldeas. Los ríos que drenan el municipio de Güinope son el Río Leotuna, el Río Manzaragua y el Río La Fortuna, que se caracterizan por tener poco caudal, especialmente durante el período seco (Herrera de Izaguirre, 1992).

La cabecera municipal de Güinope, que también lleva el mismo nombre, tiene un área de 451.57 ha y según datos proporcionados por Yanchapaxi (1996), la población del casco urbano de Güinope es de aproximadamente unas 3160 personas que habitan en 390 viviendas. Como se observa en la Figura 1, la cabecera municipal de Güinope se divide en cinco barrios.

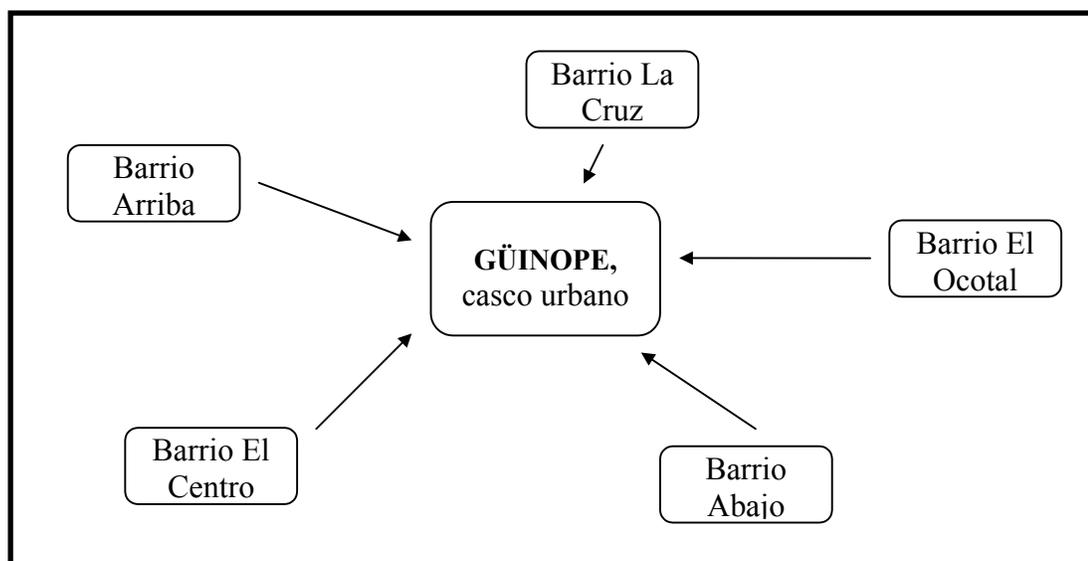


Figura 1. División del casco urbano de la comunidad de Güinope.

En la actualidad, tres sistemas de agua potable abastecen a los cinco barrios de Güinope, la cabecera municipal. Los sistemas de agua están distribuidos de tal forma que, entre los tres, se satisfacen las necesidades de agua de la comunidad. Entre las 390 viviendas que conforman el casco urbano de Güinope, hay aproximadamente unos 425 pegues de agua instalados. El Cuadro 1 muestra los tres sistemas de agua que abastecen el casco urbano de Güinope, que barrios cubren, y el porcentaje de cobertura que cada uno representa.

Cuadro 1. Sistemas de abastecimiento de agua de Güinope, cabecera municipal

Sistema de Agua	Barrios que cubre	% de cobertura total
Las Calderas	Barrio La Cruz, Barrio Abajo y Barrio El Centro	60%
El Zapotillo	Barrio Arriba	28%
El Ocotál	Barrio El Ocotál	2%
Otros	Áreas privadas	10%

Fuente: Enrique Rodríguez, 1996²

La presente investigación centra su enfoque en la zona de recarga del sistema de agua de Calderas de Güinope, ya que su presa y zona de recarga hídrica se encuentran ubicadas dentro de la zona de amortiguamiento de la Reserva Biológica Yuscarán, cerca del Cerro El Volcán.

3.2.2 Los Lavaderos

² RODRIGUEZ, E. 1996. La Junta Administradora de Agua Potable de Güinope. Vocal I de la Junta Administradora de Agua Potable de Güinope. (Comunicación personal).

Los Lavaderos es una aldea que pertenece al municipio de Güinope, departamento de El Paraíso. Los Lavaderos está situado al pie de la montaña Las Moras , a una altura de 1000 a 1400 msnm y se ubica geográficamente a 13°56'19" N y a 86°56'37"W. Al norte limita con aldeas del municipio de San Antonio de Oriente; al sur, con Güinope; al este, con el municipio de Yuscarán y al oeste, con la aldea de Galeras, también del municipio de Güinope (Izquierdo, 1994).

Los Lavaderos está localizado a 12 km al norte de Güinope, tiene una extensión de 68 km² y políticamente, está constituido por ocho caseríos. Según datos obtenidos del último censo (1996), la población de Los Lavaderos es de aproximadamente 570 habitantes entre niños y adultos. El sistema hidrográfico de Los Lavaderos comprende varias quebradas y vertientes, entre las cuales se pueden mencionar la Quebrada Grande, que pasa por la parte suroeste de la aldea; la Quebrada Los Anteojos, que divide el caserío El Centro y Los Mulules; y la Quebrada El Hondable, que nace de la montaña La Mora y cruza el caserío el Hondable (Espinal y Cruz, 1992). La aldea de Los Lavaderos cuenta con infraestructura para la obtención de agua potable de la microcuenca El Sauce, y de las 125 casas que hay en la comunidad, aproximadamente unas 80 son beneficiarias directas del sistema³.

3.3 RECOLECCIÓN DE DATOS

Para efectuar esta parte del estudio, se siguió el mismo procedimiento general para ambas comunidades. Una parte de los datos recolectados proporciona información sobre los cambios en la cobertura vegetal de las zonas de recarga de las presas, durante un período de 20 años (de 1975 a 1995), mientras que la otra parte proporciona información sobre la percepción de la gente acerca de los cambios en la cobertura vegetal ocurridos en esos 20 años y el efecto que tienen éstos sobre la capacidad de producción hídrica de las zonas de recarga.

Los datos de campo fueron recolectados a partir del uso de mapas, fotografías aéreas y de visitas realizadas al campo. Los datos sobre la percepción de la gente se obtuvieron a través de encuestas que fueron levantadas entre los miembros de las Juntas de Agua y pobladores en ambas comunidades. Para la identificación y selección de los indicadores de sostenibilidad se efectuó primero la recolección y revisión de información secundaria. En esta etapa se analizaron trabajos realizados anteriormente con el fin de establecer un modelo o una base para el desarrollo de los mismos, en este estudio.

³ MIEMBROS DE LA JUNTA DE AGUA DE LAVANDEROS. 1996. La Junta de Agua y su rol en el manejo del sistema comunal de agua de Lavaderos. Junta de Agua de Lavaderos, Lavaderos, Departamento de El Paraíso, Hond. (Comunicación personal).

3.3.1 Uso de mapas y fotografías aéreas

La información obtenida a partir del uso de los mapas y de las fotografías aéreas de los años de 1975 y 1995 sobre los cambios en la cobertura vegetal de las zonas de recarga hídrica, constituye la evidencia científica de este estudio. Güinope y Los Lavaderos, las dos comunidades seleccionadas como áreas de estudio, fueron identificadas y ubicadas en la hoja cartográfica de 1:50 000 de Yuscarán. Una vez ubicadas las comunidades, se amplió el mapa en un 250% a una escala de 1:20 000 con el fin de facilitar el mapeo y la ubicación de las presas y zonas de recarga de ambos sistemas.

Posteriormente, se ubicaron las presas y se delimitaron las cuencas sobre las fotos aéreas. En esta etapa del estudio, se trabajó con dos juegos de fotos aéreas: uno de 1995 y el otro de 1975, y básicamente se siguió el mismo procedimiento para ambos juegos de fotos. Para cada año, se seleccionó la foto que abarcara la zona de la presa de Los Lavaderos y de Güinope. Es decir, que se trabajó con un total de cuatro fotos aéreas. Lo primero que se hizo sobre cada una de las fotos fue identificar y delimitar las cuencas y zonas de recarga hídrica de las presas de ambos sistemas se agua, lo cual fue verificado posteriormente con las visitas al campo. Sin embargo, hubo un contratiempo en esta parte del estudio ya que las fotos de 1995 están claramente identificadas y sus líneas de vuelo orientadas de norte a sur; mientras que las fotos de 1975 no están claramente identificadas y sus líneas de vuelo están orientadas de este a oeste. Esto dificultó la selección de las fotos y la identificación de las zonas de estudio en las mismas.

Una vez que las cuencas y zonas de recarga fueron delimitadas sobre las fotos, con ayuda del estereoscopio, se prosiguió con la definición y clasificación del tipo de cobertura vegetal o uso de la tierra dentro de cada área bajo estudio. El tipo de cobertura vegetal se clasificó en tres categorías: Bosque Denso (BD), Bosque Semi-denso (BSD) y Zona sin bosque (ZSB). Esta última categoría fue definida como tal, en vista de que el nivel de detalle de las fotografías aéreas no permitió la identificación exacta de las actividades de producción que se estaban llevando a cabo en las áreas despejadas que fueron observadas.

3.3.2 Reconocimiento de campo y delimitación de las zonas de recarga hídrica

El objetivo del reconocimiento de campo fue delimitar las áreas de las zonas de recarga hídrica de ambas presas y verificar los datos obtenidos de las fotos aéreas. Originalmente se había planificado hacer el levantamiento de los puntos de las zonas de recarga con el GPS. Sin embargo, en la zona de recarga de la presa de Los Lavaderos, durante las dos primeras visitas, no se logró captar las señales de los cuatro satélites que se requieren para georeferenciar. Por esta razón, durante la segunda visita, se llevó a cabo el levantamiento de los puntos de la zona de recarga con el método tradicional de la brújula, el clinómetro y la cinta métrica. No fue sino hasta la tercera visita que se logró captar la señal de los satélites, y entonces, fue posible la georeferenciación de la presa o punto de toma de agua haciendo uso del GPS. Por su parte, en la zona de recarga de la presa de Güinope no hubo dificultad alguna para hacer la georeferenciación y el levantamiento de los puntos con el GPS.

3.3.3 Visitas a las comunidades y entrevistas informales con las Juntas de Agua

El trabajo en las comunidades se inició con el reconocimiento de las mismas. Durante las primeras visitas, se conocieron los miembros de las Juntas de Agua, cuyos miembros fueron claves para la obtención de información general y concreta del estado actual de las comunidades y del tema que estaba siendo estudiado por la investigadora. En la Figura 2 se presenta el esquema u organigrama de los cargos de los miembros de la Junta de Agua de Güinope y Los Lavaderos.

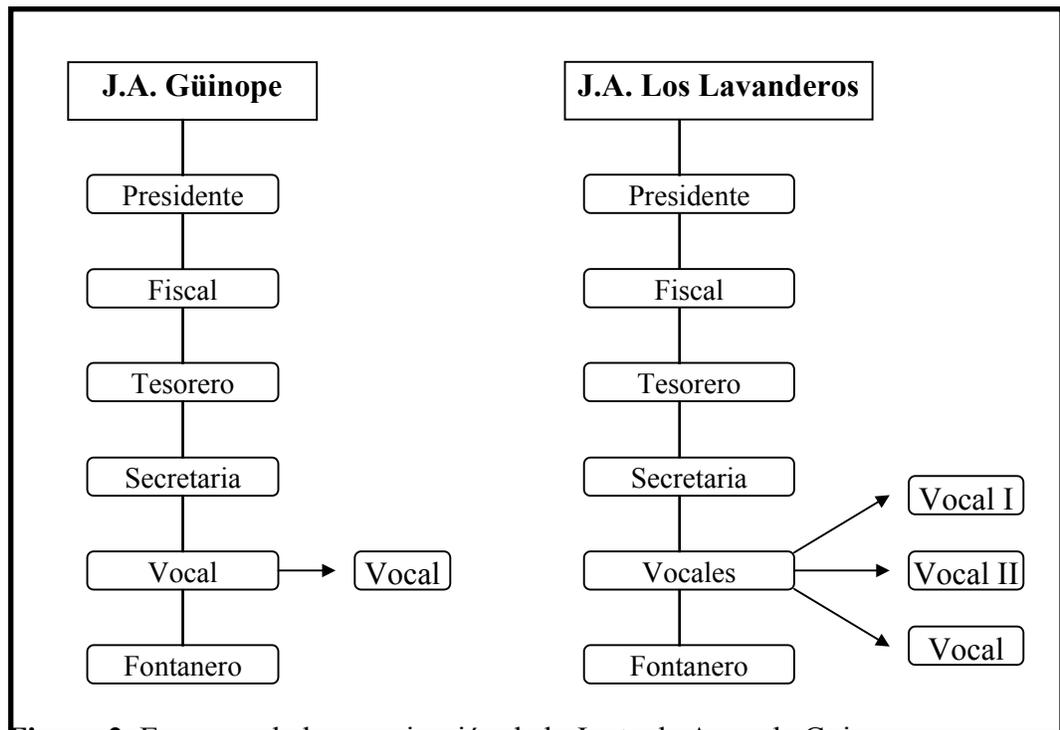


Figura 2. Esquema de la organización de la Junta de Agua de Güinope y Los Lavaderos.

3.3.4 Encuestas a las comunidades

Para fines de este estudio, el tipo de encuesta que se decidió levantar fue de carácter social, ya que las variables de interés eran de esta índole, y no cuantitativas. El objetivo de las encuestas fue identificar el grado de percepción de la gente sobre los cambios de cobertura vegetal que se han dado en la zona de la presa durante los últimos 20 años y el efecto que éstos han tenido sobre la calidad, cantidad y disponibilidad del agua que se recibe. Para la determinación del número de encuestas a levantar por comunidad, se tomó como base el número total de viviendas. A partir de este dato, se decidió hacer un muestreo predefinido del 20% del total de las viviendas de cada comunidad, cifra que es lo suficientemente representativa en comunidades rurales con poblaciones relativamente pequeñas⁴. Es decir, que para Güinope, el 20% de las 390 viviendas, representa un total de 78 encuestas. Mientras que para Los Lavaderos, el 20% de las 125 casa representa un total de 25 encuestas.

Después de haber definido el número de encuestas a levantar, se prosiguió con la elaboración de la misma. Para esto, se tomaron en cuenta ciertas variables que se consideraron de importancia para la recolección de la información. Algunas de las variables que se consideraron fueron el sexo del entrevistado, tiempo de vivir en la comunidad, si está o no conectado al sistema de agua potable, si tiene problemas con el abastecimiento del agua y que tipo de problemas tiene, si conoce o no la zona de la presa y cuán importante cree que son los árboles para el ciclo de producción de agua. El formato de la encuesta elaborada y levantada en ambas comunidades se presenta en el Anexo 4.

Una vez corregido el formato de las encuestas, se prosiguió con el levantamiento de éstas en ambas comunidades. Para esta etapa del estudio, se requirió de la ayuda de los estudiantes que cursaban primer y segundo año, en la Escuela Agrícola Panamericana. Los encuestadores se movilizaron por los barrios objeto de la investigación (Barrio El Centro, Barrio La Cruz y Barrio Abajo en el caso de Güinope), o por toda la comunidad (en el caso de Los Lavaderos). Ellos seleccionaron al azar las casas, encuestando aquellas viviendas en las que en ese momento encontraran por lo menos un ocupante o residente adulto. En Güinope, el número total de encuestas a levantar se dividió entre los tres barrios, correspondiéndole 26 encuestas a cada uno. En Los Lavaderos, las encuestas se levantaron sin distinción alguna de barrios ni segmentos de población, puesto que la comunidad es relativamente pequeña y no existe tal estructuración dentro de la misma.

3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS

Esta etapa del estudio está compuesta por el análisis de los diferentes componentes de la investigación. El procesamiento de los datos incluye la parte de la elaboración de los mapas, el análisis de los datos obtenidos de las encuestas, la determinación del método de comparación entre la evidencia científica y la percepción de la gente acerca de los cambios ocurridos en las zonas de estudio durante el período y la selección de los indicadores de sostenibilidad

⁴ MEDINA, A. 1996. Determinación de muestreo en comunidades rurales. Departamento de Desarrollo Rural, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Francisco Morazán, Hond. (Comunicación personal).

3.4.1 Uso de la mesa digitalizadora y de la computadora para la elaboración de los mapas de cobertura de las cuencas hidrográficas y de las zonas de recarga hídrica de ambos sistemas de agua

Una vez concluida la parte de trabajo de campo, se hizo uso de los programas de computación para introducir, manejar y procesar los datos recolectados de las fotos y del campo. Haciendo uso del programa ARC-INFO y de la mesa digitalizadora, se digitalizaron sobre las fotos de Güinope de 1995 y 1975 la cuenca hidrográfica y la zona de recarga y las áreas dentro de éstas, con cada tipo de cobertura, que habían sido delimitadas anteriormente. La digitalización de la zona de recarga de Los Lavaderos se hizo sobre la hoja cartográfica ampliada a 1:50 000, ya que esta zona es muy pequeña y resultaba más difícil digitalizar sobre la foto. Pero para la digitalización para la cuenca hidrográfica de esta otra comunidad se siguió el mismo procedimiento que para el caso de Güinope.

Considerando que las fotos son de resolución diferente y que el nivel de detalle varía en cada una, se pudo prever que habrían ciertos errores en la digitalización de las fotos. Para la corrección de estos errores y para la asignación de identificadores, se utilizó también el programa ARC-INFO. Los identificadores fueron categorizados en FoxPro para Windows, una base de datos en la cual se diferenciaron las coberturas asignadas de BD, BSD, ZSB. Después de la introducción de los datos, se prosiguió con la elaboración y edición de los mapas, para lo cual se utilizó el programa ARC-VIEW. Con este programa, también se obtuvieron los datos estadísticos de los porcentajes de tipos de cobertura para cada zona y para cada año, que más adelante servirían para la determinación del grado de avance de la frontera agrícola dentro de cada una de las zonas bajo estudio. Como paso final, se imprimieron los mapas de cobertura de Güinope y Los Lavaderos de los años de 1995 y 1975.

3.4.2 Procesamiento de los resultados de las encuestas

Las encuestas fueron analizadas con el Programa Estadístico para Ciencias Sociales, el Statistical Program for Social Sciences (SPSS/PC+, versión 7.0). Éste es un paquete estadístico especial para el análisis de encuestas de tipo social, con él cual se realizó la tabulación y el análisis de las variables. El análisis estadístico se basó principalmente en la determinación de la moda, una de las medidas de tendencia central, y la determinación de las frecuencias y porcentajes de las respuestas proporcionadas por la gente de las comunidades.

3.4.3 Comparación de la percepción de la gente de las comunidades vs. la evidencia científica

Debido a que no se puede hacer un análisis estadístico común para el análisis de variables cualitativas sociales, la comparación y el contraste de los datos de la percepción de la gente con los datos proporcionados por la evidencia científica es puramente descriptivo y se basa en la opinión personal de la investigadora. Para esto, se tomó como referencia la información obtenida a partir del análisis de las frecuencias, porcentajes y las medidas de tendencia central de las encuestas y los resultados de los tipos y porcentajes de cambios en la cobertura vegetal obtenidos de la comparación de las fotos aéreas.

3.4.4 Selección de indicadores de cambio en el avance de la frontera agrícola en las zonas de recarga

En este estudio, los indicadores de sostenibilidad han servido para ayudar con la determinación del impacto (ya sea positivo, negativo, a corto o a largo plazo) que han tenido las alteraciones o actividades realizadas por el hombre sobre los ecosistemas. Los indicadores ayudan a identificar si, aún con los impactos de las actividades humanas, se ha podido mantener estable el ecosistema, dentro de ciertos límites tolerables mantengan la producción sostenible de éste. Las variables de los indicadores representan todo aquello que influye sobre los cambios y el impacto que éstos han tenido sobre el sistema durante los 20 años. Los indicadores seleccionados para este estudio son los mismos para la comunidad de Güinope y Los Lavaderos, y se presentan en forma de tablas.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo, se presentan los resultados del mapeo realizado a través del manipuleo de las fotografías aéreas, observaciones de campo, entrevistas y las encuestas a los pobladores. Los resultados se presentan por separado para cada comunidad. Posteriormente se hace un análisis descriptivo y comparativo entre la evidencia científica del estudio y la percepción de la gente acerca de los cambios ocurridos en ambas zonas. Además, se incluye la presentación de la tabla de indicadores de sostenibilidad seleccionados para el monitoreo de los sistemas de agua de ambas comunidades.

4.1 GÜINOPE

Los resultados que se obtuvieron del análisis de los datos para la zona de recarga de Güinope se dividen en cuatro partes: los resultados de los cambios de cobertura vegetal de los mapas y fotos aéreas de 1975 y 1995 (la evidencia científica), la información recolectada a partir de las entrevistas informales con la Junta de Agua, los resultados de las encuestas sobre la percepción de la gente de la comunidad en cuanto a estos cambios y la comparación de la evidencia científica con la percepción de la gente.

4.1.1 Evidencia científica (Resultados de mapas y fotografías aéreas)

Para el mapeo de los cambios en la cobertura vegetal mostrada por las fotografías aéreas de 1975 y 1995 se definieron dos categorías principales: zonas con bosque y zonas sin bosque. Las zonas con bosque, a su vez, fueron subclasificadas en bosque denso y bosque semi-denso. Sin embargo, en las zonas sin bosque de 1975, no se pudo determinar si en esas áreas se estaban realizando actividades agrícolas, ganaderas, de extracción de madera o de cualquier otro tipo de uso, por lo que se denominaron simplemente como zonas sin bosque. En el caso de la cuenca de Calderas, Güinope, se obtuvieron dos mapas de cobertura vegetal, uno para el año 1975 y otro para 1995 (Figura 3 y 4). Cada mapa muestra la cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica y la zona aguas abajo del punto de toma de agua. Como se explicó anteriormente, el mapeo de los cambios en cobertura vegetal aguas abajo del punto de toma de agua fue necesario para poder mostrar el avance o retroceso de la frontera agrícola durante los últimos 20 años. En el Cuadro 2 se presentan los cambios en el tipo de cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica de la quebrada de Calderas, Güinope, para ambos años.

Cuadro 2. Tipo de cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica de la quebrada de Calderas (Güinope).

Tipo de cobertura vegetal	1975		1995	
	Área (ha)	% total	Área (ha)	% total
Bosque denso	72	38 %	124	61 %
Bosque semi-denso	16	8 %	34	17 %
Zona sin bosque	104	54 %	46	22 %
Total	192	100.0%	204	100.0 %

La diferencia en áreas (hectareaje) que se observa en los mapas obtenidos a partir de las fotos aéreas de 1975 y 1995, se debe en parte al error de las fotografías, ya que no fueron rectificadas. Asimismo, no fue posible obtener dos fotografías de 1975 para el mapeo de la cuenca de calderas que incluyeran el área completa. Para efectos de este estudio, se aceptó un margen de error de $\pm 10\%$ del mapa del año de 1975, tomando como referencia el año de 1995, ya que para este año sí fue posible enfocar y observar las áreas bajo estudio en forma completa con el estereoscopio. Sin embargo, los resultados obtenidos en esta etapa son válidos, ya que el propósito era identificar y cuantificar el avance o retroceso de la frontera agrícola en esa área y no el área total.

Antes de obtener los resultados del análisis del avance de la frontera agrícola en la zona de recarga del sistema de agua de la comunidad de Güinope, es necesario considerar primero el avance de la frontera agrícola en el área que está aguas abajo del punto de toma de agua, ya que esta es una zona que influye y ejerce mucha presión sobre el avance de la frontera agrícola dentro de la zona de recarga. Los datos de esta área se obtuvieron por diferenciación, a partir del mapa y cuadro de los tipos de cobertura vegetal de toda la cuenca hidrográfica. Para este efecto, en los Cuadros 3 y 4 se proporcionan los datos sobre el tipo de cobertura vegetal durante 1975 y 1995 de la parte de la cuenca que no pertenece a la zona de recarga (aguas abajo de la toma de agua). Se puede observar que la diferencia en el área delimitada es de aproximadamente 9 ha, lo que representa una diferencia del 8% del área delimitada en las fotografías de 1995.

Cuadro 3. Tipo de cobertura vegetal en el área aguas abajo de la toma de agua del sistema de Calderas de la comunidad de Güinope (1975)

Tipo de cobertura	Área (ha)	Porcentaje del total
Bosque Denso	30 ha	27 %
Bosque Semi-denso	11 ha	10 %
Zona sin bosque	69 ha	63 %
TOTAL	110 ha	100 %

Cuadro 4. Tipo de cobertura vegetal en el área aguas abajo de la toma de agua del sistema de Calderas de la comunidad de Güinope (1995)

Tipo de cobertura	Área (ha)	Porcentaje del total
Bosque Denso	68 ha	57 %
Bosque Semi-denso	14 ha	12 %
Zona sin bosque	37 ha	31 %
TOTAL	119 ha	100 %

Como se muestra en el mapa y a través de los datos proporcionados en los cuadros anteriores, en general, se puede afirmar que durante estos 20 años, en la zona aguas abajo de la toma de agua, el área boscosa aumentó, mientras que el área sin cobertura boscosa disminuyó. Según los resultados de la evidencia científica, en el área aguas abajo de la zona de recarga hídrica, las áreas de bosque denso aumentaron en un 30%, al mismo tiempo que las áreas de bosque semi-denso aumentaron en un 2%. También se observa que las zonas sin bosque disminuyeron en un 32%. Una posible razón que pueda explicar este retroceso de la frontera agrícola en esta área podría ser que los suelos se hayan degradado y el potencial o nivel de productividad de las tierras se haya reducido a tal punto que ya no era posible ni rentable la agricultura/ganadería en esa zona. Otra posibilidad para explicarlo podría atribuírsele al hecho de que quizás la gente que residía en el área y laboreaba esas tierras haya emigrado a la ciudad en busca de nuevas oportunidades e intereses o que quizás haya encontrado otras áreas en donde dedicarse a la agricultura y/o ganadería, o simplemente porque ahora se estén dedicando a otro tipo de actividades como ser el comercio, la fabricación de vinos, etc. Otra razón podría ser que la tenencia de la tierra no permitiera asentarse en los predios y optaron por abandonarlos.

La zona de recarga hídrica del sistema de agua de Calderas tiene un área total aproximada de unas 83 ha y en este caso, como se observa en las Figuras 3 y 4, el borde o filo de la zona de recarga coincide con el mismo borde que delimita la parte superior de la cuenca hidrográfica, dentro de la cual nace la quebrada de Calderas. Los resultados obtenidos del análisis de los mapas de cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica de 1975 y 1995 se presentan en los Cuadros 5 y 6, respectivamente.

Cuadro 5. Tipo de cobertura vegetal en la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Calderas de la comunidad de Güinope (1975)

Tipo de cobertura	Área (ha)	Porcentaje del total
Bosque Denso	43 ha	51 %
Bosque Semi-denso	5 ha	6 %
Zona sin bosque	35 ha	43 %
TOTAL	83 ha	100.0 %

Cuadro 6. Tipo de cobertura vegetal en la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Calderas de la comunidad de Güinope (1995)

Tipo de cobertura	Área (ha)	Porcentaje del total
Bosque Denso	56 ha	66 %
Bosque Semi-denso	20 ha	24 %
Zona sin bosque	9 ha	10 %
TOTAL	85 ha	100.0 %

Al comparar los cuadros del tipo de cobertura en la zona de recarga de 1975 y 1995, se observa que existe una diferencia 2 ha entre el área total de la zona delimitada en ambas fotos, lo que representa una diferencia en área del 3%. Como se observa en los cuadros anteriores, en 1975 el bosque denso cubría 51% del área total y en 1995 llegó a cubrir el 66%. Esto significa que el área de bosque denso aumentó aproximadamente en un 15% durante estos últimos 20 años. En cuanto al bosque semi-denso, éste pasó de representar el 6% de la superficie del área de recarga en 1975 a 26% en 1995, habiendo aumentado aproximadamente en un 18%. Por lo tanto, en general, se puede afirmar que en vez de haber avanzado la frontera agrícola en la zona, ésta retrocedió en un 32% al haber pasado de representar el 43% de la superficie total en 1975 a tan solo el 10% del total en 1995.

Esta disminución en las áreas sin cobertura boscosa puede deberse a que la gente de la comunidad se haya conscientizado de la importancia de mantener esta zona con su cobertura vegetal natural y hayan limitado las actividades agrícolas y ganaderas en la zona. Sin embargo, aunque la importancia de cuidar y preservar el bosque es muy conocida entre la gente de la comunidad, muy poco se hace para contribuir a ello. Esto se refleja en el hecho de que el cerco que fue instalado hace varios años, actualmente carece de mantenimiento y reparación, por lo que ya no cumple con su función de evitar el traspaso de gente y animales a la zona. Otra posible razón que explique la reducción de la frontera agrícola en esta zona podría ser que quizás aquí también los suelos se hayan degradado y que el nivel de productividad de las mismas se haya reducido al punto que ya no es posible obtener una producción rentable en esa zona. Una tercera alternativa podría ser que los agricultores que trabajaban esas tierras hayan emigrado a la ciudad o quizás hayan encontrado tierras más cercanas en las cuales dedicarse a la agricultura y/o ganadería. Una cuarta posibilidad es que por la importancia del área para la producción de agua, estas tierras sean ahora manejadas como propiedad privada o tierras ejidales, en las que no se permite el desarrollo de actividades agrícolas o ganaderas.

4.1.2 Entrevistas informales

Además del levantamiento de las 78 encuestas entre los residentes de los barrios El Centro, La Cruz y Abajo de Güinope, la investigadora sostuvo varias conversaciones con algunos miembros de la Junta de Agua de Güinope, con el fin de ampliar un poco más la información que pudiese aclarar y explicar la situación actual de la comunidad. Los miembros de la Junta consideran que los problemas que se tienen en la actualidad con el abastecimiento de agua se debe principalmente a la mala construcción del sistema y a la falta de un plan de manejo de la cuenca. Sin embargo, por medio de estas conversaciones se pudo conocer que actualmente la Junta de Agua está atravesando por una serie de problemas internos que impiden la ejecución de sus labores. A consecuencia de estos problemas, la Junta de Agua ha estado sin cumplir con sus funciones durante más de un año.

4.1.3 Percepción de la gente (Resultados de las encuestas)

De las 103 encuestas levantadas en total entre los habitantes de ambas comunidades, 78 encuestas fueron levantadas en Güinope, representando el 76% del total. Las otras 25 encuestas (el restante 24% del total) fueron levantadas en Los Lavaderos, y sus resultados serán discutidos más adelante.

Para la elaboración de la encuesta se tomaron en cuenta algunas variables que se consideraron de importancia, y que fueron muy útiles para obtener la opinión de la gente de la comunidad con respecto al sistema de agua en general. Una de las variables que se consideró fue el sexo del encuestado. Se esperaba que, quizás por la hora del día, por el factor tiempo y porque las encuestas fueron levantadas en las viviendas de los residentes de estos sectores de la comunidad, la mayoría de las personas encuestadas fueran mujeres (amas de casa). De hecho, un 64% de las personas encuestadas fueron mujeres, los que se espera que influya sobre algunas respuestas a las preguntas de la encuesta. En el Cuadro 7, se observa los datos de la proporción de la población encuestada en la comunidad de Güinope, diferenciada por sexo.

Cuadro 7. Distribución porcentual de la población encuestada por sexo (Güinope, 1996).

Género	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje total
Masculino	28	36 %
Femenino	50	64 %
Total	78	100.0 %

Uno de los puntos que se cuestionó con la encuesta fue en relación a los problemas comunes que sufren los pobladores en el abastecimiento de agua. En cuanto a los problemas con el servicio de abastecimiento de agua, el 68% de los encuestados afirmaron que en efecto tienen problemas con el abastecimiento de agua. Los problemas que se enunciaron en la encuesta como los más serios fueron: a veces no llega el agua a sus hogares, el agua llega en pocas cantidades, el agua llega con mal olor o sabor y que el agua sale sucia. En el Cuadro 8 se presenta la lista de los problemas de abastecimiento que, según el orden de importancia fueron enumerados por los residentes, de la comunidad de Güinope.

Cuadro 8. Problemas de abastecimiento de agua más comunes y que más afectan a los pobladores de la comunidad de Güinope (1996).

Tipo de problema	Frecuencia	Porcentaje afectado
Cualquier combinación de los problemas mencionados	17	32 %
El agua sale sucia	16	30 %
No llega el agua	15	28 %
Otro tipo de problemas relacionados	4	8 %
Llega poca agua	1	2 %
TOTAL	53	100 %

Durante el verano los problemas principales son que por lo general, llega poca agua, y que inclusive en algunas casas de los barrios más alejados simplemente el agua no les llega. Según la información proporcionada por la Junta de Agua y los encuestados, la mayoría de estos problemas se deben a que las tuberías de conducción del sistema se encuentran en mal estado. Además, últimamente ha habido mucho problema de agua sucia, sobre todo durante el invierno porque el filtro necesita reparación, en vista de que la capa de arena fue lavada hace mucho tiempo por las fuertes lluvias.

De los resultados de las encuestas y de las conversaciones personales con los encuestados, se pudo percibir que tanto la frecuencia como la incidencia de estos problemas es un fenómeno localizado. Es decir, que los tipos de problemas y la frecuencia de los mismos varía de un barrio a otro. De hecho, los que dijeron tener problemas con el abastecimiento de agua, aclararon que se referían a que el agua que reciben es sucia, y no a que ésta les hace falta. Esto se debe a que el Barrio Abajo está a una altura sobre el nivel del mar inferior al de los otros barrios, y que el sistema de agua está construido de tal forma que el primer barrio en recibir agua es el Barrio Abajo, y después, ésta debe “subir” hacia el Barrio El Centro y el Barrio La Cruz (en ese orden).⁵ En general, se puede decir que por su ubicación y por la infraestructura misma del sistema, el Barrio Abajo es el menos afectado por problemas de abastecimiento de agua. El Barrio La Cruz es el que tiene más problemas de abastecimiento de agua, siendo el principal de éstos que a veces no les llega agua en lo absoluto, sobre todo en verano. A esto, se le puede agregar el problema de que las líneas de la tubería se encuentran en mal estado y requieren de reparación.

El 41% de los encuestados dijeron que conocen la zona de la presa y pudieron dar referencias sobre la misma. Este bajo porcentaje de personas que conocen la zona de la presa se debe posiblemente a que ésta se encuentra muy lejos de la comunidad (aproximadamente a unos 15 km). Además, los beneficiarios o abonados en general piensan que solamente los encargados de darle mantenimiento al sistema (los miembros de la Junta de Agua) deberían conocer esa zona. Es decir, que esta actitud conformista de la gente de estos tres barrios los excluye de toda responsabilidad de ayudar con el mantenimiento de la zona⁶.

Hay mucho desacuerdo en la opinión de la gente de estos tres barrios sobre el avance de la frontera agrícola en la zona y el efecto que ésta ha tenido sobre el bosque y la producción de agua del sistema. Esta variación en la opinión de los encuestados puede apreciarse en los cuadros que se presentan a continuación. En general y en cuanto al tipo de cobertura vegetal de la zona, la mayoría afirma que durante los últimos 20 años, la zona de la presa ha estado cubierta principalmente por bosque. Esta diferencia en opinión puede deberse a que realmente no conocen la zona o que por algún tiempo no la han visitado.

⁵ BORJA, R. 1996. La Junta Administradora de Agua Potable de Güinope. Tesorero de la Junta Administradora de Agua Potable de Güinope. (Comunicación personal).

⁶ BORJA, R. 1996. La Junta Administradora de Agua Potable de Güinope. Tesorero de la Junta Administradora de Agua Potable de Güinope. (Comunicación personal).

Según los resultados de las encuestas, el 100% de los pobladores la dan importancia a la presencia de bosque en la zona y a que ésta influye en la producción de agua del sistema. A través de estos resultados se puede observar que existe cierto grado de consciencia entre los pobladores acerca de la importancia de los bosques en la zona de recarga para la producción de agua. Este punto es clave para ser contrastado con el patrón y ritmo de avance que, según los encuestados y la evidencia científica, ha seguido la frontera agrícola durante este período de 20 años. Es posible que el reconocer la importancia del bosque en el proceso hidrológico sea un factor influyente en la reducción de las actividades agrícolas y/o ganaderas en esta zona.

Para discutir la parte sobre el avance de la frontera agrícola en esta zona, la encuesta se dividió en tres puntos de importancia: cantidad de bosque, áreas de cultivo y áreas de pastoreo (potreros). El Cuadro 9 presenta los resultados de la percepción de los pobladores de la cantidad actual de áreas de bosque en la zona, comparada con las de 1995. Como se observa en el cuadro, los resultados muestran cierta uniformidad en la frecuencia de las respuestas proporcionadas por las personas. Según la opinión del 39% de los encuestados la cantidad actual de bosque en la zona de la presa es menor a la que había hace 20 años. Por su parte, el 35% de ellos supone que ahora hay una mayor cantidad de bosque que los que había en 1975, mientras que el resto cree que la cantidad de bosque en la zona se ha mantenido igual a lo largo de esos 20 años.

Cuadro 9. Comparación de la cantidad actual de áreas de bosque con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Güinope, 1995)

Cantidad actual de bosque en la zona de la presa	Frecuencia	Porcentaje total
Menor cantidad	9	39 %
Mayor cantidad	8	35 %
Igual cantidad	6	26 %
Total	23	100.0 %

En la segunda parte se compara la cantidad actual de áreas de cultivo con las de hace 20 años. Según la percepción de un 58% de los encuestados, las áreas de cultivo han aumentado en los últimos 20 años. Asimismo, un 37% de las personas cree que han disminuido y solamente un 5% cree que se han mantenido igual (Cuadro 10).

Cuadro 10. Comparación de la cantidad actual de áreas de cultivo con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Güinope, 1995)

Cantidad actual de áreas de cultivo en la zona	Frecuencia	Porcentaje total
Menor cantidad	7	37 %
Mayor cantidad	11	58 %
Igual cantidad	1	5 %
Total	19	100.0 %

El tercer punto trata sobre la cantidad de áreas de potreros, sólo la mitad del total de las respuestas se consideraron válidas. En cuanto a esta parte, se observa una ligera uniformidad en la frecuencia de selección de las respuestas brindadas por los encuestados, ya que un 25% dice que el área en potreros ha aumentado, un 44% dice que ha disminuido y un 31% dice que no ha cambiado. El Cuadro 11 presenta los resultados para este punto de la encuesta.

Cuadro 11. Comparación de la cantidad actual de áreas de potrero con las de 1975 , según la percepción de la comunidad (Güinope, 1995)

Cantidad actual de áreas de potrero en la zona	Frecuencia	Porcentaje total
Menor cantidad	7	44 %
Mayor cantidad	4	25 %
Igual cantidad	5	31 %
Total	16	100.0 %

En general, la gente de la comunidad cree que, en comparación con el tipo de cobertura que había en la zona hace 20 años, actualmente hay mayor cantidad de áreas de cultivo, mientras que las áreas de bosque y de potreros han disminuido.

4.1.4 Comparación de la percepción vs. la evidencia científica

En general, muy poca gente conoce la zona de la presa y entre aquellos que sí la conocen hay mucho desacuerdo en cuanto a los cambios en la cobertura vegetal de la misma. El conocimiento que tiene la gente acerca de lo que ocurre en la zona de la presa es muy diferente a la realidad, ya que la mayor parte de los que conocen la zona sostienen que la cantidad de bosque que hay ahora es menor a la que había en 1975. Según su opinión, el avance de la frontera agrícola en la zona ha sido muy marcado durante los últimos 20 años, lo cual es contrario a los resultados obtenidos del análisis de las fotografías aéreas. La evidencia científica indica que el área boscosa ha aumentado durante este período, por lo que la frontera agrícola no ha avanzado.

Esta marcada diferencia de percepción entre los encuestados se debe principalmente a que muy poca gente conoce la zona. También es posible que sus visitas a la zona son muy esporádicas y por eso no conocen los cambios que han ocurrido. Según los miembros de la Junta de Agua, otra razón puede ser la actitud pasiva, conformista y despreocupada de los habitantes sobre los cuidados que se les debe brindar a la zona de la presa y al sistema de agua. En lugar de considerar el manejo y mantenimiento del sistema y de la zona de la presa como un compromiso o prioridad de todos, los miembros de la comunidad consideran que sólo es responsabilidad de la Junta de Agua.

4.2 LOS LAVANDEROS

Así como en el caso de Güinope, los resultados que se obtuvieron del mapeo realizado en la zona de recarga hídrica de Los Lavaderos también se divide en cuatro partes: los resultados de los cambios de cobertura de los mapas y fotos aéreas (la evidencia científica), la información recolectada a partir de las entrevistas informales con la Junta de Agua, los resultados de las encuestas sobre la percepción de la gente de la comunidad acerca de los cambios y la comparación de éstas dos partes.

4.2.1 Evidencia científica (Resultados de mapas y fotografías aéreas)

Como parte de los resultados del mapeo realizado en la comunidad de Los Lavanderos, también se obtuvieron dos mapas que muestran las tres categorías de cobertura vegetal de la cuenca hidrográfica y zona de recarga hídrica correspondientes a los años de 1975 y 1995 (Figuras 5 y 6, respectivamente). El Cuadro 12 muestra el tipo de cobertura vegetal del área total para ambos años.

Figura 5. Mapa de cobertura vegetal de la cuenca y zona de recarga hídrica de Los Lavanderos (1975)

Figura 6. Mapa de cobertura vegetal de la cuenca y zona de recarga hídrica de Los Lavanderos (1995)

En el caso de Los Lavanderos también se observa una diferencia en el área (hectareaje) entre los mapas de cobertura vegetal obtenidos. En este caso, la diferencia es de 4 ha, lo que representa una diferencia del 9%. La zona de recarga hídrica del sistema de agua de Los Lavanderos difiere de la de Güinope tanto en extensión superficial como en ubicación geográfica dentro de la cuenca.

La zona de recarga hídrica del sistema de agua de Lavanderos fue geográficamente delimitada durante una de las visitas al campo y se le considera como tal en base a la forma e irregularidad del relieve, que tiene el potencial de conducir el agua superficial hacia el punto de toma de agua. En base a esto, se determinó que la zona de recarga hídrica abarca un área aproximadamente de unas 4 ha y se encuentra ubicada a un costado de la cuenca hidrográfica (Figura 5 y 6). Para determinar el grado del avance de la frontera agrícola dentro de la zona de recarga hídrica, es preciso analizar primero el avance en el resto de la cuenca hidrográfica. Es decir, que primero se analizará la zona aguas abajo del punto de toma de agua de este sistema.

Según los datos observados en el Cuadro 12, el área superficial de toda la cuenca es de aproximadamente unas 44 ha en promedio. En 1975, la área boscosa constituía apenas el 17% del total y de esto, solamente el 2% correspondía a las áreas de bosque denso y el resto a las de bosque semi-denso. El otro 83% de la superficie total eran principalmente áreas sin cobertura boscosa. Para el año de 1995, el área de bosque denso había pasado a constituir el 26% de la superficie total, mientras que las áreas de bosque semi-denso comprendían el 29% y el área sin bosque había bajado a 45%. En un lapso de 20 años, el bosque denso en la cuenca hidrográfica de Los Lavanderos aumentó 24%; el semi-denso, a su vez, aumentó un 14% mientras que las zonas sin cobertura boscosa se redujeron en un 38%. Es muy probable que las razones que se expresaron para justificar el retroceso de la frontera agrícola en la cuenca de Güinope sean las mismas para la de Los Lavanderos.

Cuadro 12. Tipo de cobertura vegetal en la cuenca hidrográfica correspondiente al sistema de agua de la comunidad de Los Lavaderos.

Tipo de cobertura vegetal	1975		1995	
	Área (ha)	% total	Área (ha)	% total
Bosque denso	1	2 %	11	26 %
Bosque semi-denso	7	15 %	12	29 %
Zona sin bosque	38	83 %	18	45 %
Total	46	100.0%	41	100.0 %

Después de determinar y discutir el grado de avance de la frontera agrícola en la cuenca de Los Lavaderos, se procedió con el análisis del avance de la frontera agrícola dentro de la zona de recarga hídrica del sistema de agua de esta comunidad. Los resultados estadísticos obtenidos del análisis de los mapas de cobertura vegetal de la zona de recarga del sistema de Los Lavaderos para 1975 y 1995 se presentan en los Cuadros 13 y 14, respectivamente.

Cuadro 13. Tipo de cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Los Lavaderos (1975)

Tipo de cobertura	Área (ha)	Porcentaje del total
Bosque Denso	0 ha	0 %
Bosque Semi-denso	0 ha	0 %
Zona sin bosque	4 ha	100 %
TOTAL	4 ha	100 %

Cuadro 14. Tipo de cobertura vegetal de la zona de recarga hídrica del sistema de agua de Los Lavaderos (1995)

Tipo de cobertura	Área (ha)	Porcentaje del total
Bosque Denso	0 ha	0 %
Bosque Semi-denso	4 ha	100 %
Zona sin bosque	0 ha	0 %
TOTAL	4 ha	100.0 %

En 1975, la zona estaba constituida en su mayoría por áreas sin cobertura boscosa. En un lapso de 20 años, hubo una sucesión vegetal en esa área, por lo que para 1995, la zona estaba compuesta en su mayoría por bosque semi-denso y guamil. Una característica distintiva de esta zona es que hay un área que hace varios años fue reforestada con cipreses y que éstos actualmente se encuentran en estado maduro. Las tierras aledañas a la zona de recarga, que se encuentran aguas abajo del punto de toma de agua y se caracterizan por ser de poca pendiente (10%, en promedio), deben ser consideradas como zonas de presión, ya que actualmente están siendo sometidas a actividades de agricultura intensiva. Sin embargo, estas actividades no tienen efecto sobre la cantidad y calidad del agua producida por la fuente.

4.2.2 Entrevistas informales

A partir de las reuniones y conversaciones personales que se sostuvieron con los miembros de la Junta de Agua se pudo determinar que a diferencia de la situación por la que está atravesando la Junta de Agua de Güinope, en Los Lavaderos no hay problemas internos graves de relaciones entre los miembros de la Junta de Agua. Sin embargo, se pudo inferir que les falta mucha organización y planificación como grupo. Los miembros de la Junta de Agua no tienen claras sus funciones, y se reúnen muy esporádicamente.

Un problema serio que existe en esta comunidad a nivel de la Junta de Agua es que no tienen un sistema de cobro eficiente por medio del cual obligar a los beneficiarios a pagar por el servicio, y como consecuencia de esto hay poco capital para el mantenimiento del sistema de agua. Por otra parte, la gente de la comunidad no está muy consciente o interesada en contribuir a darle mantenimiento a la presa ni al sistema de conducción y distribución del agua.

4.2.3 Percepción de la gente (Resultados de las encuestas)

El formato de la encuesta usado fue el mismo para ambas comunidades, en Los Lavaderos también se tomó en consideración el sexo del encuestado como una variable de importancia. Así como en el caso de Güinope, la mayoría de las personas encuestadas fueron mujeres. De hecho, de las 25 personas encuestadas, el 80% de los encuestados eran mujeres. El Cuadro 15 muestra la población encuestada en Los Lavaderos, diferenciada por sexo.

Cuadro 15. Distribución porcentual de la población encuestada por sexo (Los Lavaderos, 1996).

Género	Frecuencia (encuestados)	Porcentaje total
Masculino	5	20 %
Femenino	20	80 %
Total	25	100 %

En lo que se refiere a los problemas de abastecimiento de agua que más les afectan, el 68% de la población confirmó tener problemas de este tipo. Los problemas de abastecimiento de agua según el orden de importancia en la comunidad de Los Lavaderos, se presentan en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Problemas de abastecimiento de agua más comunes y que más afectan a los pobladores de la comunidad de Los Lavanderos (1996).

Tipo de problema	Frecuencia	Porcentaje afectado
No llega el agua	7	40 %
Llega poca agua	5	30 %
Cualquier combinación de los problemas mencionados	5	30 %
Total	17	100.0 %

La alta incidencia de estos problemas se debe a que no se le ha estado dando el mantenimiento adecuado al sistema de tuberías por la falta de presupuesto para la compra de materiales de reparación. Lo anterior se debe principalmente al incumplimiento en el pago de las tarifas mensuales por parte de los beneficiarios. Esto, en parte es culpa de la Junta de Agua por no tener un método eficaz de cobro y porque no ejerce medidas de presión que obliguen al usuario a pagar por el servicio.

El 64% de las personas encuestadas en la comunidad de Los Lavanderos afirmaron que conocen la zona de la presa. Como puede apreciarse, el porcentaje de gente que conoce la zona de la presa de Los Lavanderos es mayor que en el caso de Güinope, lo que podría deberse principalmente a que ésta se encuentra más cerca de la comunidad. No obstante, en Los Lavanderos también hay mucho desacuerdo entre los encuestados sobre el avance de la frontera agrícola y el efecto que ésta ha tenido sobre el bosque y su capacidad de producción de agua. El 50% de los que conocen la zonas sostiene que actualmente la zona está cubierta en su mayoría por bosque, mientras que el otro 50% cree que hay una combinación de coberturas de bosque, áreas de pastoreo, cultivos y guamil. En cuanto al tipo de cobertura vegetal de la zona, la mayoría reitera que, durante los últimos 20 años, la zona de presa ha estado cubierta en su mayoría por áreas boscosas.

Según los resultados obtenidos, el 100% de los encuestados le dan importancia a la presencia de bosques en la zona. Se puede inferir que en esta comunidad también hay cierto nivel de conciencia entre los pobladores acerca de la importancia de los árboles en la zona para la producción de agua del sistema. Asimismo, el conocimiento de la importancia de mantener el área con cobertura vegetal boscosa, podría ser determinante para el cese de las actividades agrícolas y/o ganaderas dentro de la misma.

Para discutir sobre el avance de la frontera agrícola en la zona de la fuente de Los Lavanderos, se consideraron tres puntos de importancia en la encuesta: la cantidad de bosque, la cantidad de áreas de cultivo y la cantidad de áreas de pastoreo (potreros). El Cuadro 17 muestra que el 72% de los encuestados piensan que actualmente en la zona hay mayor cantidad de área boscosa que la que había hace 20 años, mientras que 14% de ellos piensan que las áreas de bosque han disminuido y el otro 14% restante sostiene que las zonas boscosas se han mantenido igual.

Cuadro 17. Comparación de la cantidad actual de áreas de bosque con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Los Lavaderos, 1995)

Cantidad actual de bosque en la zona de la presa	Frecuencia	Porcentaje total
Menor cantidad	2	14 %
Mayor cantidad	10	72 %
Igual cantidad	2	14 %
Total	14	100.0 %

El segundo punto compara el área actual de cultivo dentro de la zona de la presa con la de hace 20 años y los resultados se presentan en el Cuadro 18. Según los resultados, el 50% de los encuestados piensan que el área de cultivo ha disminuido durante estos 20 años, un 36% sostiene que se ha mantenido igual, mientras que el 14% restante opina que ha aumentado.

Cuadro 18. Comparación de la cantidad actual de áreas de cultivo con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Los Lavaderos, 1995)

Cantidad actual de áreas de cultivo en la zona	Frecuencia	Porcentaje total
Menor cantidad	7	50 %
Mayor cantidad	2	14 %
Igual cantidad	5	36 %
Total	14	100.0 %

En cuanto al área de potrero en la zona, todas las respuestas fueron válidas, y los resultados de su análisis se presentan en el Cuadro 19. En este caso, los resultados indican que más de la mitad de los encuestados (56%) piensan que la cantidad de áreas de potrero dentro de la zona ha disminuido en estos 20 años. Un 38% dice que la cantidad de áreas de potrero se ha mantenido igual y el resto dice que ha disminuido.

Cuadro 19. Comparación de la cantidad actual de áreas de potrero con las de 1975, según la percepción de la comunidad (Los Lavaderos, 1995)

Cantidad actual de áreas de potrero en la zona	Frecuencia	Porcentaje total
Menor cantidad	1	6 %
Mayor cantidad	9	56 %
Igual cantidad	6	38 %
Total	16	100.0 %

Como se puede observar en los cuadros anteriores, la mayor parte de la gente encuestada en la comunidad de Los Lavanderos cree que en la zona de la presa la cantidad actual de áreas con cobertura boscosa y las áreas de potreros son mayores a las que habían hace 20 años, mientras que las áreas dedicadas a la agricultura han disminuido.

4.2.4 Comparación de la percepción vs. la evidencia científica

En Los Lavanderos también se observa que hay mucha variación en la opinión de la gente acerca del avance de la frontera agrícola en la zona de la presa. Sin embargo, en Los Lavanderos, un mayor porcentaje de la población conoce la zona de la presa.

El conocimiento que tienen los pobladores de la comunidad de Los Lavanderos, sobre lo que ha ocurrido en la zona de la presa durante estos 20 años, se asemeja mucho a la realidad presentada por la evidencia científica, o sea el mapeo a través de las fotografías aéreas. Según los resultados de las encuestas, la mayoría de las personas creen que durante los últimos 20 años la zona ha estado cubierta en su mayoría por bosques, y que la cantidad de bosque y áreas de potrero que hay ahora son mayores que las que habían en 1975. Lo anterior lo confirma la evidencia científica, obtenida a través de la comparación de las fotos aéreas. Ellos también creen que el avance de la frontera agrícola en esa zona no ha sido muy marcado en los últimos 20 años, lo cual también lo confirman las fotos aéreas. Sin embargo, su opinión difiere de la evidencia científica en que según el análisis de las fotografías aéreas, dentro de la zona de la presa no han habido actividades de pastoreo en los últimos 20 años.

4.3 INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD

Los indicadores de sostenibilidad seleccionados como parte del estudio se determinaron en base a los objetivos de la investigación. Las características intrínsecas de los indicadores se tomaron en cuenta como un criterio para la identificación y selección de los mismos. Se pretendió que con la identificación y selección de estos indicadores, se pudiera monitorear el efecto que tienen las actividades humanas sobre un sistema tan susceptible como lo es la zona de recarga hídrica de los sistemas de agua. Los indicadores sirven para determinar cuando un sistema está cerca de los límites tolerables de producción sostenible. Los indicadores que se identificaron, en este estudio, son los mismos para las zonas de recarga de ambas comunidades, y fueron seleccionados en base a los datos que podían ser observados y cuantificados en el campo ó a través de fotografías aéreas, y la información obtenida a través de las encuestas.

Para este efecto, los indicadores de la categoría “Recursos”, son determinables y aplicables para ser monitoreados a través de las fotos aéreas y visitas al campo; mientras que los indicadores de la categoría “Operación del sistema” son aplicables para ser monitoreados por medio de encuestas y entrevistas realizadas a la gente de las comunidades. Los indicadores que se seleccionaron y se propusieron para realizar el monitoreo de estos sistemas se presentan en el **Cuadro 20**.

SISTEMA	CATEGORÍA	ELEMENTO	DESCRIPTOR	INDICADORES	VARIABLES	FORMAS DE MONITOREO
Sistema de abastecimiento de agua	Base de recursos	Vegetación	Cobertura	% de cobertura de bosque total	Recursos, tiempo, población, necesidades	Comparación de fotos aéreas, visitas al campo con GPS
				% área forestal cubierta por bosque pinar	Recursos, tiempo, población, degradación del suelo	Comparación de fotos aéreas, visitas al campo con GPS
				% área forestal cubierta por bosque latifoliado	Recursos, tiempo, población	Comparación de fotos aéreas, visitas al campo con GPS
				% área deforestada	Recursos, tiempo, población, necesidades	Comparación de fotos aéreas, visitas al campo con GPS
				% área reforestada	Recursos, población, variables sociales, tiempo	Comparación de fotos aéreas, visitas al campo con GPS
				% área dedicada a agricultura o ganadería	Recursos, tiempo, población, necesidades, fertilidad del suelo	Comparación de fotos aéreas, visitas al campo con GPS, análisis de suelo, tenencia de tierras
				% área cubierta de guamil	Recursos, tiempo, fertilidad del suelo	Comparación de fotos aéreas, visitas al campo con GPS, análisis de suelo
	Operación del sistema	Agua	Abastecimiento	% población con problemas de abastecimiento de agua	Recursos, productividad, tiempo, infraestructura, distribución y acceso	Encuestas a la comunidad, registros y entrevistas con la J.A.
				% población con mayores problemas de agua en invierno	Recursos, productividad, tiempo, infraestructura, distribución y acceso	Encuestas a la comunidad, registros y entrevistas con la J.A.

Continuación.....

SISTEMA	CATEGORÍA	ELEMENTO	DESCRIPTOR	INDICADORES	VARIABLES	FORMAS DE MONITOREO
				% población con mayores problemas de agua en verano	Recursos, productividad, tiempo, infraestructura, distribución y acceso	Encuestas a la comunidad, registros y entrevistas con la J.A.
			Calidad	% población con problemas de calidad de agua disponible	Recursos, productividad, tiempo, infraestructura, distribución y acceso	Encuestas a la comunidad, registros y entrevistas con la J.A.
			Cantidad	% población con problemas de cantidad de agua disponible	Recursos, productividad, tiempo, infraestructura, distribución y acceso	Encuestas a la comunidad, registros y entrevistas con la J.A.
		Externos	Contribución local	% población que da mantenimiento a la zona	VARIABLES sociales, acceso a recursos, población, tiempo	Encuestas a la comunidad, listas de participantes, registros y entrevistas con la J.A.
				% población que ayuda a reforestar la zona	VARIABLES sociales, acceso a recursos, población, tiempo	Encuestas a la comunidad, listas de participantes, registros y entrevistas con la J.A.

V. CONCLUSIONES

- Para analizar el avance de la frontera agrícola en las zonas de recarga hídrica, primero se debe analizar el avance de la frontera agrícola dentro de la cuenca hidrográfica, ya que cualquier actividad que se esté realizando aguas abajo del punto de toma de agua puede ejercer cierto grado de presión sobre la zona de recarga hídrica.
- La frontera agrícola no pudo ser definida como tal porque la resolución de las fotografías aéreas de 1975 no permitió la definición exacta del tipo de actividades de producción (agrícola, ganadera o forestal) que se estaba realizando en las áreas sin cobertura forestal, por lo que esas áreas fueron denominadas como zonas sin cobertura boscosa.
- Según la evidencia científica, en general se puede afirmar que el avance de las áreas sin cobertura boscosa se redujo en las cuencas hidrográficas y zonas de recarga hídrica de los sistemas de agua de las comunidades de Güinope y Los Lavaderos durante los 20 años que abarcó el período de estudio. Por lo tanto, se puede afirmar que existió un aumento en la cantidad de áreas boscosas en las mismas.
- Del total de las personas encuestadas en ambas comunidades, menos de la mitad afirmó conocer la zona de la presa y pudo dar referencia sobre la misma. Sin embargo, en la comunidad de Los Lavaderos se observó un mayor porcentaje de personas que conocían la zona, posiblemente por la cercanía de ésta a la comunidad.
- La opinión y percepción que tiene los pobladores de las comunidades acerca de los cambios ocurridos en la cobertura vegetal ocurridos en las respectivas zonas de recarga, durante los últimos 20 años, difiere de lo que en realidad ha ocurrido en esas zonas al compararse con la evidencia mostrada por el análisis de las fotografías aéreas. Los pobladores no están realmente conscientes de los cambios o alteraciones que ocurren en la zona de recarga de la presa y cómo éstos afectan la capacidad de producción de agua del sistema.
- Las Juntas de Agua de las comunidades de Güinope y Los Lavaderos no cumplen con sus funciones de darle un mantenimiento mínimo necesario a las zonas de las presas y al sistema de agua en general, ya sea por falta de organización (caso de Los Lavaderos) o porque están siendo afectadas por diferencias y discrepancias entre sus miembros (caso de Güinope).
- Existe cierto grado de consciencia entre los pobladores acerca de la importancia de la presencia de árboles en la zona de la presa para la producción de agua. Sin embargo, necesitan ampliar y profundizar sobre este conocimiento para comprender la magnitud del riesgo e implicaciones a largo plazo que representaría perder la vegetación .
- Los indicadores de sostenibilidad seleccionados son aplicables tanto para la comunidad de Güinope y Los Lavaderos como para las demás comunidades que se encuentran en la RBY, ya que pueden ser usados como un patrón o marco de referencia con los cuales se puede determinar si el sistema está produciendo agua de manera sostenible o si se encuentra en o cerca de los límites tolerables de producción.
- Los problemas de abastecimiento de agua en el caso de Güinope son más localizados en unos de los barrios del casco urbano que fueron estudiados. En cambio, en Los Lavaderos, la ocurrencia de los problemas se generaliza por toda la comunidad.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios similares en las demás comunidades de la Reserva Biológica Yuscarán, que sirvan como referencia para la implementación de un programa de manejo integral de la RBY, ya que estas comunidades ejercen presión por el avance de la frontera agrícola en la reserva.
- Definir la tenencia de las tierras en la cuencas hidrográficas y en las zonas de recarga hídrica de las presas, identificando los dueños y el tamaño de sus parcelas, ya que este es un factor importante para la implementación de cualquier tipo de actividades de uso, protección y manejo que se desarrollan en las mismas.
- Determinar la cantidad de agua que producen los sistemas de agua en la actualidad (aforar) y comparar los datos de los niveles de producción de agua con los de años anteriores para determinar las fluctuaciones en la producción de agua de los sistemas.
- Identificar y especificar qué tipo de actividades de producción se desarrollan en las zonas de recarga hídrica de la presa y en sus áreas aledañas, para proporcionar una idea del grado de presión que se está ejerciendo sobre la zona, y determinar los niveles de fertilidad de suelo, rendimientos por hectárea, rendimientos económicos e índices de productividad en general de las zonas bajo estudio.
- Que las Juntas de Agua establezcan un sistema de cobro y pago eficiente que asegure el pago mensual de las cuotas por el servicio de agua, y de esta forma poder contar con los fondos para darle el mantenimiento necesario al sistema.
- Nominar una nueva Junta de Agua cuyos miembros, al ser propuestos y elegidos por medio de votación, cumplan con ciertos requisitos, como ser: nivel educativo mínimo, voluntad de servicios y capacidad de manejar y cumplir con su cargo y obligaciones. Es conveniente que los miembros no estén involucrados en demasiadas organizaciones comunitarias para que le dedique el tiempo suficiente y necesario a ésta.
- Levantar las encuestas en horas de la tarde (4 p.m. en adelante) para que haya igual probabilidad de encontrar a hombres y a mujeres en las viviendas y evitar el sesgo por sexo. Para esto, el encuestador podría quedarse durmiendo en las comunidades durante algunos días.
- Organizar e incentivar a la gente de las comunidades a participar activamente en las labores de mantenimiento, manejo y protección de la cuenca y del sistema en general.

VII. LITERATURA CITADA

- (AFE-COHDEFOR) ADMINISTRACIÓN FORESTAL DEL ESTADO-CORPORACIÓN HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL. 1997. Detección de cambios en la cobertura vegetal en Parque Nacional “Montaña de Celaque”, Parque Nacional “Montaña de Santa Bárbara” y Mapa forestal Zona de Reserva de Río Plátano. Siguetepeque, departamento de Comayagua, Hond., Proyecto PROFOR. 21 p.
- CAMINO V., R. DE; MÜLLER, S. 1993. Sostenibilidad de la agricultura y los recursos naturales; bases para establecer indicadores. San José, C.R., Proyecto IICA/GTZ. 134 p.
- DEXEL, B. 1995. El negocio con los animales; el comercio internacional con especies silvestres pone en peligro la diversidad biológica. D+C (Alemania) No. 6: 25-29.
- (DSE) DEUTSCHE STIFUNG FÜR INTERNATIONALE ENTWICKLUNG. 1990. Integration of management of tropical forests into regional development: report on seminar held in Kuala Lumpur, Malaysia in July 1990. Edited by DSE. Federal Republic of Germany, DSE. 147 p.
- ESPINAL, M.T.; CRUZ, A. 1992. Monografía de la aldea de Los Lavaderos. Escuela Abel Fonseca Flores (Los Lavaderos, municipio de Güinope, departamento de El Paraíso, Hond.). 12 p.
- FAO (ITALIA). 1990. Conservación de los suelos para los pequeños agricultores en las zonas tropicales húmedas; Boletín de suelos de la FAO no. 60. Roma, Italia, FAO. 122 p.
- HERRERA DE IZAGUIRRE, Z. 1992. Monografía del Municipio de Güinope. Instituto Güinope (Güinope, departamento de El Paraíso, Hond.). 92 p.
- IZQUIERDO G., V.A. 1994. Diagnóstico participativo agrosocioeconómico de la aldea de Los Lavaderos, municipio de Güinope, departamento de El Paraíso. Tesis Ing.Agr. Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 234 p.
- PORRITT, J. 1991. Salvemos La Tierra. Trad. por Ana Bermejo y ed. por Douglas Amrine. Londres, G.B., Ediciones Aguilar. p. 89-101.

- PROYECTO EAP/IFPRI/IDCR. 1996. Dinámica del uso de la tierra en laderas en la región central de Honduras: Evaluación de los cambios en la microcuenca de La Lima. Ed. por Nery Gaitán. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 18 p.
- SAWYER, J. 1986. Bosques tropicales. Trad. por Sylvie Peña. Morges, Suiza, WWF. 48 p.
- STADTMÜLLER, T. 1987. Los bosques nublados en el trópico húmedo. Turrialba, C.R., Universidad de las Naciones Unidas (UNU)/CATIE. 86 p.
- _____. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo. Turrialba, C.R., CATIE (Proyecto Silvicultura de Bosques Naturales). 48 p.
- STALLINGS, J.H. 1985. El suelo; su uso y mejoramiento. Trad. por Celedonio Sevillano Mayo. México, D.F., Méx., Editorial Continental. 480 p.
- SUÁREZ, L. 1992. La fragmentación de los bosques y la conservación de la fauna silvestre en las áreas protegidas; ponencias de Ecuador presentadas en el IV Congreso de parques nacionales y áreas protegidas. Caracas, Ven. p. 23-33.
- SUNDERLIN, W.D.; RODRÍGUEZ, J.A. 1996. Ganadería, bosques latifoliados y Ley de Modernización Agrícola en Honduras: El caso de Olancho. s.l., Center for International Forestry Research (CIFOR). 25 p.
- TALLER INTERNACIONAL DE ECOLOGÍA Y ECONOMÍA; ACTAS (1991, Turrialba, C.R.). 1991. Economía, política y recursos naturales en América Central. José Flores Rodas. Turrialba, C.R., (OLAFO) CATIE/UICN. 61 p.
- _____(1991, Turrialba, C.R.). 1991. Integración de las áreas protegidas con las zonas aledañas. Craig Macfarland. Turrialba, C.R., (OLAFO) CATIE/UICN. 61 p.
- UICN/PNUMA. 1990. Manejo de áreas protegidas en los trópicos. Trad. y ed. por Biocenosis, A.C. de México. Gland, Suiza y Cambridge, U.K., UICN. 314 p.
- VILLATORO, N. 1995. Caracterización biofísica y redefinición de límites de la Reserva Biológica Yuscarán, El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 103 p + xiv.
- WARK, K.; WARNER, C.F. 1990. Contaminación del aire; efectos y fuentes de los contaminantes del aire. Trad. por Carlos García Ferrer. México, D.F., Méx., Editorial LIMUSA. p. 17-65.
- YANCHAPAXI, D. 1996. Diagnóstico agrosocioeconómico y ecológico de la cabecera municipal de Güinope, El Paraíso, Honduras. Tesis Ing. Agr. Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 65 p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Ejemplos de algunas formas de aprovechamiento de los bosques

Productos de subsistencia:	Beneficios ecológicos:	Beneficios industriales:	Capital genético:
<ul style="list-style-type: none"> • Agua • Leña • Materiales de construcción • Forraje • Frutas • Nueces • Miel • Medicinas • Tintura • Carbón vegetal 	<ul style="list-style-type: none"> • Conservación del suelo • Protección de la cuenca • Hidrografía • Fertilidad del suelo • Sombra • Protección contra el viento • Prevención de inundaciones • Desprendimientos de terreno • Retención de agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Palos • Madera contrachapada • Madera chapeada • Papeles y cartones • Gomas y resinas • Aceites • Exportaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Variedades usadas para los cultivos • Cultivos • Medicinas • Productos químicos industriales

Fuente: Sawyer, 1986

Anexo 2. Ubicación geográfica de las comunidades de Güinope y Los Lavaderos en el departamento de El Paraíso, Honduras

Anexo 3. Ubicación geográfica de las cuencas hidrográficas y zonas de recarga hídrica de Güinope y Los Lavaderos

Anexo 4

ENCUESTA

No. encuesta: _____

Comunidad: _____

Barrio: _____

Encuestador: _____

Sexo: ___ M ___ F

Ocupación: _____

Hace cuánto tiempo vive en la comunidad? ___ <10 años ___ 10-20 años ___ >20 años

Cuántos miembros hay en su familia? ___ Adultos ___ Niños ___ Total

1. ¿Su casa está conectada al sistema de agua de la comunidad?

___ Sí ___ No

Si su respuesta es SÍ, pase a la pregunta No. 3.

2. ¿Si usted no tiene conectada su casa al sistema de agua potable, de dónde obtiene el agua que ocupa?

___ De una quebrada

___ De una llave pública

___ Un vecino/amigo que tiene llave me regala

___ Un vecino/amigo que tiene llave me vende

___ otros, especifique: _____

3. ¿Ha tenido problemas con el abastecimiento de agua potable últimamente?

___ Sí, he tenido problemas

___ No, todo ha estado bien

Si su respuesta es NO, pase a la pregunta No. 6.

4. ¿Qué tipo de problemas ha tenido?

___ A veces no llega el agua

___ A veces llega poca agua

___ A veces llega con mal olor

___ A veces llega con mal sabor

___ A veces se ve sucia

___ Otros, especifique: _____

5. ¿En qué época del año tiene usted más problemas con el agua y cuál es el problema principal

___ En Invierno, y el problema principal es: _____

___ En Verano, y el problema principal es: _____

___ Hay problemas todo el año, pero el principal es: _____

6. ¿Se le está dando mantenimiento al sistema de agua?

- Sí, se le está dando mantenimiento
 No, no hay mantenimiento para el sistema
 No sé

7. ¿Quién se encarga de darle mantenimiento al sistema?

- La Junta de Agua
 El Patronato
 Toda la comunidad
 Otro, especifique: _____

8. ¿Qué hace la Junta de Agua para darle mantenimiento al sistema de agua?

- Cobra todos los meses y con ese dinero, compra los materiales con los cuales le dan mantenimiento al sistema
 Organizar a la comunidad por lo menos una vez al año para darle mantenimiento a la línea de la tubería
 Revisar las líneas del sistema de agua, para buscar fugas
 La Junta de Agua no ha hecho nada
 Otros, especifique: _____

9. ¿Usted ha ayudado alguna vez con el mantenimiento o reparación del sistema?

- Sí No

¿Qué hizo? _____

¿Hace cuánto tiempo fue eso? _____

10. ¿Usted conoce dónde quede la presa o fuente de agua?

- Sí, conozco donde queda
 No, no sé donde queda

Las siguientes preguntas se refieren a la zona de la presa o fuente de agua. Si no sabe nada sobre la misma, pase a la pregunta No. 16.

11. ¿Qué tipo de usos se le ha dado a la tierra de los alrededores de la presa? (Marque con una "X").

	Bosque	Pasto	Cultivo	Guamil	Otros
Actualmente					
Hace 5 años					
Hace 10 años					
Hace 20 años					

12. En la zona de la presa hay:

- a) menos más igual cantidad de áreas de potreros ahora que hace 20 años
b) menos más igual cantidad de áreas de cultivos ahora que hace 20 años
c) menos más igual cantidad de áreas de bosque ahora que hace 20 años

13. ¿Qué actividades se están realizando en las áreas de bosque que rodean la presa?

- Extracción de leña
 Extracción de madera
 Cultivos
 Resinación
 Pastoreo
 Ninguna actividad
 Otros, especifique: _____

14. ¿Han habido incendios en los alrededores de la presa?

- Sí, han habido incendios en esa área
 No han habido incendios en esa área
 No sé

Si su respuesta es NO o NO SÉ, pase a la pregunta No. 16.

15. ¿Con qué frecuencia han habido incendios en los alrededores de la presa?

- Todos los años
 Mas o menos cada dos años
 La última vez fue hace unos cinco años
 La última vez fue hace unos diez años
 La última vez fue hace más de diez años
 No lo recuerdo

¿Cuántas veces al año hay incendios en la zona?

- 1 vez al año 2 veces al año 3 veces al año No sé

16. ¿Cree usted que es importante que en la zona de la presa hayan árboles?

- Sí, es importante
 No, no es importante

Explique porqué es o no importante: _____

17. ¿Qué cree usted que pasaría con el agua del sistema si no hubieran árboles en la zona de la presa?

- Bajaría un poco la cantidad de agua que recibiría la comunidad
 Se secaría la presa completamente y no habría agua para la comunidad
 Nada, los árboles no tienen nada que ver con que haya o no agua para la comunidad
 Otros, especifique: _____

18. ¿Cree usted que es importante la reforestación en esa zona?

- Sí No

¿Porqué sí o porqué no?

- Porque los árboles hacen que se vea bonito el lugar
 Porque los árboles protegen las fuentes de agua
 Porque los árboles no tienen nada que ver con que haya o no agua en la comunidad
 No sé porqué
 Otros, especifique: _____

19. ¿Hay algún plan para reforestar el bosque de la zona de la presa?
___ Sí ___ No

¿Quién está a cargo de esto?

- ___ El Patronato
- ___ La Junta de Agua
- ___ La Escuela de la comunidad
- ___ Toda la comunidad

20. ¿Con qué frecuencia se ha reforestado la zona de la presa o fuente de agua?

- ___ Todos los años
- ___ Mas o menos cada dos años
- ___ Mas o menos cada cinco años
- ___ Hace más de cinco años que no se ha reforestado la zona
- ___ No sé

21. ¿Cómo se podría resolver el problema de la falta de protección de la fuente de agua y mantenimiento del sistema de agua?

- ___ La comunidad misma debe reforestar la zona de la presa y limpiar constantemente las líneas de tubería
- ___ Se le debería pedir ayuda al Gobierno o a otra institución
- ___ No hay nada que hacer porque todo está bien
- ___ Otros, especifique: _____