

ZAMORANO
Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente

**Modelo de manejo de recursos naturales para
la Microcuenca de la Quebrada La Laguna,
Maraita, Francisco Morazán, Honduras**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar al título
de Ingeniera en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente en el grado
académico de Licenciatura.

Presentado por:

Alexandra Maribel Manueles Lorenzo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

La autora concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reserva el derecho de autor.

Alexandra Maribel Manueles Lorenzo

Zamorano, Honduras
Diciembre, 2007

**Modelo de manejo de recursos naturales
para la Microcuenca de la Quebrada La Laguna,
Maraita, Francisco Morazán, Honduras**

Presentado por:

Alexandra Maribel Manueles Lorenzo

Aprobado por:

Nelson Agudelo, M.Sc.
Asesor principal

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

Erika A. Tenorio, M.Sc.
Asesora

Raúl Espinal, Ph.D.
Decano Académico

Santos Damas, M.Sc.
Asesor

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

DEDICATORIA

A mis adorados padres Rosa Elvira Lorenzo de Manueles y Francisco Manueles quienes me aman, me dirigen por los buenos caminos y sobre todo me han hecho conocer el verdadero sentido de la vida .Ellos quienes día a día luchan para apoyarme económica y emocionalmente.

A mis queridos hermanos Wilman Jairo y Henry Noriel a quienes aprecio mucho y me siento comprometida por ayudarlos a crecer con éxito.

A mis queridos abuelos Francisca Lorenzo, Concepción Lorenzo y Bartolomé Manueles por su gran aprecio y apoyo.

AGRADECIMIENTO

Al Señor Jesucristo, por darme la vida, sabiduría y fuerza para lograr mis objetivos.

Agradezco a mis padres, por el apoyo económico y emocional. También agradezco a mis hermanos y tíos (as).

Un agradecimiento muy especial al Ing. Nelson Agudelo, mi asesor principal, por toda la confianza depositada en mi persona, por su amistad, por su apoyo, conocimientos y disposición incondicional en todo el desarrollo del proyecto.

A la Ing. Erika Tenorio por el apoyo, amistad, la confianza, la motivación y la disposición para brindarme sus conocimientos.

Al Ing. Santos Damas y a la Ing. Paola Domínguez por el apoyo, amistad y conocimientos que me brindaron para realizar este proyecto.

Agradezco al Sr. Jorge Araque por su apoyo, conocimientos y amistad.

Al proyecto de Salud y Educación de Zamorano y en especial al ingeniero Franklin Sierra por el aporte económico brindado para realizar el proyecto de tesis.

Al Ing. Nahun Valladares por el apoyo, dedicación al trabajo y los conocimientos. Gracias por contribuir con el módulo de tercer año para finalizar mi proyecto.

Al Sr. Carlos Rivera, miembro de la comunidad La Laguna, por su apoyo, amistad, conocimientos, dedicación y perseverancia por realizar la investigación.

Al Ing. Ricardo López por el apoyo, motivación y por su amistad.

A mis compañeras y amigas de habitación Lía Guardiola Ponce y Claudia Vallejo por compartir los buenos y malos momentos, por la amistad y la motivación.

A mi amiga Reyna Zavala por su gran amistad y apoyo.

A todos los miembros de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, por su amistad y apoyo.

A los miembros de la comunidad La Laguna por el apoyo y esfuerzo por formar parte de la investigación.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

Agradezco profundamente a la Fundación W.K Kellogg por el financiamiento de mis estudios en estos cuatro años. Gracias por esta oportunidad que me hizo crecer como persona y se convirtió en la base de mi vida profesional.

Agradezco a la Asociación Pueblo Franciscano de Muchachos y Muchachas (APUFRAM), especialmente al Ing. Manuel Cartagena, por el apoyo financiero y la oportunidad de continuar mis estudios dentro y fuera de la institución.

RESUMEN

Manueles, Alexandra. 2007. Diseño de modelo de manejo de recursos naturales para la microcuenca de la Quebrada La Laguna, Maraita, Francisco Morazán, Honduras. Proyecto de graduación del Programa de Ingeniería en Desarrollo Socioeconómico y Ambiente, Zamorano, Honduras. 52 p.

La mayoría de las comunidades rurales se abastecen de agua proveniente de zonas de recarga hídrica en cuencas de montaña. Estas zonas sufren procesos de degradación, provocadas por las actividades agrícolas y ganaderas tradicionales, y por las explotaciones forestales que se realizan en las mismas. La microcuenca de la Quebrada La Laguna ubicada en el municipio de Maraita, Francisco Morazán es un ejemplo de esta problemática. Con el fin de contribuir al manejo sostenible de los recursos naturales y mejorar las condiciones de vida de la población de esta microcuenca se diseñó un modelo de manejo de recursos naturales. Este modelo se elaboró a partir de un diagnóstico técnico que evaluó factores como cantidad y calidad de agua, zonas de vida, uso actual de suelos, conflictos en el uso de la tierra, estado de las zonas de recarga y actividades productivas. Este diagnóstico técnico fue fortalecido con procesos participativos en los que los actores locales identificaron y comprendieron las problemáticas sociales, económicas y ambientales que enfrentan actualmente y al mismo tiempo propusieron las alternativas de solución. Uno de los problemas más tangibles identificados a través de este proceso es el de escasez e inadecuada calidad de agua que abastece a la población de la microcuenca. Frente a esta situación se deberá intervenir bajo un enfoque de manejo integrado de cuencas, implementando nuevas tecnologías en los procesos productivos y participativos de la microcuenca, tales como bancos proteicos-energéticos en el sector ganadero, bandas de enriquecimiento en zonas de recarga hídrica, tratamientos de agua para consumo humano y otros que se plantean en las estrategias de manejo. Para la implementación y seguimiento de este modelo se propone la creación de un organismo gestor intercomunal, llamado comité de manejo integrado de cuencas.

Palabras claves. Zonas de recarga hídrica, manejo integrado de cuencas, bancos proteicos-energéticos, bandas de enriquecimiento, calidad de agua, cantidad de agua, degradación.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Hoja de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Agradecimientos a patrocinadores	vi
Resumen	vii
Contenido	viii
Índice de cuadros.....	x
Índice de figuras	xi
Índice de anexos	xii
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2 LÍMITE DEL ESTUDIO.....	2
1.3 OBJETIVOS.....	2
1.3.1 General	2
1.3.2 Específicos.....	2
2. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 RECURSOS HÍDRICOS DEL MUNDO.....	3
2.2 RECURSOS HÍDRICOS EN LATINOAMÉRICA	3
2.3 RECURSOS HÍDRICOS EN HONDURAS	4
2.4 CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE MONTAÑA	4
2.5 IMPORTANCIA DEL MANEJO DE INTEGRADO DE CUENCAS.....	5
2.6 CALIDAD DE AGUA EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS.....	5
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	7
3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	7
3.3 ASPECTOS BIOFÍSICOS	7
3.3.1 Clima	7
3.3.2 Altitud.....	7
3.3.3 Geología	7
3.4 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO	8
3.4.1 Delimitación de la microcuenca	8
3.4.2 Levantamiento del mapa de zonas de vida.....	8
3.4.3 Levantamiento del mapa de la red de drenaje	8
3.4.4 Levantamiento del mapa de pendientes.....	8

3.4.5 Levantamiento del uso actual de la tierra	8
3.4.6 Levantamiento de la zona de recarga	8
3.4.7 Levantamiento de la cantidad y calidad de agua	8
3.4.8 Caracterización socioeconómica de la comunidad de La Laguna.....	9
3.5 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	9
3.5.1 Medición de los parámetros geomorfométricos de la microcuenca	9
3.5.2 Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca	11
3.5.3 Evaluación de la cantidad de agua de la microcuenca	11
3.5.4 Evaluación de conflictos en el uso de la tierra	11
3.5.5 Evaluación socioeconómica de la comunidad de La Laguna.....	11
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1 DELIMITACIÓN Y ÁREA DE LA MICROCUENCA.....	12
4.2 PARÁMETROS GEOMORFOMÉTRICOS.....	13
4.3 RED HIDROLÓGICA	13
4.4 USO ACTUAL DE LA TIERRA.....	16
4.4.1 Bosque mixto y ganadería	17
4.4.2 Pastos.....	17
4.4.3 Huerto mixto.....	17
4.4.4 Otros usos	17
4.5 PENDIENTES DE LA MICROCUENCA.....	18
4.6 ZONAS DE VIDA	19
4.7 ZONAS DE RECARGA HÍDRICA.....	20
4.8 CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA.....	21
4.9 CONFLICTOS DE USO DE LA TIERRA.....	22
4.10 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA	24
4.11. MODELO DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES PARA LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA LAGUNA, MARAITA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS.....	26
4.11.1. Introducción.....	26
4.11.2. Objetivo general	26
4.11.3. Componentes de manejo.....	26
4.11.3.1. Componente de manejo de recursos forestales.....	26
4.11.3.2. Componente de agricultura y ganadería sostenible	30
4.11.3.3. Componente de infraestructura.....	33
4.11.3.4. Calidad de agua	34
5. CONCLUSIONES	35
6. RECOMENDACIONES	36
7. BIBLIOGRAFÍA	38
8. ANEXOS	40

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1. Demanda de agua en Honduras.	4
2. Norma Técnica Hondureña para la calidad de agua potable	6
3. Parámetros geomorfométricos.....	13
4. Caudales de manantiales y obras tomas	15
5. Inventario de la ganadería existente en la microcuenca	17
6. Categorías de pendientes de la microcuenca.	19
6. Indicadores de contaminación fecal del agua de uso doméstico.	22
7. Parámetros físicoquímicos del agua de uso doméstico.	22
8. Población de la comunidad de La Laguna, Maraita.	25
9. Servicios básicos existentes en la comunidad La Laguna, Maraita.....	25
10. Especies con potencial de utilización para la restauración de la zonas de recarga. ...	27
11. Especies con potencial de utilización para la restauración del bosque de galería, en el bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS)	29
12. Especies con potencial de utilización para la restauración del bosque de galería, en el bosque húmedo subtropical (bh-S).	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1. Límites de la microcuenca de la Quebrada La Laguna.	12
2. Mapa de la red hidrológica de la microcuenca.....	14
3. Distribución de manantiales en la microcuenca.	15
4. Uso actual de la tierra de la microcuenca.....	16
5. Pendientes de la microcuenca.....	18
6. Zonas de vida de la microcuenca.....	20
7. Zona de recarga de la microcuenca.	21
8. Mapa de conflictos en el uso de los suelos de la microcuenca.....	24

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Especies arbóreas de la microcuenca La Laguna	41
--	----

1. INTRODUCCIÓN

Si bien es cierto que se vive en un planeta azul, siendo la mayor parte de agua salada. El agua dulce disponible para el consumo humano, la agricultura, la industria y otros usos es limitada y cada día se vuelve más escasa. Ello conlleva a una fuerte presión sobre la extracción de aguas subterráneas y la creación de conflictos entre los usuarios de las aguas superficiales.

Los recursos naturales principalmente el agua, el bosque y el suelo se ven afectados por las grandes explotaciones insostenibles de los mismos, por la falta de estrategias de manejo y de organización de los individuos, por la no aplicación de las políticas y por el poco conocimiento y cambio de conducta de los usuarios en el aprovechamiento de los recursos y como resultado la población se ve afectada en términos de acceso y calidad.

A pesar, de las grandes debilidades en el manejo de los recursos, en los últimos años se ha venido trabajando bajo el concepto de Manejo Integrado de Cuencas Hidrográficas que toma como punto de partida y eje unificador el recurso agua y se enfoca en la gestión participativa, con el fin de lograr el manejo sostenible de los recursos y mejorar las condiciones de vida de la población. Sin embargo, con la limitada adopción, aun continúan los grandes conflictos ambientales, altos índices de pobreza y los problemas de sequía y escasez de agua que amenazan la seguridad alimentaría de una población en crecimiento.

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA, 2005), expresa que en Honduras existe una presión sobre las cuencas hidrográficas, la cual es producto de las inadecuadas prácticas de producción y ampliación de la frontera agrícola, inseguridad de la tenencia de la tierra, administración inadecuada del recurso agua y explotaciones forestales que afectan la producción de agua en las cuencas de montaña. Además, existe una competencia de instituciones que gestionan la cobertura de infraestructura y no la calidad y cantidad del recurso agua.

La crisis por escasez y contaminación de agua, amenaza la seguridad alimentaría y la salud de la humanidad. El crecimiento de las explotaciones de los recursos naturales, principalmente el bosque, se enfrenta a impactos negativos. Estas razones conllevan a la planificación y al establecimiento de modelos de manejo de los recursos bajo el enfoque de manejo integrado de cuencas. La microcuenca de la Quebrada La Laguna ubicada en el municipio de Maraita, Francisco Morazán, Honduras se enfrenta a serios problemas de degradación. En este sentido, es urgente y necesario el diseño e implementación de un modelo de manejo que garantice el mantenimiento de los recursos naturales y mejore la calidad de la vida de los habitantes.

“El agua es la madre del vino, la enfermera y la fuente de la fecundidad, el embellecimiento y la renovación del mundo”.

Charles Mackay

1.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La microcuenca de la Quebrada La Laguna ubicada en el municipio de Maraita, pertenece a una unidad hidrológica de montaña y como tal posee la zona de recarga o de formación de acuíferos. La eliminación del bosque maduro en esta zona, complementada con la ganadería de tipo extensivo, la destrucción casi total del bosque de galería y la carencia de prácticas de conservación de suelos, se transforman en las responsables directas de la no sostenibilidad del recurso hídrico en términos cualitativos y cuantitativos. Finalmente, la base de recursos naturales esta fuertemente alterada y los habitantes viven en estrés hídrico.

1.2 LÍMITE DEL ESTUDIO

El presente modelo de manejo es específico para la microcuenca de la Quebrada La Laguna y la implementación está bajo la responsabilidad de los actores comunitarios, gobierno local y las instituciones que apoyen la ejecución del modelo. Sin embargo, puede servir de base para otros estudios y ser de carácter demostrativo para las áreas de influencia o decisiones de política en el tema.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 General

Diseñar un modelo de manejo de recursos naturales para la microcuenca de La Quebrada La Laguna, con el fin de mejorar las condiciones de vida de los habitantes y contribuir al manejo sostenible de los recursos de la misma.

1.3.2 Específicos

- Evaluar las condiciones actuales de los recursos naturales existentes en la microcuenca, tomando en consideración aspectos biofísicos y socioeconómicos.
- Evaluar la cantidad y calidad de agua que produce la microcuenca.
- Proponer un esquema de restauración para los bosques de galería y zonas de recarga hídrica.
- Involucrar a los actores comunitarios en el proceso de gestión de los recursos naturales.
- Diseñar un modelo de manejo que sea de carácter demostrativo y que pueda ser replicado en la región.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 RECURSOS HÍDRICOS DEL MUNDO

De acuerdo a las proyecciones de consumo de agua del International Food Policy Research Institute (IFPRI, 2002), la demanda de agua en el mundo está creciendo rápidamente y este recurso se vuelve escaso, lo que afecta y pone en riesgo la salud y seguridad alimentaria de la población, que está en constante crecimiento. Se estima que en el año 1995 se consumió en el mundo 3,911.5 Km³ de agua y se espera que para el 2025 aumente en un 22% es decir a 4,772 Km³. A la vez explica, que si no se hacen cambios en el manejo sostenible del recurso agua y se buscan las mejores formas de producción, aumentará la extracción y presión sobre el agua subterránea y el agua superficial estará en una gran crisis. En el mundo una gran proporción de agua se destina para usos agrícolas (riego) y en segundo lugar, para usos domésticos, en estas estimaciones no se toman en cuenta los usos ambientales.

Según la FAO (2007), actualmente 1,100 millones de personas no tienen acceso a agua potable en cantidad y calidad adecuada para sus necesidades diarias, y 2,600 millones carecen de instalaciones de saneamiento aceptables. Para el 2025, más de 2,800 millones de personas en todo el mundo vivirán en países o en regiones donde habrá falta de agua. Se considera que existe carencia cuando la disponibilidad de agua por habitante es inferior a 1,700 m³/año, considerando un umbral de consumo necesario para cubrir las necesidades de agua para agricultura, la industria, el uso domestico, la energía y el ambiente.

2.2 RECURSOS HÍDRICOS EN LATINOAMÉRICA

De acuerdo a la FAO (2007), la región de América Latina, esta bien dotada con recursos hídricos. Sin embargo, existen grandes variaciones y desigualdades entre los países en cuanto a la disponibilidad de agua. Esto surge a consecuencia del rápido crecimiento de la población, por la urbanización, el turismo y el desarrollo rural. En la región ya existe una tensión por falta de agua, porque la demanda en calidad y cantidad está aumentando. Frente a esta situación se hacen grandes inversiones masivas para infraestructura, y aún resulta difícil buscar un manejo integrado de los recursos hídricos porque no existen regulaciones y legislaciones por parte de los gobiernos, el abastecimiento de agua es subvencionado por organismos centralizados y con funciones excesivas, además existe una insuficiente participación de las partes interesadas.

Según IFPRI (2002), se ha estimado que para el año 2025, alrededor del 85% de la población total de Latinoamérica vivirá en zonas urbanas, lo que indica que se incrementará la extracción de agua para consumo humano, agrícola, industrial y otros. Adicionalmente, si no se manejan los recursos hídricos de manera sostenible e integrada, aumentará la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, y

existirán también conflictos entre los diversos usuarios que compiten por los usos actuales y futuros.

2.3 RECURSOS HÍDRICOS EN HONDURAS

La Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA, 2004), explica en el Balance Hídrico de Honduras (BHH), que el país se encuentra dividido en 19 cuencas hidrográficas, siendo las más grandes las del Río Patuca con un área de 23,898 Km² y la del Ulúa con 22.817 Km², se calcula que aportan 86,294 hm³/año¹. La cuenca del Río Choluteca tiene un área de 7,580 Km², aporta 3,032 hm³/año y desemboca en el Océano Pacífico.

Según SERNA (2004), la cobertura de agua potable en Honduras para el año 2003, estaba en el orden del 80% al 90% del total de la población. En cuanto a la cobertura de saneamiento es menor, en el orden del 65 ó el 75% del total. El Cuadro 1 presenta el crecimiento poblacional y la demanda de agua en Honduras para los diferentes usos, con su correspondiente coeficiente de retorno, a partir del año 2003 hasta el 2025.

Cuadro 1. Demanda de agua en Honduras.

	2003	2025	Coeficiente de retorno por uso (%)
Población	6.739.779	14.625.000	
Demanda/usos	hm³/año	*hm³/año	
Uso poblacional	314.99	768.86	80
Uso industrial	114.03	76.29	80
Uso agrario	1,153	6,121	20
Uso energético	300	300	95

Fuente: SERNA. 2004.

De acuerdo a lo que se expone en el informe (BHH, 2004), la demanda total estimada en la actualidad es de 1,900 hm³/año y se cubre con aproximadamente 165 hm³/año de agua subterránea y el resto con agua superficial. También se destaca la importancia de la demanda del sector agrario que tiene un peso de 90% con respecto a los otros usos y se estima que cobra un peso mayor siendo 97% para el año 2025, si se aumenta de 75,000 a 400,000 hectáreas bajo riego.

2.4 CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE MONTAÑA

Alianzas para las Montañas (2007), expresa que gracias al ciclo hidrológico y a la forma, tamaño y a la composición de las cuencas de montaña, más de la mitad de la humanidad depende del agua que proviene de estas cuencas para beber, producir alimentos, electricidad, hacer funcionar la industria y como medio de transporte. En

¹ 1 hm³ (hectómetro cúbico) equivale a un millón de metros cúbicos.

las zonas húmedas del mundo, las montañas proporcionan del 30% al 60% del agua dulce que se consume aguas abajo y en las zonas áridas y semiáridas, proporcionan del 70% al 95% del agua dulce, destinada a varios usos. En las cuencas de montaña predominan las explotaciones forestales insostenibles, prácticas agrícolas inadecuadas, y conflictos por escasez y es aquí que toma importancia la gestión cuidadosa de las montañas y de los recursos hídricos que ellas mantienen para la seguridad y la supervivencia de la población a largo plazo.

2.5 IMPORTANCIA DEL MANEJO DE INTEGRADO DE CUENCAS

Alianzas para las Montañas (2007), da a conocer que el agua es un recurso colectivo y que en todo el mundo hay 214 cuencas fluviales, donde vive el 40% de la población del planeta siendo estas compartidas por dos o más países. Pero muy a menudo, en donde se requiere cooperación como la clave de la protección y distribución equitativa del recurso agua, existen conflictos entre los usuarios. Comúnmente los problemas se deben a la utilización del agua entre las zonas altas y bajas de las cuencas. Pero en muchas zonas de las partes altas los pobladores son los más pobres que los de aguas abajo y cuentan con menor influencia en la toma de decisiones. Estos pobladores en la lucha por sobrevivir, se ven obligados a arrancarle el sustento a tierras marginales y a talar árboles en cantidades insostenibles.

De acuerdo a lo que plantea la FAO (2007) y Chica (2006), por las razones mencionadas anteriormente, para asegurar la conservación del agua dulce de las montañas, el primer paso es romper el ciclo de pobreza, hacer participar a los pobladores en los procesos de toma de decisiones, crear nuevos estilos de planificación, insertar tecnologías limpias, fortalecer procesos sociales y económicos de las comunidades y la gestión participativa entre las organizaciones de base, instituciones y actores locales o externos que actualmente se conoce como procesos de cogestión que busca la sinergia en las capacidades e intereses de las partes involucradas.

2.6 CALIDAD DE AGUA EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS

Uno de los principales usos del agua de montañas es para consumo humano. Por tal razón, la Cap-Net (2007) explica que en la gestión integrada de los recursos hídricos del sector de agua potable y saneamiento, es de suma importancia la calidad del agua para la salud humana y el bienestar. La calidad se asegura mediante protección de las fuentes, junto con el tratamiento eficiente de la misma. Si la calidad es alta existe un alto grado de confiabilidad por parte de los usuarios y se incrementa así la productividad.

De acuerdo a Tenorio (2007), la calidad del agua en una cuenca responde a dos variaciones: geográfica, es decir que la calidad cambia por zonas de la cuenca y áreas de drenaje; la segunda es la variación temporal, esta indica que la calidad varía de acuerdo a las estaciones climáticas (por ejemplo en verano e invierno).

El Ministerio de Salud de Honduras basado en la Organización Panamericana de la Salud, tiene establecida una norma técnica nacional para la calidad de agua potable, la

cual tiene como objetivo proteger la salud pública, mediante el establecimiento de los niveles adecuados y permisibles. Algunos parámetros de calidad de agua se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Norma Técnica Hondureña para la calidad de agua potable

Parámetros	Unidades	Valor recomendado	Valor máximo permisible
Fisicoquímicos			
Temperatura	° C	18	30
pH	-	6.5	8.5
Conductividad	µS/cm	400	-
Oxígeno Disuelto	mg/l	-	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/l	-	1,000
Turbidez	UTN	1	5
Bacteriológicos			
Coliformes	UFC/100ml	0	0
Coliformes Fecales	UFC/100ml	0	0
Coliformes Totales	UFC/100ml	0	0

Fuente: Comité Técnico Nacional de calidad de agua, Ministerio de Salud. 1995.

A continuación se definen los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos:

a. Análisis bacteriológico. Se refiere a la evaluación de los indicadores de contaminación fecal y bacteriana destinada al consumo. Permite identificar las posibles amenazas a la salud.

b. Turbidez. Indica la presencia de partículas en suspensión que pueden transportar contaminantes y patógenos que perjudican la salud humana y los organismos acuáticos.

c. Sólidos Totales Suspendidos (STS). Partículas en suspensión provenientes de los procesos de sedimentación, provocada por la erosión de suelos y es un indicador de contaminación por los compuestos que el agua conlleva por medio de la escorrentía.

d. Conductividad. Capacidad para transmitir corrientes eléctricas y esta capacidad está dada por las concentraciones de sales minerales disueltas en el agua. Una baja conductividad indica que el agua no está contaminada.

e. Oxígeno Disuelto (OD). El oxígeno disponible en los cuerpos de agua es un indicador de la existencia de vida acuática y si ésta existe, indica que el agua no está expuesta a grandes cantidades de contaminantes. Si el oxígeno disuelto es bajo indica que el agua está contaminada.

f. pH. Indica la acidez o la alcalinidad del agua. A un pH muy ácido y/o muy alcalino no podrán sobrevivir algunos organismos acuáticos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

La microcuenca de la Quebrada La Laguna se encuentra ubicada en el municipio de Maraita, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Se localiza a una distancia de 19 Km, al suroeste de Zamorano en la carretera que conduce a Maraita. Pertenece a la subcuenca del Río Yeguaré que vierte sus aguas al Río Choluteca.

3.2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente la microcuenca de la Quebrada La Laguna, esta ubicada entre las coordenadas geográficas: 87°03'72'' - 87°01'78'' N y entre 13°92'19'' - 13°89'44'' W y los límites correspondientes son: al Norte con la aldea El Chagüite, al Sur con la comunidad de las Quebraditas, al Este con la aldea El Chagüite y al Oeste con la aldea de Linderos, todas estas aldeas pertenecen al municipio de Maraita.

3.3 ASPECTOS BIOFÍSICOS

3.3.1 Clima

Según Agudelo (2007), la temperatura media anual en la parte alta es de unos 20 °C, en la media es de 23 °C y en la zona baja es de 28 °C y la precipitación anual en el cerro más alto (oscuro) es de 2000 mm, en la parte media-alta es de 1700-1800 mm y en la baja es del orden de 1300-1400 mm.

3.3.2 Altitud

La microcuenca se extiende desde los 1,020 msnm hasta 1,370 msnm, aproximadamente.

3.3.3 Geología

Taxonómicamente los suelos de la microcuenca La Laguna se clasifican como Ustorthents, esto quiere decir que son suelos de menos de 1700 msnm, precipitación media anual de 1400 mm, temperatura promedio anual de 22 °C y estos suelos en el año pasan secos por 90 días o más acumulativos.

3.4 METODOLOGÍA DE LEVANTAMIENTO

3.4.1 Delimitación de la microcuenca

Para determinar el límite de la microcuenca se recorrió el parte aguas de la misma con el apoyo de un miembro de la comunidad, y se hizo uso de un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para la toma de puntos. Una vez finalizado el trabajo de campo se procesaron los datos en la Unidad de Sistemas de Información Geográfica de Zamorano (USIG), utilizando ArcGIS 9.0, específicamente el programa de ArcMap, produciendo así la delimitación de la microcuenca. Posteriormente se utilizó una hoja cartográfica a escala 1: 50,000 del Instituto Geográfico Nacional (IGN) perteneciente a Maraita para delimitar la microcuenca dentro de la misma.

3.4.2 Levantamiento del mapa de zonas de vida

Se determinó con visitas de campo por un experto en identificación de zonas de vida, realizando transeptos por las diferentes partes de la microcuenca, utilizando un altímetro y la clasificación de zonas de vida de Holdridge. De acuerdo a la información proporcionada por el experto se realizó el mapa con ArcMap.

3.4.3 Levantamiento del mapa de la red de drenaje

Se levantó la red de tributarios de la microcuenca con GPS, con el apoyo de un miembro de la comunidad y luego se acudió al procesamiento de los datos recolectados con el programa ArcMap en el laboratorio de SIG de Zamorano.

3.4.4 Levantamiento del mapa de pendientes

Con las herramientas de ArcGIS 9.0 y la hoja cartográfica de 1:50,000 de Maraita, mediante las curvas a nivel de la microcuenca se determinó este mapa.

3.4.5 Levantamiento del uso actual de la tierra

Con la ayuda de representantes de la comunidad, se identificaron las parcelas de acuerdo al uso actual y se recurrió al uso de GPS, para la toma de puntos para cada una de las parcelas; una vez finalizada la actividad se procedió al uso de ArcGIS 9.0, para obtener todas las parcelas digitales con las determinadas áreas por uso.

3.4.6 Levantamiento de la zona de recarga

Con base en el mapa de zonas de vida se definió el área de recarga hídrica.

3.4.7 Levantamiento de la cantidad y calidad de agua

Las aforaciones se realizaron en una sola ocasión, en el inicio de la estación lluviosa. Tomando en cuenta las aseveraciones de la comunidad, quienes opinan que la corriente de agua no tiene cambios significantes en el transcurso del año. Se efectuaron aforos a los manantiales (nacientes) y las obras tomas existentes de la

quebrada principal, por medio del método volumétrico². Se tomaron muestras en las obras tomas de la quebrada y de los manantiales, en pozos malacates y en las viviendas que extraen agua de las fuentes mencionadas anteriormente, para realizar los análisis bacteriológicos.

3.4.8 Caracterización socioeconómica de la comunidad de La Laguna

Se aplicó encuestas simples al 100% a representantes de las viviendas y a representantes de los servicios públicos de la microcuenca, con el fin de extraer información y motivar a la población para el involucramiento en el manejo de los recursos naturales.

3.5 METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

3.5.1 Medición de los parámetros geomorfométricos de la microcuenca

Estos parámetros aplican para la evaluación de las características generales del sitio, hidrológicas, de relieve y de forma.

a. Área y perímetro. Se determinaron mediante las funciones de medición que tiene el programa de ArcMap, tomando como base la delimitación de la microcuenca.

b. Altura máxima y mínima. Los puntos más altos y bajos de la microcuenca, se identificaron en el campo con GPS y se comprobaron con la hoja cartográfica de Maraita.

c. Pendiente de la microcuenca. Para calcular la pendiente se usó la siguiente formula:

$$Pc = \left(\frac{E_{max} - E_{min}}{L} \right) 100$$

Donde:

Pc: Pendiente de la cuenca (%)

E_{max}: Elevación máxima de la cuenca (msnm)

E_{min}: Elevación mínima de la cuenca (msnm)

L: Longitud del cauce (m)

d. Forma de la microcuenca. Se obtuvo mediante la aplicación de la formula del coeficiente de Graveleus, que indica si la cuenca es redonda, ovalada u oblonga.

$$Cg = \frac{(0.28) P}{A}$$

Donde:

Cg: Coeficiente de Graveleus

P: Perímetro de la cuenca en Km

A: Superficie de la cuenca en Km²

² Método que se usa cuando el flujo de agua presenta caídas o tiene una salida por un medio de conducción. Se requiere un cronómetro y un recipiente con graduaciones de 1L, luego se toma el tiempo en que tarda en llegar al litro deseado y después se calcula el caudal.

Si el Cg entonces la forma es:

1-1.25 = redonda

1.25-1.50 = ovalada

1.50-1.75 = oblonga

e. Longitud del cauce principal. Se determinó con una función del programa ArcMap, es decir calculando el largo de la quebrada principal desde el inicio hasta la desembocadura.

f. Densidad de drenaje. Se obtuvo mediante la suma de las longitudes de todos los tributarios y se divide entre el área, determinando así las longitudes de cauce que corresponden a cada kilómetro de área de la microcuenca. Este es un indicador del riesgo de sufrir erosión o inundaciones. Se utilizó el siguiente modelo matemático:

$$D = \sum li / A$$

Donde:

D: Densidad de drenaje (Km²)

$\sum li$: Sumatoria de las longitudes de los cursos que se integran la cuenca.

A: Área de la cuenca (Km²)

g. Pendiente media del cauce. Para calcular la pendiente media del cauce se hizo uso de la fórmula siguiente:

$$Scl = \frac{E85 - E10}{0.75 (Lc)}$$

Donde:

Scl: Pendiente media del cauce

E85: Elevación del cauce a 85% de la distancia desde la boca hacia la parte más alta

E10: Elevación del cauce al 10% de la boca hacia la parte más alta

h. Orden de la quebrada. Se determinó por una asignación de números a los tributarios de acuerdo a la clasificación de Strahler³.

i. Tiempo de concentración. Es el tiempo que tardan las gotas de agua de lluvia en llegar al punto de salida o desembocadura de la cuenca. Se usó la fórmula siguiente:

$$Tc = (0.870 * L/H)^{0.385}$$

Donde:

Tc: Tiempo de concentración

L: Longitud en Km del cauce principal de la cuenca

H: diferencia de nivel, en m, entre la salida de la cuenca y el punto hidráulicamente más bajo.

³ Sistema de clasificación de cursos fluviales basado en la organización de los tributarios, de modo que el primer tributario es de orden uno y si a este se une otro de orden uno se forma el orden dos y así sucesivamente hasta llegar a la desembocadura del cauce.

3.5.2 Evaluación de la calidad de agua de la microcuenca

Las muestras tomadas fueron sometidas al análisis bacteriológico, por medio del método de Petrifilm 3M® y a la medición de turbidez por medio del turbidímetro MicroTPW®, en el laboratorio de aguas de la Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente de Zamorano. También se analizaron in situ algunos parámetros fisicoquímicos, tales como: pH, conductividad, temperatura, sólidos totales suspendidos mediante el uso de instrumentos de campo y oxígeno disuelto por el método de Winkler.

3.5.3 Evaluación de la cantidad de agua de la microcuenca

Se calcularon los caudales a partir de los aforos de los manantiales y las obras tomas de la microcuenca con la formula siguiente:

$$Q = V/T$$

Donde:

Q: Caudal en L/s

V: Volumen de agua en L

T: Tiempo en s

3.5.4 Evaluación de conflictos en el uso de la tierra

Se utilizó el mapa de zonas de vida y el de uso actual del suelo de la microcuenca. Usando el programa de ArcMap se superpusieron los mapas y dio como resultado al de conflictos de uso de la tierra.

3.5.5 Evaluación socioeconómica de la comunidad de La Laguna

Por medio de las encuestas se determinaron los parámetros siguientes: demografía, grado de escolaridad, salud (enfermedades de origen hídrico), servicios básicos, economía (rubros de producción) y tenencia de la tierra. Para la tabulación de los datos se usó hojas de cálculo, debido a que los datos son pocos y fáciles de manejar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DELIMITACIÓN Y ÁREA DE LA MICROCUENCA

La microcuenca de La Quebrada La Laguna, tiene una superficie de 266 hectáreas y un perímetro de 7.2 km. Los límites de la misma se ilustran en la Figura 1.

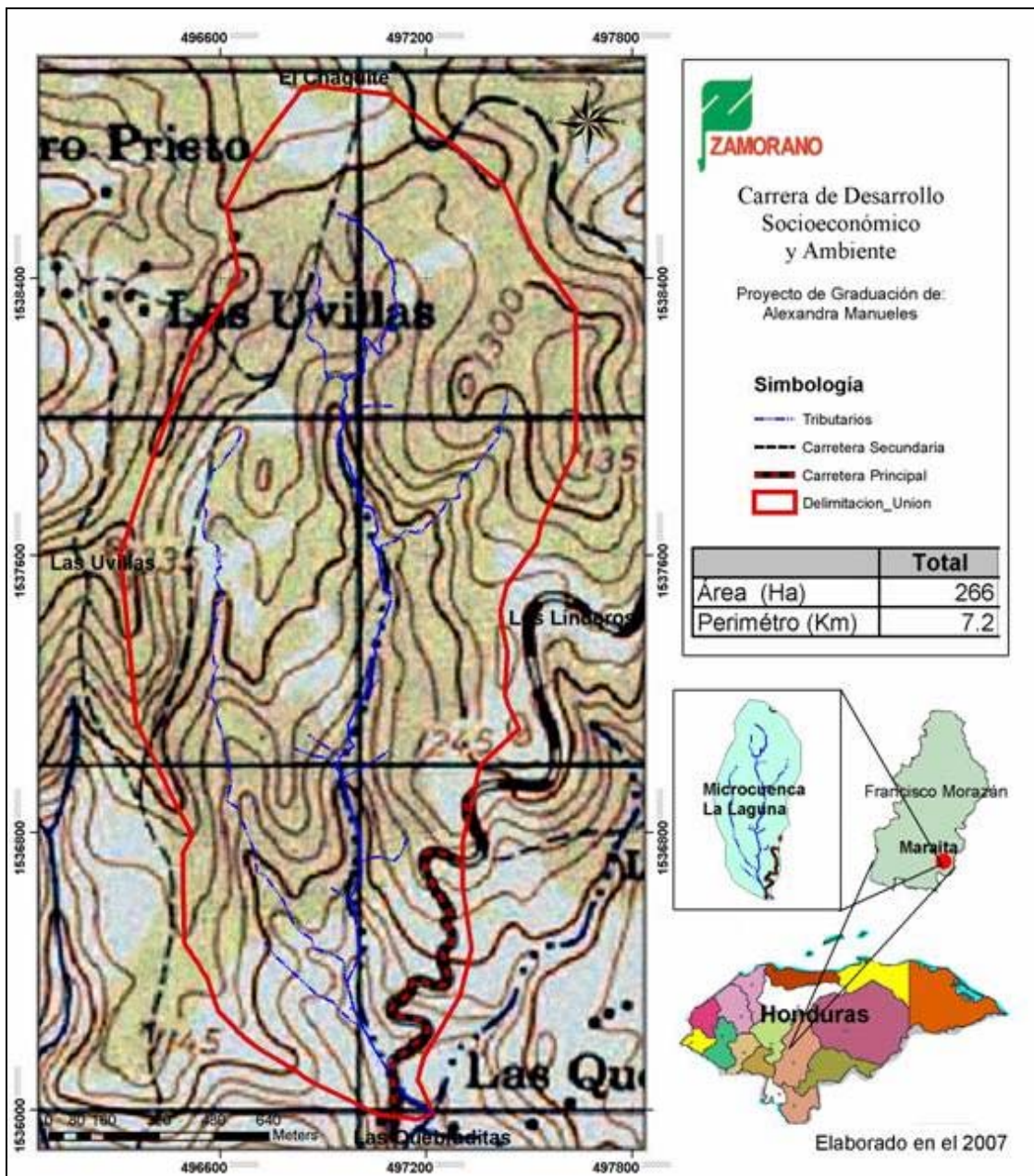


Figura 1. Límites de la microcuenca de la Quebrada La Laguna.

Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.2 PARÁMETROS GEOMORFOMÉTRICOS

En el Cuadro 3 se muestran las mediciones geomorfológicas de la microcuenca.

Cuadro 3. Parámetros geomorfológicos

Parámetros	Unidad	Total
Área	Km ²	2.6
Área	Ha	266
Perímetro	Km	7.2
Longitud cuenca	Km	3.0
Parámetro de forma		
Índice de Gravelius	Oblonga	1.5
Parámetro de relieve		
Altura máxima cuenca	msnm	1370
Altura mínima cuenca	msnm	1020
Pendiente de la cuenca	%	29
Parámetro de red hidrológica		
Altura máxima cauce	msnm	1280
Altura mínima cauce	msnm	1020
Longitud del cauce principal	Km	1.4
Longitud del cauce principal	M	1430
Pendiente del cauce	%	18
Densidad de drenaje ⁴	Km	2.9
Tiempo de concentración	S	2851.1

Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.3 RED HIDROLÓGICA

Como se muestra en el Cuadro 3, el tributario principal inicia a los 1280 msnm y desemboca a los 1020 msnm, los tributarios en su totalidad se caracterizan como intermitentes. El cauce principal, es decir la quebrada La Laguna mide, 1.4 km de longitud y tiene una pendiente de 18%, lo que significa que la velocidad del flujo es alta. El tiempo de concentración es de 47 min, lo cual indica que la gota de agua que cae directamente al suelo en la parte más alta de la microcuenca tarda 47 min en llegar a la desembocadura de la microcuenca.

⁴ La densidad de drenaje de la microcuenca, significa que por cada Km² existen 2.9 Km de cauces, al ser un valor alto indica que la microcuenca esta expuesta a la erosión y con mas facilidad y rapidez el agua de lluvia llega al cauce principal, fluye y sale de la microcuenca.

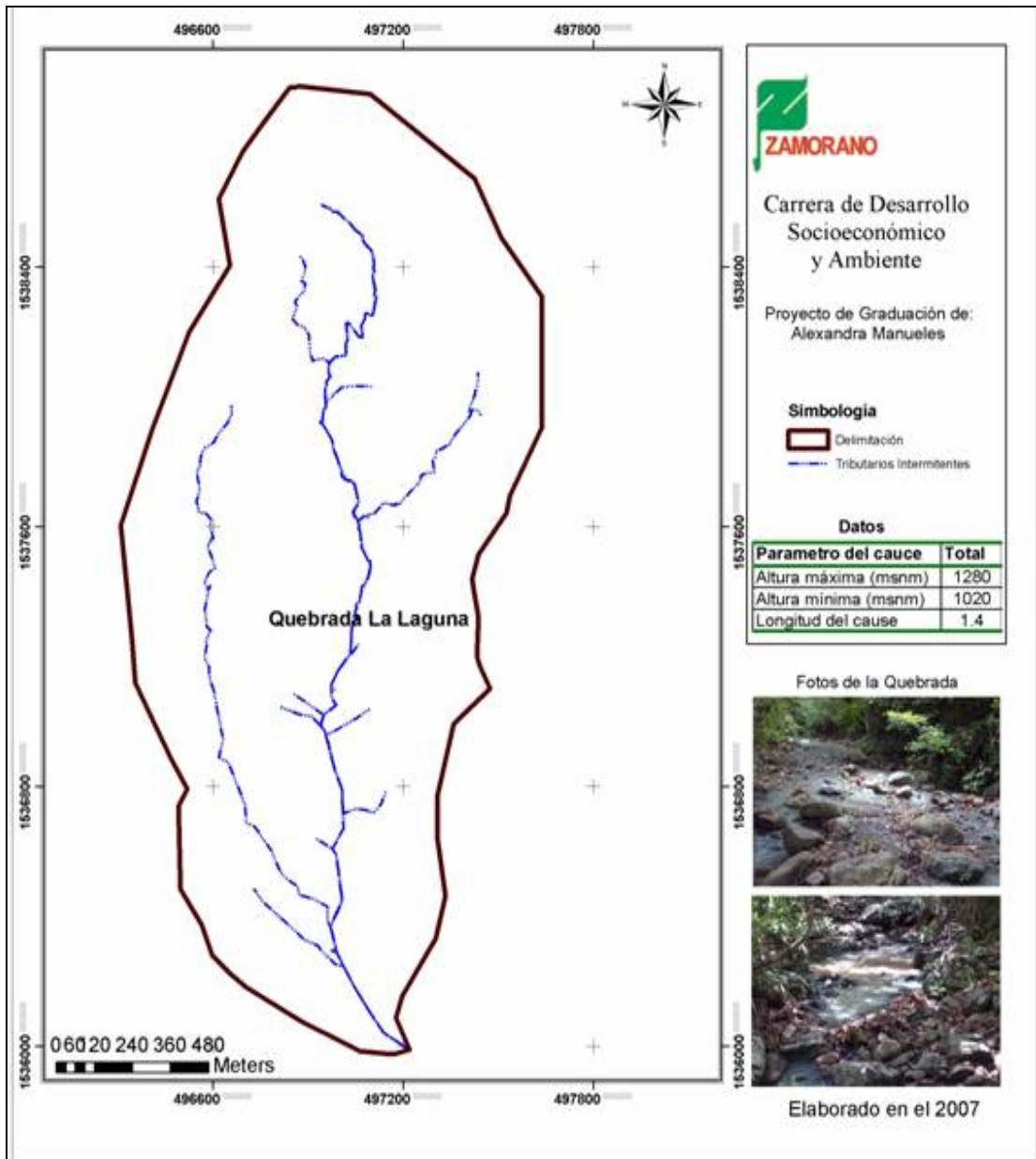


Figura 2. Mapa de la red hidrológica de la microcuenca
Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

Como se mencionó anteriormente los tributarios son intermitentes y los caudales de los mismos no representan una cantidad suficiente de agua para satisfacer la demanda. Por tal razón, en la Figura 3 se muestra la distribución de los manantiales con los caudales correspondientes, los cuales proporcionan agua suficiente para cubrir la demanda.

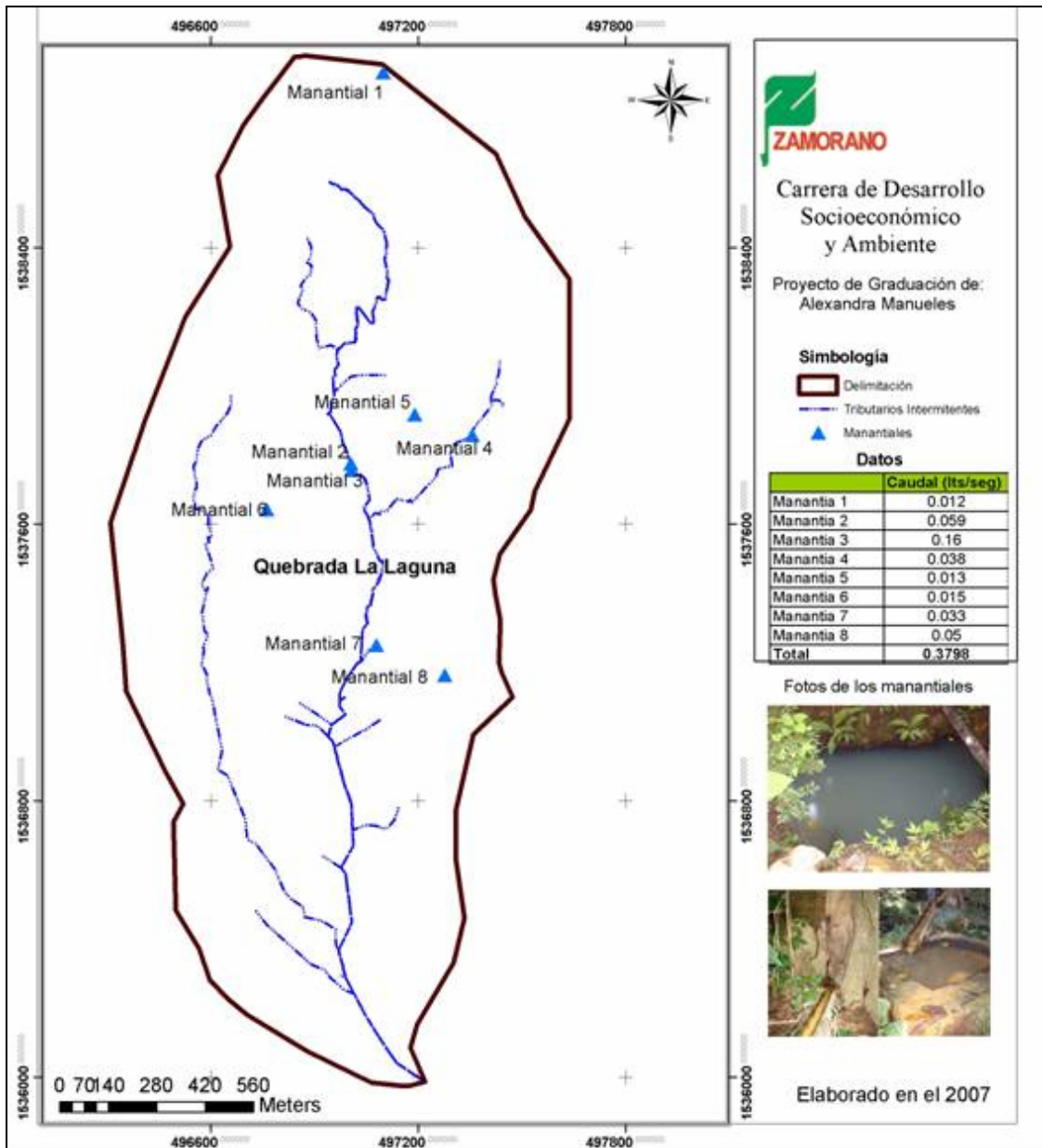


Figura 3. Distribución de manantiales en la microcuenca.
Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

La microcuenca cuenta con ocho manantiales, cuyos caudales en invierno varían desde 0.012-0.16 L/s. Actualmente, la población se beneficia de cinco manantiales, de los cuales se aprovecha aproximadamente el 50% del caudal total a lo largo del año. Esta evaluación hidrológica de la microcuenca indica que en la actualidad el caudal total ofertado es del orden de 34.7 L/min, como se ilustra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Caudales de manantiales y obras tomas

Unidad de registro	Caudal (L/s)	Caudal (L/min)
Manantiales(8)	0.4	22.7
Obras tomas(2)	0.2	12
Total	0.6	34.7

Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.4 USO ACTUAL DE LA TIERRA

Para las 266 ha. de la microcuenca se han clasificado y mapeado seis usos actuales de la tierra: bosque mixto y ganadería, pasturas, cultivos de granos básicos, huerto mixto, caña y café asociado con plátano. La distribución espacial de estos usos se ilustran en la Figura 4.

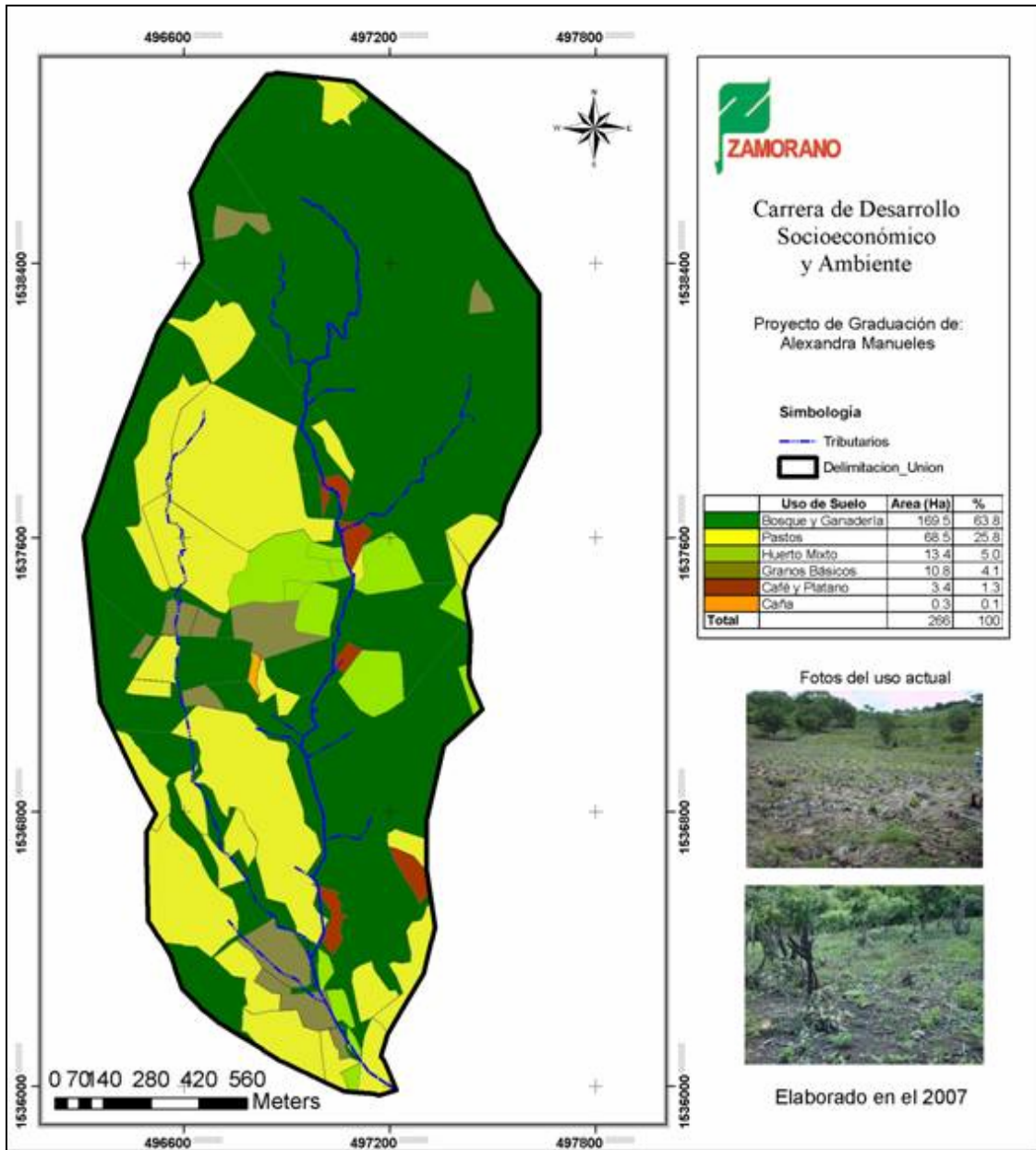


Figura 4. Uso actual de la tierra de la microcuenca.

Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

A continuación se analizan los diferentes usos de la tierra:

4.4.1 Bosque mixto y ganadería

Actualmente, en la microcuenca el bosque (roble, encino y pino) y la ganadería representan el 64% de la superficie (169.5 ha). La ganadería extensiva que se practica en la zona, ésta ubicada principalmente en la parte media y alta de la microcuenca, lo cual es un indicador de la degradación y contaminación que presenta la misma. A la fecha se estima que en una hectárea de bosque pastorea una cabeza de ganado.

Si bien es cierto que la ganadería es la principal actividad económica, la cual está representada por el 64% de los productores locales, no garantiza altos rendimientos por el manejo inadecuado de la misma. En el Cuadro 5 se puede observar detalladamente la cantidad de cabezas, que expresaron tener los ganaderos de la comunidad al momento de aplicar las encuestas. Las principales razas por las cuales está compuesto el hato ganadero son: Indobrasil, Brahman, Pardo suizo y Holstein.

Cuadro 5. Inventario de la ganadería existente en la microcuenca

Clasificación de ganado	Número de cabezas
Vacas	54
Vaquillas	41
Ternerros(as)	59
Toros	7
Bueyes	4
Total	165

Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.4.2 Pastos

Los pastizales cubren el 26% de la superficie (68.5 ha), con una densidad de aproximadamente 3 cabezas/ha, lo cual amortigua el impacto total de la ganadería sobre el bosque. Sin embargo, estas parcelas de pastos no están manejadas adecuadamente debido a que no cuentan con obras de conservación de suelos, rotación de pastos y existe un sobrepastoreo, lo que indica una baja productividad e impacto a la calidad del agua. Las variedades de pastos son *Hyparrhenia rufa* (jaragua), *Cynodum dactylon* (pasto bermuda), *Cynodum lefuensis* (pasto estrella), *Pennisetum purpureum* (pasto elefante) y *Panicum maximum* (pasto guinea).

4.4.3 Huerto mixto

Los huertos mixtos abarcan el 5% de la microcuenca (13.4 ha). Este uso está conformado por viviendas, pequeñas áreas de frutales, hortalizas, café, plátano y áreas de granos básicos. En su mayoría, las parcelas no presentan obras de conservación de suelos ni rotación de cultivos, lo cual conduce a bajos rendimientos en la producción.

5.4.4 Otros usos

Estos usos constituyen el 1.4% del área (3.7 ha). Tales usos son café, plátano y a menor escala cultivo de caña, en los cuales tampoco se utilizan prácticas de conservación de suelos y presentan bajos rendimientos en la producción.

4.5 PENDIENTES DE LA MICROCUENCA

Las pendientes van desde el orden de casi planas a escarpadas. Esta condición no favorece los usos actuales del suelo y junto con las prácticas inadecuadas de la producción agrícola y ganadera contribuyen a la erosión de suelos y a la escorrentía superficial (Figura 6).

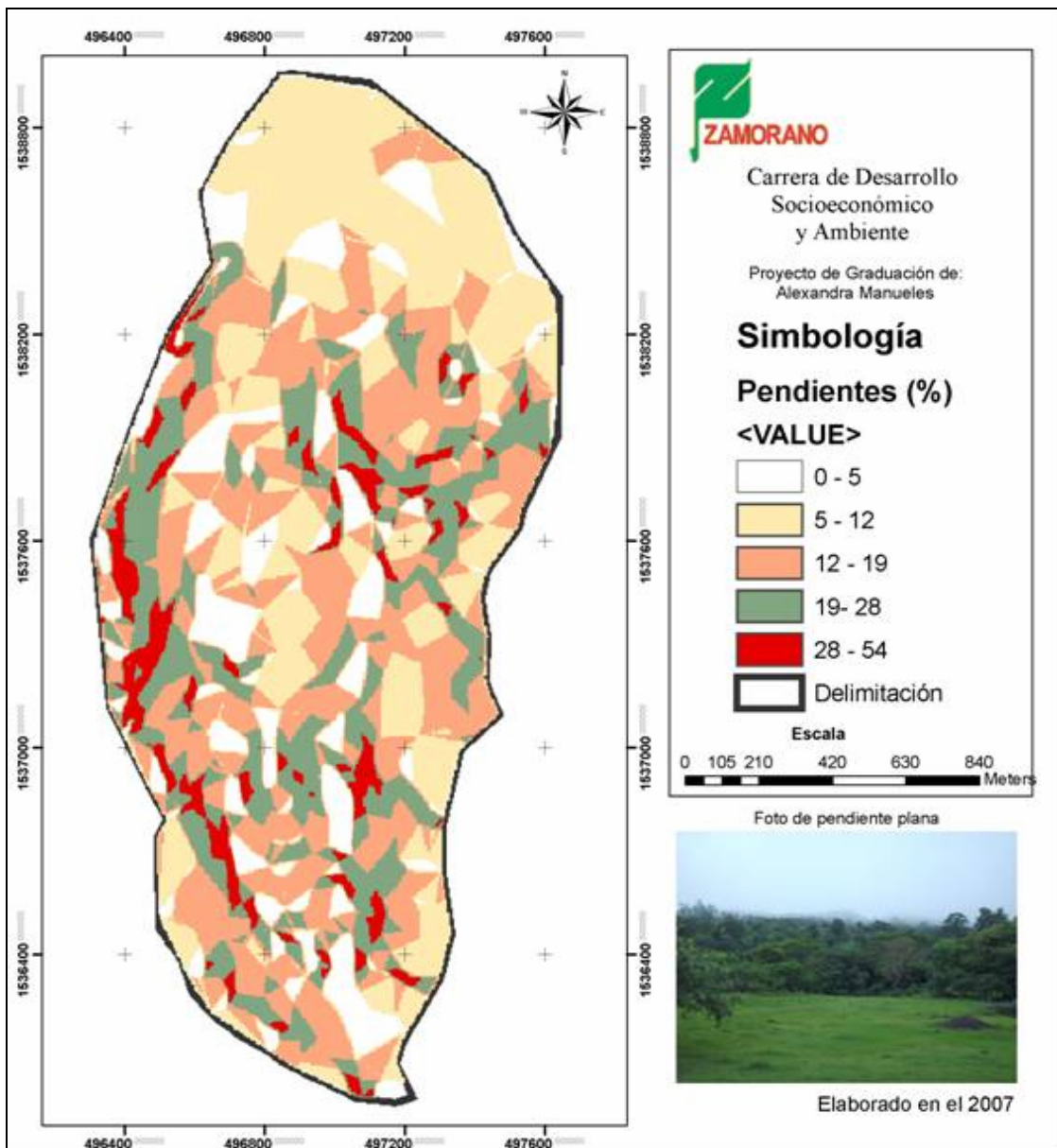


Figura 5. Pendientes de la microcuenca
Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

En la microcuenca el 31% de la superficie tiene pendientes entre 12-19% (moderadamente escarpadas) y el 10% corresponde al rango de pendientes de 28-54% (escarpadas). Si se observa bien en el Cuadro 6 sólo el 10% de la superficie, es decir 27 ha corresponde a pendientes casi planas y el 90% de la superficie corresponde a pendientes inclinadas y escarpadas.

Cuadro 6. Categorías de pendientes de la microcuenca.

Pendiente (%)	Categorías	Área (ha)
0-5	Casi planas	27
5-12	Moderadamente inclinadas	72
12-19	Inclinadas	83
19-28	Moderadamente escarpadas	58
28-54	Escarpadas	26
Total		266

Fuente: Elaboración propia de Manueles.2007.

4.6 ZONAS DE VIDA

En la microcuenca fue posible reconocer, clasificar y cartografiar tres zonas de vida o ecosistemas mayores (Figura 6). Estos se describen desde las partes más bajas a las más altas.

a. Bosque húmedo subtropical (bh-S). Esta zona comprende la parte baja y media de la microcuenca con una extensión de 158 ha. Está ubicada entre los 1020-1200 msnm con una precipitación anual del orden de 1300-1700 mm y una temperatura media anual entre los 28-23 °C.

b. Bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS). Zona que pertenece a la parte media y alta de la microcuenca y cubre 82 ha de la superficie. Esta zona está ubicada en los rangos de elevación de 1200-1300 msnm, con una precipitación anual de 1700-1800 mm y una temperatura media anual de 23-20 °C. Es en esta zona, donde se inicia la red hidrológica de la microcuenca.

c. Bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS). Esta zona es la de menor proporción con 26 ha de superficie. Está ubicada entre los 1300 y 1370 msnm, con una precipitación anual del orden de 1800-2000 mm y una temperatura media anual de aproximadamente 20 °C. Esta zona se encuentra en la parte alta de la microcuenca y se traduce desde el punto de vista hidrológico, en la zona de mayor potencial de captación o recarga de agua. Sin embargo, es evidente la degradación de la cobertura vegetal natural y la reducción del área; provocadas por las actividades económicas no sostenibles. Por esta razón, esta zona debe ser restaurada y manejada con los mejores criterios hidrológicos y la ganadería debe ser eliminada para evitar la compactación de suelos y la contaminación del agua.

Desde el punto de vista de diversidad biológica, en estas tres zonas de vida o ecosistemas se han identificado a la fecha más de 60 especies arbóreas de gran importancia ecológica y económica (Anexo 1).

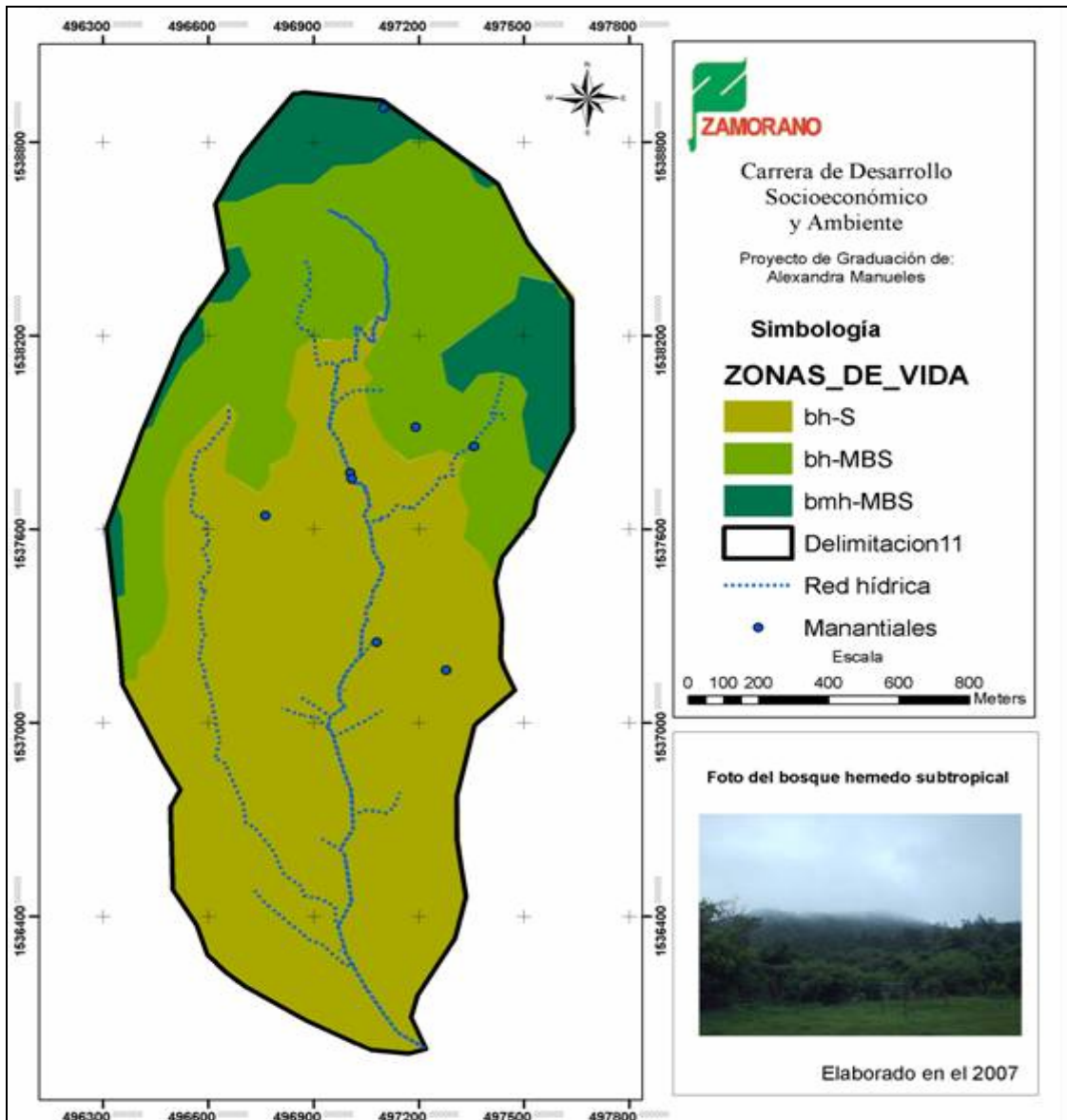


Figura 6. Zonas de vida de la microcuenca
Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.7 ZONAS DE RECARGA HÍDRICA

Las zonas de recarga hídrica corresponden al bosque muy húmedo montano bajo subtropical (bmh-MBS), ubicadas desde los 1300-1370 msnm (Figura 7), los bosques de estas zonas captan la precipitación. Las condiciones adecuadas de los suelos y la capa de materia orgánica permiten la infiltración del agua que alimentan los acuíferos. La presencia de los bosques reduce la escorrentía superficial debido a la intercepción de agua por los árboles y la materia orgánica, la cubierta vegetal reduce la erosión de los suelos. Los factores mencionados anteriormente favorecen la cantidad y calidad del agua que bombea una cuenca. Sin embargo, la microcuenca La Laguna se enfrenta a procesos de degradación de los recursos naturales de estas zonas, esta degradación se atribuye a la presencia de la ganadería extensiva, cultivos de granos básicos, pastos y viviendas.

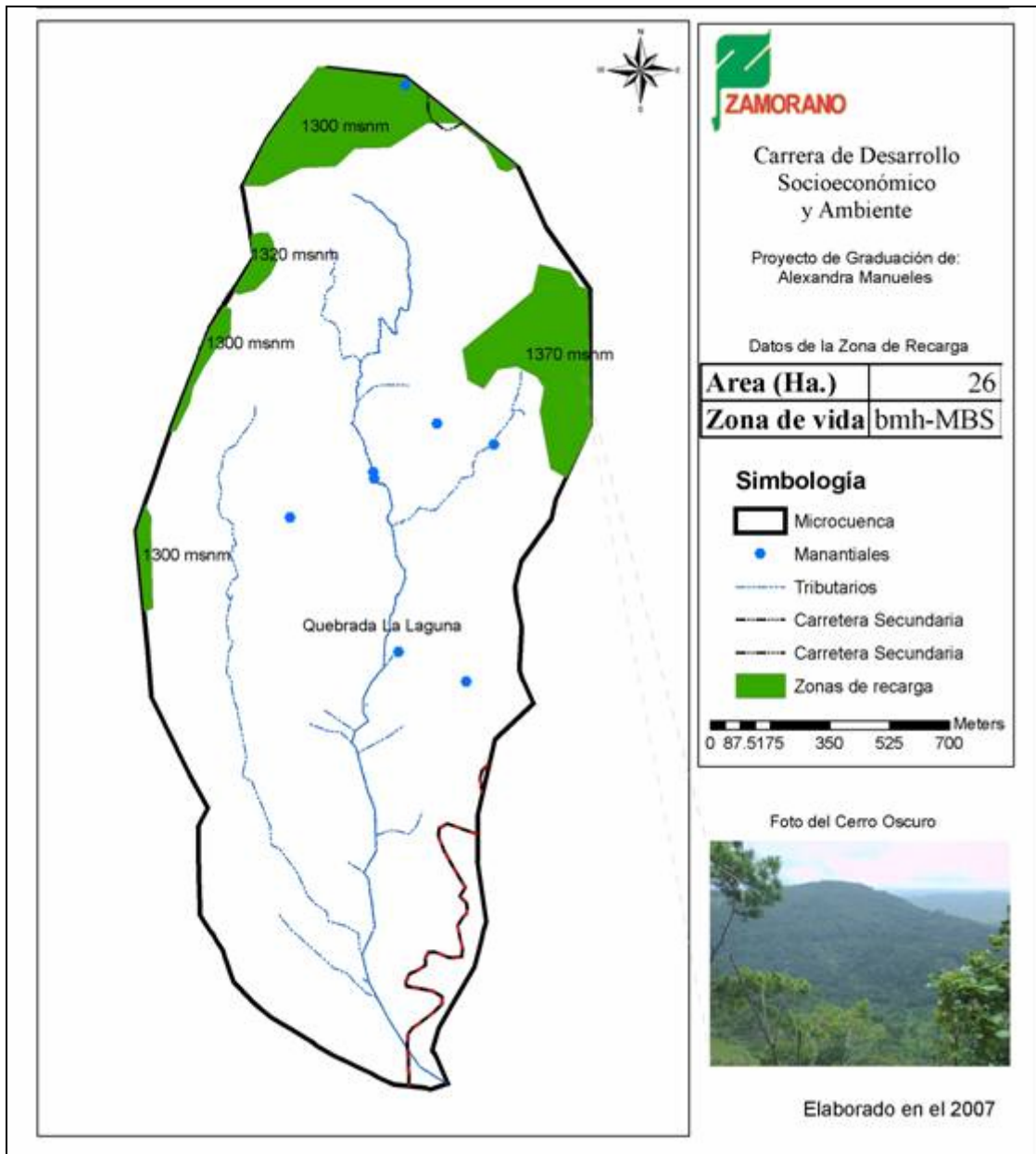


Figura 7. Zona de recarga de la microcuenca.
Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.8 CALIDAD DE AGUA DE LA MICROCUENCA

Desde el punto de vista bacteriológico, el agua que abastece a la población de la microcuenca La Laguna se encuentra contaminada, con heces fecales provenientes de la ganadería en la fuente y en el punto de consumo por la inadecuada manipulación del agua en los recipientes caseros. Además, los parámetros fisicoquímicos indican una mala calidad del agua (Cuadro 5 y 6). Por lo tanto, el agua no es apta para consumo humano.

Cuadro 6. Indicadores de contaminación fecal del agua de uso doméstico.

Muestra	Coliformes	coliformes fecales	UFC/ml de agua ⁵	Valor máximo permisible de coliformes fecales
Obra Toma 1	16	6	22	0
Obra Toma 2	15	6	21	0
Manantial 1 ⁶	62	139	201	0
Manantial 2	9	3	12	0
Manantial 3	21	0	21	0
Pozo Malacate	2	0	2	0
Recipiente 1	150	5	155	0
Recipiente 2	250	3	253	0
Recipiente 3	102	2	104	0

Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

Cuadro 7. Parámetros físicoquímicos del agua de uso doméstico.

Muestreo	pH	Conductividad (µS/cm)	TDS (mg/L)	T(° C)	Oxígeno Disuelto (mg/L)	Turbidez (NTU)
Permitido	6.5	400	<1000	18	8	5
Obra Toma 1	6.4	390	213	19	2.8	47.2
Obra Toma 2	5.6	471	254	19	4.0	24.3
Manantial 1	5.9	772	420	21	5.4	7.2
Manantial 2	6.1	470	260	20	3.6	344.1
Manantial 3	6.2	385	207	20	5	19.7
Pozo malacate	5.8	1,345	742	22	0.6	10.3

Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.9 CONFLICTOS DE USO DE LA TIERRA

La superposición del mapa de zonas de vida y el de uso actual de suelos dieron como resultado al mapa de conflictos en el uso del suelo (Figura 8) y se clasifican en las categorías siguientes:

a. Uso inapropiado. Categoría de conflicto que fue considerado desde el punto de vista hidrológico y del componente vegetativo. El uso inapropiado en su mayoría corresponde a la zona alta de la microcuenca, donde se encuentran las zonas de recarga e inicio de la red hidrológica. Es inapropiado por la presencia de la ganadería extensiva en el bosque y principalmente en las zonas de recarga, a esto se unen las

⁵ UFC/ml de agua. UFC significa unidad formadora da colonia. Esta colonia es una agrupación de bacterias fecales y no fecales presentes en un mililitro de agua.

⁶ Se asume que el alto grado de contaminación por coliformes fecales de este manantial, se debe al arrastre de heces fecales del ganado que pasa aproximadamente a 30 metros arriba del manantial y además la pendiente supera el 50%.

parcelas agrícolas con prácticas tradicionales, es evidente la degradación del suelo por la compactación y la erosión del mismo y la pérdida de cobertura vegetal.

b. Subuso. Categoría que pertenecen a la zona media de la microcuenca, aquí se permite la realización de las actividades agrícolas. Sin embargo, en esta zona existe una sobreexplotación del suelo (compactación y erosión) provocada principalmente por la presencia de la ganadería sin manejo adecuado de las parcelas de pastos. Las parcelas de granos básicos se enfrentan a procesos de contaminación de suelos por el uso grandes cantidades de agroquímicos.

c. Correcto. Esta categoría corresponde en su mayoría a las partes bajas de la microcuenca, donde si pueden existir actividades agrícolas. En estas áreas hay parcelas de pastos, granos básicos y huertos mixtos. Sin embargo, no cuentan con prácticas de manejo adecuadas y existe la presencia de parcelas en las zonas ribereñas, por tanto no se puede considerar como un uso correcto definitivo.

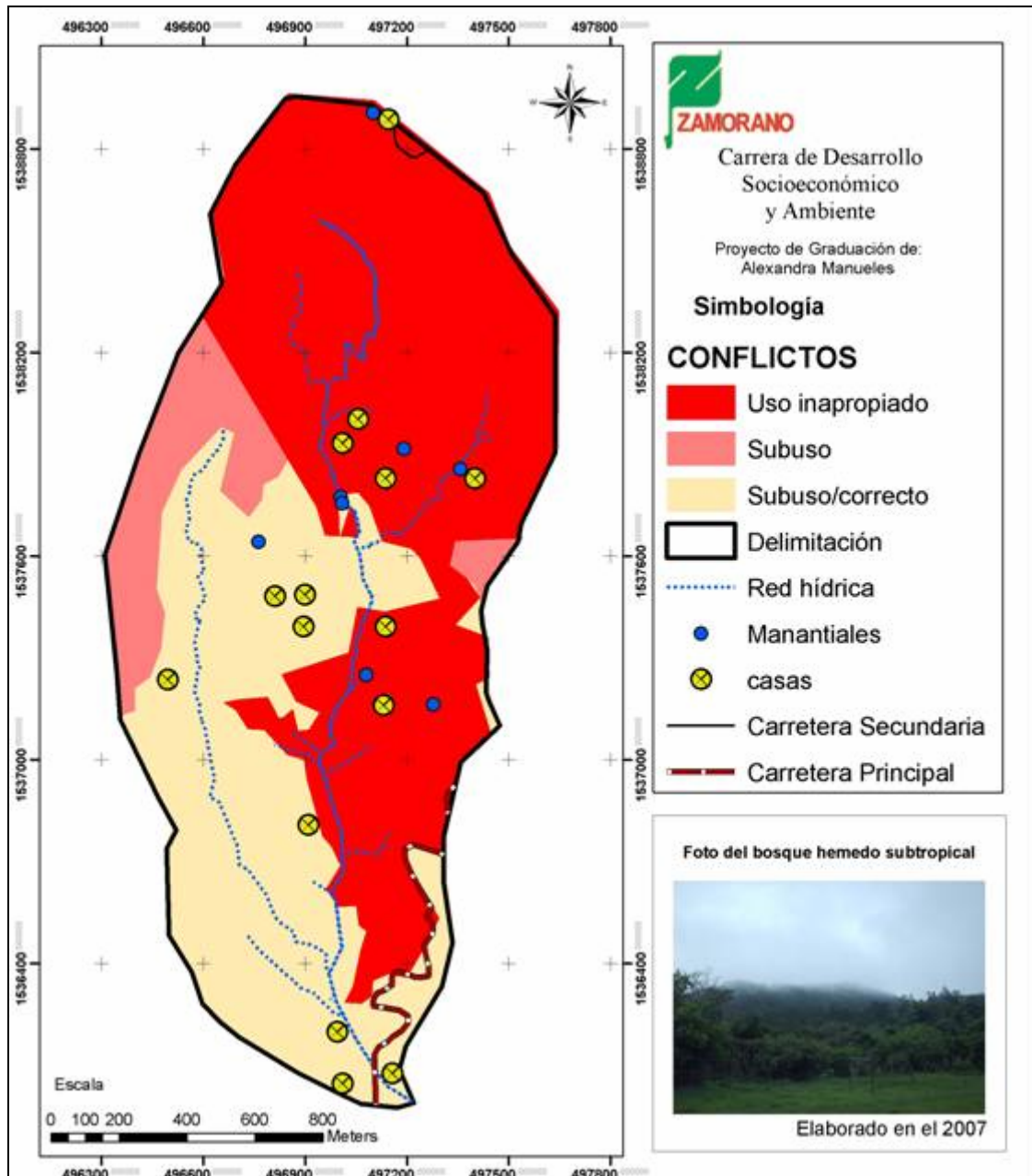


Figura 8. Mapa de conflictos en el uso de los suelos de la microcuenca.
Fuente: Elaboración propia de Manueles. 2007.

4.10 CARACTERIZACIÓN SOCIOECONÓMICA

La comunidad de La Laguna cuenta con una población de 68 habitantes con edades comprendidas en el rango 0-87 años, siendo en su mayoría niños (as). Cuenta con 14 viviendas habitadas que en su mayoría son de adobe, teja y piso de tierra, consumen agua de manantiales y obras tomas de la quebrada y la cual la conducen por medio de mangueras, cuentan con servicios sanitarios (letrinas), unas pocas tienen acceso a la energía eléctrica y no cuentan con el control o medidas para el manejo de la basura. Aunque se cuente con la infraestructura de servicios sanitarios hace falta educación relacionada al uso de las mismas (Cuadro 8 y 9).

El personal del centro de salud de Maraita (2007), asevera que los habitantes de la comunidad de La Laguna asisten casualmente a consulta, por tal razón no se cuenta principalmente con registros de enfermedades hídras. Sin embargo, las personas de la comunidad aseguran que sufren de algunas enfermedades que se atribuyen a la calidad del agua y son controladas a nivel casero.

El grado de escolaridad promedio de la población es de 6 años. En la comunidad existe solamente una escuela de educación primaria unidocente y actualmente, algunos jóvenes asisten a los centros de educación secundaria ubicados en la cabeza municipal de Maraita.

La principal actividad económica de la población es la ganadería extensiva con la inclinación a ganado de doble propósito. La segunda actividad es la agricultura con la presencia de granos básicos y café. A pesar que estas dos actividades son las más representativas y principales para la población, están en condiciones inadecuadas de manejo y aprovechamiento. Además, no sólo estas actividades económicas son las responsables de la problemática, sino la falta de tratamientos caseros básicos y sencillos para el agua, por ejemplo muchas personas no cloran el agua.

Los factores mencionados anteriormente son indicadores de un bajo Índice de Desarrollo Humano y de inadecuadas condiciones de vida de la población.

Cuadro 8. Población de la comunidad de La Laguna, Maraita.

Datos poblacionales	Total
Número de viviendas	14
Número de habitantes	68
Promedio de habitantes/vivienda	5
Grado de escolaridad	6

Fuente: Elaboración propia de Manueles. Encuestas realizadas a la comunidad, 2007.

Cuadro 9. Servicios básicos existentes en la comunidad La Laguna, Maraita.

Servicios básicos	Existencia	Viviendas beneficiada
Agua potable	No existe	0
Tratamiento de agua potable	No existe	0
Energía eléctrica	Existe	6

Fuente: Elaboración propia de Manueles. Encuestas realizadas a la comunidad, 2007.

4.11. MODELO DE MANEJO DE RECURSOS NATURALES PARA LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA LAGUNA, MARAITA, FRANCISCO MORAZÁN, HONDURAS.

4.11.1. Introducción

La mayoría de los recursos naturales de la microcuenca de la Quebrada La Laguna, actualmente, enfrentan procesos de degradación y otros se encuentran en condiciones vulnerables a sufrir impactos negativos. Para mitigar estos impactos, se ha diseñado un modelo de manejo de recursos naturales, este modelo está bajo el enfoque de Manejo Integrado de Cuencas (MIC), por lo cual las alternativas de solución expuestas por los actores comunitarios en un taller participativo, fueron muy importantes y consideradas para el diseño del mismo. La información y el análisis sobre la situación actual de la microcuenca fueron la base técnica para fundamentar las acciones que se plantean en el modelo de manejo.

4.11.2. Objetivo general

Colocar bajo manejo sostenible los recursos naturales de la microcuenca de la Quebrada La Laguna, con el fin de mejorar las condiciones hidrológicas y socioeconómicas.

4.11.3. Componentes de manejo

El modelo de manejo consta de cuatro componentes básicos entre ellos se encuentran: manejo de recursos forestales, agricultura y ganadería sostenible, infraestructura y tratamientos de agua. El cumplimiento de estos componentes está orientado a la comunidad, al comité de manejo de cuencas, organizaciones de base (patronatos, juntas de agua, etc.), Alcaldía Municipal, ONG's y otras instituciones enfocadas al desarrollo. El modelo deberá implementarse a la mayor brevedad posible y la vigencia debe ser como mínimo de 10 años. Finalmente, para la ejecución del modelo se debe considerar el fortalecimiento local, incluyendo capacitaciones, apoyo financiero, motivación y concientización para el cambio de conducta de la población de la microcuenca.

4.11.3.1. Componente de manejo de recursos forestales

Este programa está enfocado a la restauración y manejo de las zonas de recarga hídrica y al bosque ribereño o de galería de la microcuenca.

1. Restauración y manejo de la zona de recarga

Las zonas de recarga hídrica en el pasado estuvieron cubiertas con bosque naturales maduros. A la fecha, estos bosques han desaparecido y en su lugar se tienen bosques secundarios en diferentes etapas de sucesión, cultivos, infraestructura y otros usos de la tierra. Estas zonas son las responsables de la producción de agua, mediante el proceso de precipitación horizontal oculta y permiten la infiltración de agua en los suelos. Actualmente, este proceso está prácticamente interrumpido, lo que repercute en una disminución del caudal base, en especial en épocas de secas. Frente a esta

situación es urgente y necesario proceder a su restauración, con el propósito de favorecer el establecimiento de un bosque multiestratificado, cuyos árboles actúan como núcleos de condensación del vapor de agua atmosférico. En este sentido y ante la presencia de bosques secundarios que protegen el suelo contra erosión, se propone para este propósito la técnica de enriquecimientos en bandas.

Las bandas de enriquecimiento se establecerán cada 10 m con orientación de E a W, cada banda deberá dejar el suelo expuesto sobre un ancho de 2 m. En caso de existir especies arbóreas en crecimiento, éstas permanecerán en el sitio. Instalada cada banda se procederá a la plantación de árboles utilizando un espaciamiento de 3 m entre plantas. La plantación debe consistir en una mezcla de especies y no en líneas puras. El Cuadro 10 muestra algunas de las especies con potencial de uso para la restauración de las zonas de recarga de la microcuenca de la Quebrada La Laguna.

Cuadro 10. Especies recomendadas para la restauración de las zonas de recarga.

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Alnus acuminata</i>	Betulaceae	Jaul
<i>Carpinus caroliniana</i>	Betulaceae	Mora
<i>Cedrela tonduzii</i>	Meliaceae	Cedro de altura
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Laurel blanco
<i>Cornus disciflora</i>	Cornaceae	Lloro
<i>Dalbergia calycina</i>	Fabaceae	Granadillo
<i>D. intibucana</i>	Fabaceae	Granadillo de altura
<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	Palo de agua
<i>D. gonatopodus</i>	Araliaceae	Guajada
<i>Ehretia latifolia</i>	Boraginaceae	
<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	Gravilea
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Hamamelidaceae	Liquidámbar
<i>Mauria sessiliflora</i>	Anacardiaceae	Jocomico
<i>Meliosma dentata</i>	Sabiaceae	
<i>Molinadendron hondurense</i>	Hamamelidaceae	Majao
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	Anacardiaceae	Aceituno de montaña
<i>Nectandra cuspidata</i>	<i>Lauraceae</i>	
<i>Ocotea helicterifolia</i>	<i>Lauraceae</i>	
<i>Persea america</i> var <i>nubigena</i>	<i>Lauraceae</i>	
<i>P. caerulea</i>	Lauraceae	Aguacatillo de montaña
<i>Podocarpus oleifolius</i>	Podocarpaceae	Ciprés de montaña
<i>Quercus skinneri</i>	Fagaceae	Roble de altura
<i>Q. trichodaontha</i>	Fagaceae	Roble amarillo
<i>Q. lancifolia</i>	Fagaceae	Roble de montaña
<i>Vatairea lundellii</i>	Fabaceae	Amargoso

Fuente: Elaboración propia de Manueles, basada en Acosta, M. 2002.

Las bandas de enriquecimiento, una vez establecidas, deben recibir mantenimiento a través de cortas de limpieza por lo menos dos o tres veces al año. Esta limpieza, debe

efectuarse anualmente hasta que las copas de los árboles plantados en bandas sobresalgan del dosel y se abandonan para que continúen la sucesión natural.

Para la restauración de la zonas de recarga hídrica y bosque de galería se ha estimado una inversión inicial de \$ 10,000/ha y se pueden considerar como instituciones de apoyo la Alcaldía Municipal, El Proyecto de Fortalecimiento de la Gestión Local de los Recursos Naturales en las Cuencas (FORCUENCAS) y el Proyecto de Ecosistemas.

2. Restauración de los bosques de galería

Con el fin de aumentar la capacidad de infiltración y percolación, reducción de sedimentos, estabilización del suelo contra la erosión y mejorar la calidad y cantidad de agua se debe iniciar con procesos de restauración del bosque de galería/riberaño. Esta restauración debe considerar 20 m de lado y lado de los tributarios/quebrada, principalmente del cauce principal, iniciando desde las partes más altas a las más bajas de la microcuenca. Los remanentes de bosque de galería existentes en algunos tramos del cauce deben permanecer libres de explotaciones. En los lugares donde las áreas del cauce estén completamente degradadas y sin cobertura vegetal se debe establecer un bosque SABO⁷, esto quiere decir que se deben tomar 5 m a lado y lado del cauce y se plantará *Bambusa spp*, después de estos 5 m se sugiere plantar árboles en mezcla y no plantaciones puras con especies de potencial hidrológico.

La restauración del bosque de galería, considerando los 15 m restantes de lado y lado, se hará en dos categorías, una para la zona de vida del bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS) que comprende 7 ha y se usarán las especies que se ilustran en el Cuadro 11; la segunda categoría será para el bosque húmedo subtropical (bh-S) que cubre 22 ha donde se plantaran las especies arbóreas de potencial hidrológico que muestra el Cuadro 12. En estos bosques de galería con funciones hidrológicas no debería existir ninguna intervención de aprovechamiento de los mismos y actividades económicas.

⁷ Técnica Japonesa de restauración de bosques de galería a base de bambú.

Cuadro 11. Especies con potencial de utilización para la restauración del bosque de galería, en el bosque húmedo montano bajo subtropical (bh-MBS)

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Carpinus caroliniana</i>	Betulacea	Mora
<i>Cedrela tonduzii</i>	Meliaceae	Cedro de altura
<i>Cornus disciflora</i>	Cornaceae	Lloro
<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	Palo de agua
<i>Dendropanax gonatopodus</i>	Araliaceae	Guajada
<i>Ficus morazanica</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus ovalis</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus trigonata</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus velutina</i>	Moraceae	Ficus de agua,
<i>Grevillea robusta</i>	Proteaceae	Gravilea
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Hamamelidaceae	Liquidámbar
<i>Lonchocarpus morenoi</i>	Fabaceae	Chaperno
<i>Mauria sessiliflora</i>	Anacardiaceae	Jocomico
<i>Molindendron hondurensense</i>	Hamamelidaceae	Majao
<i>Mosquitoxylum jamaicense</i>	Anacardiaceae	Aceituno de montaña
<i>Myrsine juergensenii</i>	Myrsinaceae	Uva/uvilla

Fuente: Elaboración propia de Manueles, basada en Acosta, M. 2002.

Cuadro 12. Especies con potencial de utilización para la restauración del bosque de galería, en el bosque húmedo subtropical (bh-S).

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	Ceiba
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Laurel blanco
<i>Dalbergia agudeloii</i>	Fabaceae	Grandillo blanco
<i>Dalbergia tucurensis</i>	Fabaceae	Granadillo rojo
<i>Dendropanax arboreus</i>	Araliaceae	Palo de agua
<i>Dendropanax gonatopodus</i>	Araliaceae	Guajada
<i>Ficus morazanica</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus ovalis</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus trigonata</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Lonchocarpus morenoi</i>	Fabaceae	Chaperno
<i>Mauria sessiliflora</i>	Anacardiaceae	Jocomico
<i>Platymiscium dimorphandrum</i>	Fabaceae	Hormigo
<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	Guayabillo
<i>Pterocarpus rohrii</i>	Fabaceae	Pterocarpus
<i>Spondias Bombin</i>	Anacardiaceae	Jobo
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	Macuelizo
<i>Trema micrantha</i>	Ulmaceae	Capulin
<i>Vatairea lundellii</i>	Fabaceae	Amargoso

Fuente: Elaboración propia de Manueles, basada en Acosta, M. 2002.

3. Protección forestal

La microcuenca La Laguna, ubicada en una zona de vocación forestal, debe contar con mecanismos de manejo forestal, considerando así la intervención con medidas y acciones que desfavorezcan la propagación de incendios forestales (prevención). Es importante la educación y el conocimiento por parte de los actores de la comunidad antes de iniciar el proceso de prevención.

Las plantaciones que se establezcan en las zonas de recarga (bandas de enriquecimiento), en el bosque de galería y en la periferia de los manantiales necesitarán de mantenimientos periódicos de limpieza, control de plagas y enfermedades. Frente a esta necesidad se recomienda a la entidad ejecutora de estas acciones, desarrollar un programa de control y monitoreo de las plantaciones, asegurando así la restauración de la microcuenca.

Para el aprovechamiento forestal, principalmente para usos energéticos (leña), se deberá establecer planes de aprovechamiento dendroenergéticos. Para estos planes se recomienda usar especies de crecimiento rápido y que requieran de costos mínimos de establecimiento y manejo. Entre estas especies se puede usar *Azadirachta indica* (neem), *Gliricidia sepium* (madreado) y *Leucaena leucocephala*. En caso de pretender aprovechar el bosque mixto de las partes bajas de la microcuenca se debe diseñar parcelas de producción a través de podas y raleos. Antes de establecer estas parcelas se debe conocer y obtener información de la propiedad del Sr. Carlos Rivera, quien tiene implementado mecanismos de raleo y poda en una propiedad.

Se estima una inversión inicial por las practicas de protección de \$ 10/ha y las posibles fuentes de apoyo son la Alcaldía municipal de Maraita por medio de la Unidad de Manejo Ambiental (UMA), Comité Ambiental Local (CALs) y la Carrera de Desarrollo y Ambiente de la Escuela Agrícola Panamericana.

4.11.3.2. Componente de agricultura y ganadería sostenible

Siendo la ganadería y la agricultura las principales actividades económicas de la microcuenca, debe asegurarse la productividad y sostenibilidad de las mismas. Con el fin de contribuir al manejo adecuado de estos rubros de producción, se plantean las estrategias siguientes:

1. Conservación de suelos⁸

Este programa es necesario para aumentar la productividad agrícola y disminuir los impactos ambientales de la agricultura tradicional. La microcuenca cuenta con suelos secos y con pendientes en su mayoría de inclinadas a escarpadas. El programa aplica principalmente para las parcelas destinadas a la producción de granos básicos, pastos y café-plátano, que actualmente son sometidas al uso de agroquímicos y a quemas agrícolas.

En parcelas con pendientes del orden de 12-54% se debe construir barreras muertas de piedra, con un distanciamiento entre barrera de 10-6 m con respecto a la pendiente, con un máximo de 50 cm de altura, de 30-40 cm de ancho, profundidad de 20 cm y se establecerán en espacios donde exista el material. Se debe dar mantenimiento a las que ya existen y las que se establezcan. Además, en la base de la barrera se deben sembrar

⁸ Las prácticas de conservación de suelos recomendadas en esta sección, están basadas en información de la Fundación Nicaragüense de Agricultura.

árboles en hilera con un espaciamiento de 2 m entre planta y para su protección. Se pueden utilizar las siguientes especies: *G. sepium* (madreado), *Diphysa americana* (guachipilín), *A. indica* (neem), *Leucaena leucocephala var. K-8* y otras que se pueden considerar en el transcurso de la ejecución del programa. A estas hileras se sugiere dar mantenimiento de limpieza y podas.

Para proveer humedad a los suelos, evitar erosión y arrastre de sedimentos en terrenos con pendientes de 12-54% se deben construir zanjas de ladera a nivel, de aproximadamente 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad. Para proteger la zanja de la velocidad del agua, en el talud se puede sembrar *Pennisetum purpureum* (pasto elefante) y *Vetiveria zizanoides*. En la parte de debajo de la zanja se puede sembrar gandul o leucaena para la estabilización del suelo. En estas zanjas se debe controlar la acumulación de sedimentos y cortar el pasto, en caso de existir. Para pendientes del orden de 0-12% se sugiere establecer barreras vivas en surco corrido en curvas a nivel de *Ananas comosus* (piña) o de caña de azúcar con un distanciamiento entre barrera de 30-10 m con respecto a la pendiente.

En las cercas de las parcelas se debe plantar *G. sepium* (madreado) y *Leucaena leucocephala var. K-8* con distanciamientos de 3 m entre plantas. Finalmente se debe reducir el uso de agroquímicos, usar abonos verdes, manejo de rastrojo y disminuir las quemadas agrícolas. Las plantaciones de café se pueden asociar con hormigo, granadillo rojo, nogal, jocomico y árboles frutales y en los huertos mixtos se sugiere sembrar *Moringa oleifera* (marango).

Se estima una inversión inicial por 1 ha que contenga todas las prácticas recomendadas de \$ 300.00. Además, conviene estimar costos a nivel de finca por parte de la organización encargada del proyecto y las posibles instituciones de apoyo son la Alcaldía Municipal de Maraita, Programa Nacional de Desarrollo Local (PRONADEL) y la Escuela Agrícola Panamericana, para el caso de capacitaciones y asesorías en prácticas agrícolas.

2. Bancos de proteína

Para aumentar la productividad, disminuir el impacto negativo que provoca la ganadería en la microcuenca y concentrar los hatos ganaderos en sitios apropiados, se deben establecer bancos de proteínas⁹, el cual se refiere a la siembra de especies herbáceas y arbustos con follaje de alto contenido proteico para la alimentación del ganado.

Para establecer estos bancos se debe usar *G. sepium* (madero negro/madreado), especie contiene entre el 18-30% de proteína. La siembra se hará por semillas, estas se dejarán germinando por 3 días y luego se siembran en bolsas con tierra negra y abono orgánico, se deben regar y fertilizar (estos dos últimos criterios se sugiere consultar con un técnico) y finalmente a las 6 semanas se transplantarán a las parcelas ya adecuadas. La distancia de siembra será de 1 m entre surco y de 0.5 m entre planta, obteniendo una densidad de 20, 000 plantas/ha. El aprovechamiento del follaje se hará por corte del mismo, cuando la planta tenga de 1-1.5 m de alto, considerando como mínimo 6 meses después de sembrado. Para el mantenimiento de estos bancos se debe hacer podas, fertilización y darles un tiempo de descanso de 60-70 días.

⁹ La recomendación de los bancos proteico-energéticos están basadas en investigaciones del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

El aprovechamiento de *G. sepium*, no se debe hacer por ramoneo directo, se hará por cortes de follaje y transporte hasta los corrales o pequeñas áreas de potreros donde se encuentre el ganado.

Se estima que la inversión inicial es de \$ 500/ha y las posibles fuentes de apoyo son: Programa Nacional de Desarrollo Local (PRONADEL) y la Escuela Agrícola Panamericana, para el caso de capacitaciones y asesorías.

3. Bancos energéticos

Para mejorar los rendimientos se debe implementar bancos energéticos, es decir la siembra de especies de alto contenido energético. El establecimiento de este banco produce forraje de alto valor energético, permite alimentar más ganado, reduce los costos de compra de concentrados y otros suplementos y lo importante desde el punto de vista ambiental, es que se reducen las presiones sobre el bosque.

Para el establecimiento de estos bancos se debe cultivar *Saccharum officinarum* (caña de azúcar). En cuanto a este cultivo existe la ventaja que los productores tienen experiencias y conocimientos del mismo, razón por la cual es conveniente para ellos el establecimiento de estas parcelas. El ganado debe alimentarse con caña de azúcar por el contenido energético, madero negro por la proteína, rastrojo de maíz por la fibra, pastos por pastoreo y otros suplementos de la dieta (sal, minerales, etc.).

Los ganaderos pueden establecer parcelas de pastos con *Hyparrhenia rufa* (jaraguá) y *A. gayanus* (andropogón), utilizando la práctica de rotación de potreros. Para los propietarios con mayores hatos ganaderos se recomienda la semiestabulación del ganado, utilizando las técnicas de ensilaje y henificación de pastos que exceden en épocas de invierno para alimentar al ganado en época seca.

Se ha estimado que la inversión inicial es de \$ 550/ha y las posibles fuentes de apoyo son: Programa Nacional de Desarrollo Local (PRONADEL) y la Escuela Agrícola Panamericana, para el caso de capacitaciones y asesorías.

4. Construcción de abrevaderos

Actualmente la mayor parte del ganado, consume agua en la quebrada y en algunos manantiales existentes, acción que afecta negativamente la cantidad y calidad del agua de la microcuenca por dicha razón es indispensable que el ganado posea abrevaderos para suministrar agua.

Para el establecimiento de abrevaderos es necesario identificar áreas apropiadas para la construcción de los mismos. Se deben construir desde la parte media a la baja de microcuenca conduciendo el agua a un mínimo de 166 m fuera de la quebrada o fuente y por efecto de costos se considera que el medio de conducción debe ser por mangueras de 1 pulg. al inicio y de ½ pulg. al final para favorecer la presión y que el agua pueda llegar a la obra. La construcción de abrevaderos será de cemento con un flotador para evitar pérdidas de agua y para determinar el tamaño de estos se debe estimar un consumo de agua de 20 gl/cabeza/día.

Considerando una distancia de 166 m y un abrevadero de 1mx1.5mx1m la inversión inicial es de aproximadamente \$ 260. La búsqueda de las fuentes de financiamiento de

los materiales de construcción corresponde al comité de manejo de la microcuenca y a los productores/ganaderos.

4.11.3.3. Componente de infraestructura

El objetivo del manejo integrado de cuencas, no sólo es el manejo y la protección de los recursos naturales, sino también contribuir al desarrollo comunitario con programas de infraestructura.

1. Mejoramiento y mantenimiento de la red vial

La parte baja de la microcuenca cuenta con el acceso a la carretera principal en buen estado que conduce a Maraita. Sin embargo, la parte media y alta posee caminos de herradura y una carretera secundaria en la zona de recarga, los cuales se encuentran en condiciones inapropiadas y es por esto que es necesario hacer mejoras en la red vial.

Para realizar mejoras es necesario que el comité de manejo de la microcuenca, se encargue de motivar a la población para participar en los procesos de mejoramiento y mantenimiento de los caminos. Relacionado al tema la principal intervención que se deberá realizar es la eliminación completa del paso de ganado en las zonas de importancia hidrológica, esta acción aplica para los caminos ubicados en las partes altas de microcuenca. Esta intervención se hará con el fin de asegurar la calidad del agua. Los caminos en general, deben mantenerse limpios de malezas y de acumulación de sedimentos para que sean de fácil acceso. La carretera ubicada en la parte alta de microcuenca, debe estar bajo constante mantenimiento, en primer lugar se debe reconstruir las cunetas para el adecuado desvío de la escorrentía. Además, en los bordes de la carretera se deberá sembrar surcos de *V. zizanooides*, con el fin de estabilizar el suelo, prevenir derrumbes y servir de trampa de sedimentos.

Se sugiere a la comunidad La Laguna y a las organizaciones de base tomar medidas y acciones para la gestión de este programa.

2. Mejoramiento y mantenimiento de las fuentes de agua

Para mejorar las fuentes de agua, se deberá construir cercas que abarquen 0.5 ha. Además, se debe sembrar especies arbóreas de potencial hidrológico (ver Cuadros 10, 11 y 12). Las obras tomas en la quebrada y en los manantiales deben ser reconstruidas y deben estar libres de sedimentos. Las tuberías de conducción que estén en mal estado deberán ser cambiadas. Los cauces principales de la zona media-alta que son los que conducen agua a las obras tomas, deben estar libres de la sedimentación, materia orgánica, desechos sólidos (basura) y otros componentes. La comunidad debe reconocer y ejecutar acciones que disminuyan las presiones negativas (por la ganadería) de aproximadamente 1 ha de la superficie llamada Chagüite, debido a que este vierte el agua al cauce principal ubicado en la parte media-alta. Se recomienda cercar para evitar el paso del ganado y proteger con las mismas especies usadas en los manantiales. Es importante mencionar que si no se cumplen los programas de la zona de recarga, manejo ganadero y agrícola, las acciones de este programa como el cercado y la siembra de árboles no serán efectivas.

La búsqueda de fuentes de apoyo y la estimación del costo de reconstrucción, cercado, conducción y plantación, corresponde al comité de manejo de cuencas de la comunidad de La Laguna.

4.11.3.4. Calidad de agua

Se conoce que el agua actual no es apta para consumo humano y los análisis de agua demostraron que se tienen problemas de contaminación bacteriológica en las obras tomas y en los recipientes de las casas, esto quiere decir que el agua para la ingesta humana no es tratada.

1. Tratamiento domiciliario de agua

Para tratar el agua, la comunidad de La Laguna deberá poner en práctica el método de bajar la turbidez del agua con la semilla de *Moringa oleifera* (marango¹⁰), filtros de cerámica y filtros lentos de arena. La semilla de marango se puede obtener de las plantas que se siembren en los huertos mixtos (sección de conservación de suelos). Por efectos de intervención urgente en la calidad de agua, las semillas se deben comprar, pulverizar (moler), y aplicar de acuerdo al nivel de turbidez del agua. Una vez controlada la turbidez del agua es recomendable implementar tratamientos de control bacteriológico usando cloro (hipoclorito de sodio, el que normalmente se vende en las pulperías en forma líquida), aplicando 1 a 2 gotas/L y se consume 30 minutos después de la aplicación. En caso de no clorar se puede usar el método de ebullición o el método SODIS¹¹. Además, se tendrá un control y aseo adecuado de los recipientes de almacenamiento, esto se asegurará con el manejo y el uso adecuado de los servicios sanitarios (letrinas).

Corresponde a la comunidad de La Laguna aprender a tratar el agua por medio del proyecto de PRIDE, ejecutado por Zamorano, que aplica nuevas tecnologías para el tratamiento de aguas destinadas al consumo humano usando la semilla *Moringa oleifera*.

¹⁰ Es una planta que se puede usar como forraje, alimento humano, medicina y ornamental. Es de crecimiento rápido y puede producir semillas en un año.

¹¹ Es un método bacteriológico, en el cual se aprovecha la radiación solar. Se exponen al sol las botellas con agua por un día.

5. CONCLUSIONES

1. Los recursos naturales de la microcuenca, se enfrentan a procesos de degradación (erosión y compactación de suelos, eliminación de la cobertura vegetal, contaminación del agua, etc.) provocadas principalmente por las actividades agropecuarias extensivas-tradicionales y por las explotaciones forestales insostenibles. Esto influye en la baja productividad de las principales actividades económicas, por tanto en las condiciones de vida de la población de la comunidad de La Laguna, Maraita.
2. La zona de recarga de la microcuenca, tiene una superficie relativamente reducida, degradada y con presencia de conflictos en el uso de la tierra. De no implementarse medidas de restauración y manejo, la presión sobre los recursos aumentará y esta zona puede desaparecer en un período de tiempo menor a 10 años.
3. La cantidad de agua es limitada y la calidad indica que no es apta para consumo humano. Esta situación está provocando un estrés hídrico en la población comunitaria, representa un riesgo para la salud y futuros conflictos por escasez de agua entre las familias que laboran en la parte alta de la microcuenca y las que se ven afectadas de la parte media-baja de la misma.
4. La limitada cantidad de agua producida en la microcuenca, las condiciones topográficas y la ubicación de las viviendas no permiten el correcto funcionamiento de un sistema de abastecimiento de agua potable. Es por esta razón, que en el modelo se recomiendan otros métodos para abastecimiento y saneamiento del agua para consumo humano.
5. Existe una fuerte disponibilidad de participación por parte de los actores comunitarios de esta microcuenca y el gobierno local de Maraita. Esto influirá favorablemente en el tiempo de ejecución de las acciones propuestas en los componentes del modelo y en el corto plazo en la creación del comité de manejo de la misma.
6. Las condiciones biofísicas y socioeconómicas son similares a las que presentan algunas unidades hidrográficas de la región del Yeguaré. Esto hace que el estudio se pueda utilizar como base para formular proyectos de desarrollo y de manejo de recursos naturales en la misma región.
7. La principal limitante para desarrollar el modelo de manejo de la microcuenca La Laguna es a nivel de presupuestos, debido a que esta requiere de la implementación completa del modelo para lograr la restauración ideal.

6. RECOMENDACIONES

1. Para iniciar el proceso de restauración de la microcuenca se recomienda que se constituya y se fortalezca un comité de manejo para la misma. Éste debe estar integrado por los actores comunitarios, organizaciones locales de base, gobierno local y representantes de instituciones presentes en la comunidad.
2. Se recomienda a la población femenina de la comunidad de La Laguna involucrarse en las actividades de gestión y de manejo de la microcuenca, por ser las mujeres las más afectadas con la problemática de escasez de agua e inadecuada calidad de la misma. Esta situación se da porque son ellas quines generalmente invierten tiempo en el acarreo del agua, preparación de alimentos para la familia y son las más preocupadas por la salud de los hijos.
3. El comité de manejo puede implementar en la mayor brevedad posible el modelo de manejo de recursos naturales, asegurando así la restauración de la microcuenca y principalmente la zona de recarga hídrica.
4. Es necesario que la Alcaldía Municipal de Maraita participe fuertemente en la validación de este modelo, gestionando el apoyo financiero y emitiendo regulaciones locales pertinentes. Lo anterior con el fin de asegurar el cumplimiento de los objetivos del modelo de manejo.
5. Algunos resultados de los componentes que se enfocan a la calidad de agua no se obtendrán en el corto plazo, por tal razón se le recomienda a los hogares de la comunidad tomar algunas medidas paliativas de tratamiento de agua (hervir, clorar, control de aseo de recipientes y manos), manejo de desechos sólidos (compostaje y enterrar la basura) y aprovechamiento razonable de la leña (ecofogones).
6. Los componentes de manejo que se ejecuten deben ser evaluados anualmente, tanto en lo que respecta a la implementación de las actividades como en el impacto generado. Esta actividad corresponde a las instituciones que apoyen la ejecución de los componentes de acción y al comité de manejo.
7. El componente de calidad de agua debe ser monitoreado trimestralmente, es decir que se deben realizar análisis físicoquímicos y bacteriológicos al agua para consumo humano. Para realizar esta actividad se le recomienda al comité de manejo concretar convenios con la Secretaría de Salud y una institución especializada en calidad de agua para realizar estos análisis.
8. Los proyectos presentes en la zona enfocados al Manejo Integrado de Cuencas (MIC) de la región del Yeguaré y otros pueden tomar como base los resultados de este estudio para establecer los lineamientos de manejo en otras unidades hidrográficas.

9. A los docentes que imparten clases vinculadas a MIC de la carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente de Zamorano, se les recomienda utilizar este estudio como un ejemplo del manejo de las unidades hidrográficas en la región del Yeguaré.

7. BIBLIOGRAFÍA

Acosta, M. 2002. Plan de manejo participativo para las partes alta y media de la Microcuenca de la Quebrada La Pita, Morocelí, El Paraíso, Honduras. Zamorano, Honduras. 103 p.

Agudelo, N. 2007. Condiciones climatológicas de la microcuenca de la Quebrada La Laguna, Maraita. Comunicación personal.

Alianzas para las Montañas. 2007. Cuencas hidrográficas. (en línea). Consultado 18 de jul. 2007. Disponible en www.alianzamontanas.org

Cap-Net. 2007. Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH). Salud y saneamiento. (en línea). Consultado 15 de jul. 2007. Disponible en www.cap-net.org

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2004. Bancos forrajeros. Enfoques silvopastoriles para el manejo de ecosistemas. Turrialba, Costa Rica. 26p.

Centro de Salud. 2007. Enfermedades hídricas de la comunidad de La Laguna. Comunicación personal. Maraita, Francisco Morazán, Honduras.

Chica, N. 2006. Organización, liderazgo y reglamentación. Elementos claves para la gestión comunitaria del agua. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 42 p.

Comité técnico nacional de calidad de agua. 1995. Norma técnica nacional para la calidad del agua potable. Tegucigalpa, Honduras. 42 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2007. Día Mundial del Agua. Afrontando la escasez del agua. (en línea). Consultado 7 de jul. 2007. Disponible en www.rlc.fao.org

FUNICA (Fundación Nicaragüense de Agricultura). Prácticas de conservación de suelos. (en línea). Consultado 14 de ago. 2007. Disponible en www.funica.org

Holguin, V.; Ibrahim, M. 2005. Bancos forrajeros de especies leñosas. 24 P.

IFPRI (International Food Policy Research Institute). 2002. Panorama global del agua hasta el 2025. Washington, D.C. 24p.

SERNA (Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente). 2004. Balance Hídrico de Honduras. Recursos hídricos y población. Tegucigalpa, M.D.C. 206 p.

SERNA (Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente). 2005. Informe del estado y perspectivas del ambiente. GEO Honduras. Tegucigalpa, M.D.C. 173 p.

Tenorio, E. 2007. Material didáctico: Notas de clases. Clase de manejo integrado de cuencas. Carrera de Desarrollo Socioeconómico y Ambiente. Zamorano .Honduras.

8. ANEXOS

Anexo 1. Especies arbóreas de la microcuenca La Laguna

Nombre científico	Familia	Nombre común
<i>Ardisia revoluta</i>	Myriscinacia	Uvilla
<i>Bombacopsis quinata</i>	Bombacaceae	Pochote /cedro espino
<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	Masica
<i>Bursera glauca</i>	Burseraceae	Negrilo
<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	Indio desnudo
<i>Calyptranthes hondurensis</i>	Myrtaceae	Arrayan
<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Cedro real
<i>Ceiba pentandra</i>	Bombacaceae	Ceiba
<i>Cecropia alata</i>	Cecopraceae	Guaruma
<i>Cordia alliodora</i>	Boraginaceae	Laurel blanco
<i>Cupania dentata</i>	Sapindaceae	Cola de Pava
<i>Dalbergia agudeloi</i>	Papilionaceae	Granadillo Blanco
<i>Dentropanax arboreus</i>	Araliaceae	Palo de agua
<i>Diospyros nicaraguensis</i>	Ebenaceae	Bombón
<i>Diphysa americana</i>	Papilionaceae	Guachipilín
<i>Erythrina berteroana</i>	Papilionaceae	Pito
<i>Ficus insipida</i>	Moraceae	Oreja de Venado
<i>Ficus morazanica</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus ovalis</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus pertusa</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus trigonata</i>	Moraceae	Higuerón
<i>Ficus velutina</i>	Moraceae	Ficus de agua,
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Sterculiaceae	Caulote
<i>Hauya alegans</i>	Onagraceae	Oreja de burro
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Tiliaceae	Jamajao
<i>Hymenaea courbaril</i>	Caesalpiniaceae	Guapinol
<i>Leandra subtriplinervis</i>	Melastomateceae	Cirio
<i>Leuhea speciosa</i>	Tiliaceae	Casco
<i>Lonchocarpus comitensis</i>	Papilionaceae	Cuero de toro de flor blanca
<i>Lonchocarpus monticulus</i>	Papilionaceae	Cuero de toro
<i>Lysiloma acapulense</i>	Mimosaceae	Quebracho
<i>Machaerium biovulatum</i>	Papilionaceae	Vaina espada
<i>Machaerium fruticetorum</i>	Papilionaceae	Chaperno
<i>Margaritaria noblis</i>	Euphorbiaceae	Sombra de armado
<i>Miconia sp</i>	Melastomateceae	Cirio
<i>Montanoa guatemalensis</i>	Asteraceae	Tatascan
<i>Murraya panicula</i>	Rutaceae	Limonaria
<i>Persea schiedeana</i>	Lauraceae	Aguacate sucte
<i>Pinus maximinoides</i>	Pineaceae	Pino
<i>Pinus oocarpa</i>	Pineaceae	Pino

<i>Piscidia grandifolia</i>	Papilionaceae	Zopilote
<i>Psidium cattleianum</i>	Myrtaceae	Guayabillo
<i>Puotera sapota</i>	Sapotaceae	Matazano
<i>Puotera tetramera</i>	Sapotaceae	Matazano
<i>Quercus hondurensis</i>	Fagaceae	Encino Rojo
<i>Quercus segoviensis</i>	Fagaceae	Roble Amarillo
<i>Schoepfia schereberi</i>	Olacaceae	Limoncillo amarillo
<i>Sidium juajama</i>	Myrtaceae	Guayabo
<i>Sinclairia sublobata</i>	Asternaceae	Vara blanca
<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	Ciruela
<i>Swietenia humilis</i>	Meliaceae	Caoba
<i>Tabebuia neocrisantha</i>	Bignoniaceae	Cortes amarillo
<i>Tabebuia rosea</i>	Bignoniaceae	Macuelizo
<i>Trichilia havanensis</i>	Meliaceae	Limoncillo blanco
<i>Ugenia jambo</i>	Myrtaceae	Manzana rosa
<i>Urera eggersi</i>	Urticaceae	Chiquicaston
<i>Xylosoma flexuosa</i>	Flacourtiaceae	Aguja de Arra
<i>Zanthoxylum mollismum</i>	Rutaceae	Cedrillo

Fuente: Identificación propia y otras tomadas de Dent U. 2003