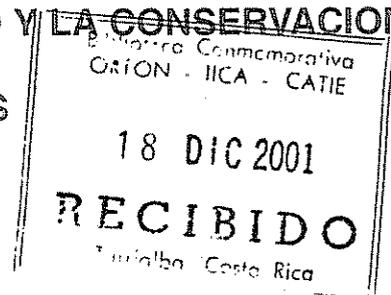


CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACION
ESCUELA DE POSGRADUADOS



**ESTIMACION ECONOMICA DE LAS PRINCIPALES EXTERNALIDADES
DE USO Y MANEJO DE LOS RECURSOS NATURALES,
EN LA SUBCUENCA MATANZAS, DEL RIO POLOCHIC, GUATEMALA
Y PROPUESTA DE INTERNALIZACION MONETARIA**

POR

JOSE ADIEL ROBLEDO HERNÁNDEZ

CATIE

Turrialba, Costa Rica
2001

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN
ESCUELA DE POSGRADO



Estimación Económica de las principales externalidades de uso y manejo de los recursos naturales, en la subcuenca Matanzas, del Río Polochic, Guatemala y propuesta de internalización monetaria

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

Magister Scientiae

Por

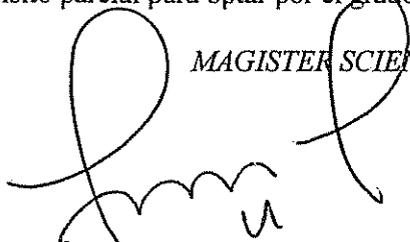
JOSE ADIEL ROBLEDÓ HERNÁNDEZ

Turrialba, Costa Rica
2001

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:



Alan González Figueroa, Ph.D.
Consejero Principal



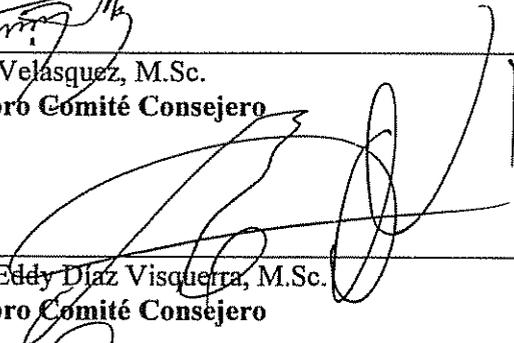
Robert Hearne, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



Bommat Ramakrishna, Ph.D.
Miembro Comité Consejero



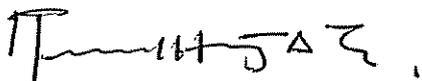
Sergio Velásquez, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Mario Eddy Díaz Visquerria, M.Sc.
Miembro Comité Consejero



Ali Moslemi, Ph.D.
Director Escuela de Posgrado



José Adiel Robledo Hernández
Candidato

DEDICATORIA

A:

DIOS: Manantial inagotable de amor y sabiduría, quien ilumina mi mente y alimenta mi espíritu.

Mis padres: Adiel Gilberto Robledo Pérez y Angela Hernández de Robledo en cuyos hombros, he podido siempre apoyar mi cabeza para escuchar palabras de aliento.

Mi esposa Ada Arely Ramírez de Robledo y a mis queridas hijas, Mariajosé y Marialejandra: Con mucho amor, quienes aceptaron sacrificar tantas horas que les pertenecían y que les fueron sustraídas en la absorbente tarea de culminar mis estudios de Posgrado.

Mis hermanos: Alicia Esperanza (Q.E.P.D.) Qué Dios le permita despertar un momento para compartir conmigo tan importante triunfo.

Sandra por su apoyo moral y espiritual esperando que no exista distancia para compartir conmigo este triunfo, a Walter y Amilcar, esperando que este sea un ejemplo digno de emitir para su formación profesional

Mis Sobrinos(as): Jennifer, Walter y Ronald

Mis Cuñadas: Todas, especialmente a Zuleyka y Janeth.

Mis Familiares: Mis queridos suegros y familia por el apoyo moral y espiritual que siempre me brindaron

Mis familiares y hermanos en Cristo: por mantener esa cadena permanente de oración con la finalidad de culminar con éxito mis estudios de posgrado.

AGRADECIMIENTOS

A:

La Agencia Internacional Para el Desarrollo del Gobierno de los Estados Unidos por su apoyo económico para realizar mis estudios de Posgrado.

Eddyn Barrientos por su apoyo constantes que me a dado en mi formación como estudiante, profesional y amigo.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación CATIE, por otorgarme la capacitación, albergue y el personal más idóneo para realizar mis estudios de posgrado.

Al Dr. Alan González Figueroa, profesor consejero, por su invaluable orientación y dedicada colaboración en la presente investigación.

Los miembros del comité, Dr Robert Hearne, Dr. B Ramakrishna, M.Sc Sergio Velázquez y M.Sc Eddy Díaz por sus acertadas sugerencias, comentarios y amistad.

La familia Díaz Visquerra con mucho cariño, aprecio y respeto por toda la amistad sincera en nuestros años de juventud y por brindarme el apoyo cuando más lo he necesitado tanto a mí como a mi familia en general, esperando en DIOS esta amistad se siga fortaleciendo.

La familia González Dubón con mucho cariño, aprecio y respeto por todo el apoyo brindado en los momentos más difíciles en CATIE y porque nunca marcaron una diferencia con los estudiantes Guatemaltecos y en especial con mi familia.

Al proyecto PROMA, en especial al Ing. Luis Alberto Castañeda y Juventino Gálvez, por sus orientaciones, recomendaciones y amistad.

Las autoridades y Productores las subcuenca Matanzas por sus valiosos aportes en esta investigación y en especial a Benigno Có

Mis amigos: En General, especialmente a toda la comunidad Guatemalteca del CATIE, esperando que este solo sea el inicio de una verdadera amistad profesional y personal.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS	IV
CONTENIDO	V
LISTA DE CUADROS	IX
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE ANEXOS.....	XII
RESUMEN.....	XIII
SUMMARY	XV
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos.....	4
1.1.1 General	4
1.1.2 Específicos.....	4
1.2 Hipótesis	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	6
2.1 Conceptos económicos y métodos de valoración económica.....	6
2.1.1 Conceptos teóricos de externalidades.....	6
2.1.2 Métodos de valoración económica	9
2.1.3 Valor de uso	10
2.1.4 Métodos de costos defensivos	10
2.1.5 Valoración económica de efectos en la salud	11
2.1.6 Valor económico de los bosques	12
2.2 Conceptualización de los oferentes y demandantes	12
2.3 Efectos de los bosques en el manejo y regulación del agua.....	13
2.3.1 Protección del recurso hídrico.....	15
2.4 Indicadores para la planificación del uso de la tierra	16
2.5 Enfoque reciente para medir la sostenibilidad del desarrollo y la agricultura.....	17
2.6 Problemas de erosión.....	17
2.7 Mejorando la tecnología	19
2.8 Conceptos básicos sobre sistemas de producción y sus aplicaciones en el desarrollo productivo sostenible.....	19

2.9	El cultivo del café y sus implicaciones ambientales	20
2.9.1	Importancia del cultivo de café.....	20
2.9.2	Tipos de beneficio de café.....	21
2.9.2.1	Beneficio tradicional	21
2.9.2.2	Beneficio tecnificado.....	21
2.10	Contaminación de los beneficios de café	22
2.11	Propuesta de modelo para un sistema de servicios ambientales a nivel institucional.....	27
2.12	Algunos mecanismos de internalización monetaria en las externalidades.....	27
2.13	Situación general de Guatemala	29
2.13.1	La Política forestal en Guatemala.....	29
2.13.2	Problemas principales del recurso agua	29
3.	CARACTERIZACIÓN DE LA SUBCUENCA MATANZAS.....	30
3.1	Caracterización biofísica de la subcuenca.....	30
3.1.1	Ubicación política y extensión del área de estudio	30
3.1.2	Ubicación hidrológica	30
3.1.3	Descripción del clima	32
3.1.4	Zona de vida.....	32
3.1.5	Suelo	33
3.1.6	Geología.....	33
3.1.7	Fislografía.....	33
3.1.8	Areas protegidas	34
3.2	Caracterización socioeconómica.....	34
3.2.1	Aspectos demográficos.....	35
3.2.2	Tamaño y distribución de la población	35
3.2.3	Idiomas.....	35
3.2.4	Migración.....	35
3.2.5	Desplazamiento.....	35
3.2.6	Infraestructura y servicios públicos.....	36
3.2.7	Salud y principales enfermedades.....	36
3.2.8	Indicadores generales en la subcuenca Matanzas.....	37
3.2.9	Educación.....	37
3.2.10	Tenencia de la tierra	37
3.2.11	Instituciones y organización comunitaria	38
4.	MATERIALES Y METODOS	42
4.1	Metodología.....	42
4.2	Etapas de trabajo	42
4.2.1	Etapa I: Actividades preliminares.....	42
I.1.-	Recopilación de información general	43
I.2.-	Reconocimiento preliminar	43
I.3.-	Definición del nivel de detalle	43
4.2.2	Etapa II Integración de la información e Inventarios básicos	

4.2.2	Etapa II Integración de la Información e inventarios básicos caracterización del área de estudio	43
II.1.	Inventarios básicos.....	43
II.2.	Fotointerpretación y cartografía	44
II.3.	Integración de Información básica	44
II.4.	Identificación y localización preliminar de problemas y áreas críticas. ..	44
4.3	Método de muestreo.....	45
4.3.1	Tamaño de la muestra	45
4.4	Caracterización del uso actual de los recursos naturales de la subcuenca matanzas	47
4.4.1	Suelo	47
4.4.2	Bosque.....	47
4.4.3	Agua.....	48
4.5	Identificación de las principales externalidades (positivas ó negativas) del uso y manejo de los recursos naturales	48
4.6	Establecer la relación de los generadores de las externalidades aguas arriba y los que se benefician ó perjudican de las mismas, aguas abajo.....	49
4.7	Cuantificar en términos físicos, las principales externalidades de incidencia local.....	49
4.8	Estimación del rango económico de las externalidades que éstos producen a los usuarios aguas abajo.....	50
4.9	Propuesta de mecanismos de internalización monetaria de las principales externalidades, generados por el uso y manejo de los recursos naturales.....	50
4.10	Preparación del informe final	51
5.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	52
5.1	Caracterización del uso actual de los recursos naturales de la subcuenca matanzas	52
5.1.1	Cobertura y uso de la tierra	52
5.1.2	Capacidad productiva de la tierra.....	58
5.1.3	Intensidad de uso de la tierra.....	61
5.1.4	Análisis de la Intensidad de uso y manejo de los recursos biofísicos	65
5.1.5	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de maíz	67
5.1.6	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de frijol.....	69
5.1.7	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de café	70
5.1.8	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de cardamomo.....	71
5.1.9	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en la categoría de sobreuso, en los principales cultivos de hortalizas.....	72

5.1.9	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en la categoría de sobreuso, en los principales cultivos de hortalizas.....	72
5.1.10	Otras características importantes de los cultivos de hortalizas	74
5.1.11	Uso de clorados y fosforados.....	75
5.1.12	Microcuencas y red de drenajes.....	76
5.1.13	Densidad poblacional	78
5.1.14	Presión sobre los recursos naturales	80
5.1.15	Zonificación del uso de la tierra	82
5.2	Identificación de las principales externalidades (positivas ó negativas) del uso y manejo de los recursos naturales	85
5.3	Establecer la relación de los generadores de las externalidades aguas arriba y los que se benefician ó perjudican de las mismas, aguas abajo.....	86
5.3.1	Externalidades positivas	86
5.3.2	Externalidades negativas	87
5.4	Cuantificar en términos físicos, las principales externalidades de incidencia local.....	88
5.4.1	Cuantificación de las principales externalidades positivas.....	91
5.4.2	Cuantificación de las principales externalidades negativas.....	92
5.5	Estimar un rango económico a las externalidades que éstos producen a los usuarios aguas abajo.....	95
5.5.1	Métodos de valoración para las externalidades locales de la subcuenca Matanzas.....	95
5.5.2	Métodos de valoración para las externalidades locales de la subcuenca Matanzas (por contaminación)	95
5.5.3	Métodos de valoración para las externalidades locales de la subcuenca Matanzas (por azolvamiento)	101
5.5.4	Métodos de valoración para las externalidades positivas locales en la subcuenca Matanzas.....	102
5.6	Propuesta de mecanismos de internalización monetaria de las principales externalidades, generadas por el uso y manejo de los recursos naturales.....	103
6.	CONCLUSIONES	109
7.	RECOMENDACIONES.....	112
8.	BIBLIOGRAFIA.....	114
9.	ANEXO	120

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.	Indicadores para la planificación del uso de la tierra.	16
Cuadro 2.	Análisis del agua, tomando en cuenta los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en el río frío, Santa Bárbara, Honduras	24
Cuadro 3.	Zonas de Vida en la subcuenca Matanzas.	32
Cuadro 4.	Algunos indicadores generales en la subcuenca Matanzas.....	37
Cuadro 5.	Instituciones con presencia en la subcuenca Matanzas	40
Cuadro 6.	Instituciones no gubernamentales que tienen cobertura en la subcuenca	41
Cuadro 7.	Cuantificación de la cobertura y uso de la tierra de la subcuenca Matanzas.....	56
Cuadro 8.	Cuantificación de la capacidad productiva de la tierra en la subcuenca Matanzas.....	59
Cuadro 9.	Cuantificación de la intensidad de uso de la tierra en la subcuenca Matanzas.....	63
Cuadro 10.	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías, en el cultivo de maíz.....	68
Cuadro 11.	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de frijol.....	69
Cuadro 12.	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de café	70
Cuadro 13.	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de cardamomo	71
Cuadro 14.	Identificación de la producción en el sobre uso de suelo, en los principales cultivos de hortalizas.	73
Cuadro 15.	Identificación de la producción en la intensidad de uso, en la categoría de uso correcto, en los principales cultivos de hortalizas.	73
Cuadro 16.	Características importantes de los principales cultivos de la zona.....	74
Cuadro 17.	Principales Clorados y Fosforados utilizados en la sub cuenca ...	75
Cuadro 18.	Micro cuencas y red de drenajes	76
Cuadro 19.	Densidad poblacional	78
Cuadro 20.	Presión sobre el uso de los recursos.	80
Cuadro 21.	Zonificación de uso de la tierra de la subcuenca Matanzas	83
Cuadro 22.	Comportamiento de los caudales promedios de la sub cuenca Matanzas.	88

Cuadro 23. Fincas y cooperativas productoras de café	94
Cuadro 24. Estimación de costos por tratamiento per capita, pérdida de los días de trabajo y transporte (\$)	97
Cuadro 25. Costos estimados de reconversión por fases del proceso de un beneficio húmedo con capacidad para procesar 500 qq/maduro/diario.	100
Cuadro 26. Estimación del rango económico de las externalidades por azolvamiento.	101
Cuadro 27. Costo estimado de reconversión de la fase de recirculación en un beneficio de café.	103
Cuadro 28. Propuesta de mecanismos de internalización monetaria de las principales externalidades, generados por el uso y manejo de los recursos naturales.	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Relación del pH permisible con el pH obtenido de la cuenca del río frío.....	25
Figura 2.	Relación entre demanda química del oxígeno permisible y demanda química de oxígeno encontrada del río frío.....	25
Figura 3.	Relación de la demanda bioquímica de oxígeno permisible y la demanda de oxígeno encontrada.....	26
Figura 4.	Ubicación Geográfica de la subcuenca Matanzas, de cuenca del río Polochic.....	31
Figura 5.	Cobertura y uso de la tierra.....	57
Figura 6.	Capacidad productiva de la tierra.....	60
Figura 7.	Intensidad de uso de la tierra.....	64
Figura 8.	Microcuencas y red de drenajes.....	77
Figura 9.	Densidad poblacional.....	79
Figura 10.	Presión sobre los recursos naturales.....	81
Figura 11.	Zonificación de uso de la tierra.....	84
Figura 12	Comportamiento promedio del caudal anual de la subcuenca Matanzas.....	89

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1.	Instrumento de encuesta para la caracterización de la subcuenca Matanzas.....	121
Anexo 2.	Comunidades estudiadas y ubicadas en el uso correcto y sobre uso del suelo.	124
Anexo 3.	Matriz de la capacidad productiva (clase agrológica USAD).	128
Anexo 4.	Informe de resultados del análisis de organoclorados y organofosforados.	132
Anexo 5.	Informe de resultados del análisis de agua con fines de riego..	138
Anexo 6.	Informe de resultados del análisis de agua con fines bacteriológicos.	151
Anexo 7.	Informe de resultados del análisis de aguas mieles.	158
Anexo 8.	Informe del análisis de algunos indicadores para la planificación de uso de la tierra.	160
Anexo 9.	Presentación del programa de PINFOR para Guatemala.	162

RESUMEN

Robledo, HJ; 2001. Estimación económica de las principales externalidades de uso y manejo de los recursos naturales, en la subcuenca Matanzas, del río Polochic, Guatemala y propuesta de internalización monetaria. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 164 p.

Palabras claves: cuenca, Polochic, subcuenca Matanzas, estimación económica, externalidades, servicios ambientales, uso y manejo, recursos naturales, internalización monetaria.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la subcuenca del río Matanzas, que pertenece a la cuenca del río Polochic, políticamente se encuentra en los municipios de Purulhá, San Jerónimo y Salamá del departamento de Baja Verapaz, que cubren la parte alta y media de la subcuenca. La parte baja pertenece al municipio de Santa Catalina la Tinta, del departamento de Alta Verapaz. Su extensión territorial es 825 km². Y tubo como objetivo general, contribuir al conocimiento de las externalidades generadas por los ecosistemas naturales en la subcuenca Matanzas y proponer mecanismos de compensación.

La ejecución del trabajo se hizo en etapas, siendo la primera de ellas identificar las principales externalidades que partió de la caracterización biofísica y ambiental de los sistemas productivos y socioeconómica. Donde la fotointerpretación a escala 1:50,000 fue un apoyo básico en todo el proceso de planificación, para la identificación del uso actual, capacidad e intensidad de uso de la tierra del año 1997.

La segunda etapa corresponde a establecer la relación de los generadores de las externalidades aguas arriba y los que se benefician ó perjudican de las mismas, aguas abajo.

La tercera etapa fue la cuantificación en términos físicos las externalidades positivas y negativas de incidencia local. El SIG sirvió para cuantificar, determinar el tipo de bosque existente y su ubicación. La erosión se cuantificó a través de la Ecuación Universal de Erodabilidad y el agua se cuantifico por medio de los registros de los caudales y la calidad ó contaminación se realizó a través de muestreos de agua.

La cuarta etapa lo constituye estimar un rango del valor económico de las externalidades que éstos producen a los usuarios aguas abajo y la quinta etapa que corresponde a proponer mecanismos de internalización monetaria de las externalidades, generados por el uso y manejo de los recursos

Dentro de los principales resultados se encontró que la agricultura constituye una de las principales actividades productivas, ocupando una extensión de 12,085 ha (14.58%) y los cultivos perennes principalmente el cultivo de café que ocupan una extensión 1920 ha (2.32%). A pesar de que existe una

presión acelerada hacia el recurso forestal, esta categoría ocupa la mayor extensión de coníferas de 6102 ha (7.36%) y el bosque de latifoliadas con una extensión de 37455 ha (45.22%).

La cuantificación de agua que es utilizada por los usuarios se expresa en caudales de la siguiente manera; 955 lt/s, 30 lt/s, 2,000 a 3,000 lt/qq y 2,000 lt/s. para actividades productivas.

Existe un costo de enfermedad por contaminación en los pobladores de la parte baja de la subcuenca en atención medica de \$ 330.00 y se estima que los métodos Defensivos y de Reemplazo tiene un costo de: \$ 22,885.64 y 3,205.12 respectivamente.

Se identificó problemas por azolvamiento que representa un Costo de Daño de \$ 6,163.33 y se estimó que existe una pérdida de suelo en el área de sobre uso, alrededor de 342.78 TON/ha/año.

Una política de pagos en las externalidades los beneficios y beneficiarios deben ser especificados. Reducir los costos de transacción entre los que reciben beneficios de servicios ambientales y los que producen estos servicios pueden ser los mecanismos más eficientes de producción de los mismos. Los usuarios de aguas, incluyendo, sistemas de riego é hidroeléctricas, deben pagar su costo total del uso del recurso y quien que contamina paga y no establecer derechos para contaminar.

El enfoque de cuenca hidrográfica debe considerarse como parte fundamental para el manejo de los recursos naturales y él ambiente de estás áreas geográficas. La transferencia de tecnología, experiencias, y mecanismos institucionales potencialmente complementarios entre sí, puede contribuir a mejorar la sostenibilidad.

SUMMARY

Robledo, HJ. 2001. Economic estimation of the principal externalities of natural resources, use and management at the Matanzas sub-basin of Río Polochic, Guatemala a proposal of the monetary internationalization. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 164 p.

Key Words: Basin, Polochic, Matanzas sub-basin, economic estimation, externalities, environmental services, use and management, natural resources, monetary internationalization.

The present research work was held at the sub-basin of Río Matanzas, which belongs to the Río Polochic basin. It is politically situated in the Purulhá, San Jerónimo and Salamá Municipios of the Baja Verapaz department, that covers the upstream and the medium stream of the basin. The downstream belongs to the Santa Catalina la Tinta municipio, of the Alta Verapaz department. Its territorial extension is 825 km². It had as a general objective, to contribute to the knowledge of the generated externalities for the natural ecosystems in the Matanzas sub-basin and to propose compensation mechanisms.

The execution of the work was done in phases, being the first of them, to identify the principal externalities which started from the biophysics and environmental characterization of the cropping systems and socioeconomic. Where the photo-interpretation in the scale 1:50,000 it was a basic support in all the planning process, for the identification of the current use, capacity and intensity of the land use in 1997.

The second phase corresponds to establish the relation of the generators of the externalities upstream and those damaged or benefited, downstream.

The third one, was the quantification in physical terms, the positive and negative externalities of local incidence. GIS served to quantify, and to determine the type of the existent forest and its location. The erosion was quantified through the General Ecuation of Edorability and the water was quantified through the stream registers, and the quality and pollution was done through water samples.

The forth phase consists in estimating a range of the economic value of the externalities that produce to the users downstream. The fifth phase proposes mechanisms of the monetary internationalization of the externalities generated by the use and resources management.

There was found, in the principal results that the agriculture constitutes one of the most productive activities, being an extension of 12,085 ha (14.58%) and the perennial crops, essentially, the coffee crop, which occupies an extension of 1920 ha (2.32%). Due to the accelerated pressure to the forest resources, this category occupies the most extension of conifers 6102 ha (45.22%).

The quantification of the water which is used by the users, is exposed in streams in the following form: 955 lt/s, 30 lt/s, 2,000 to 3,000 lt/qg and 2,000 lt/s, for productive activities.

There is a cost of \$330.00 of population illness due to pollution in the down part of the sub-basin. It is estimated that the defensive and replacement methods have a cost of \$22,885.64 and 3,205.12, respectively.

There was identified some problems for sedimentation that represents a Damage Cost of \$6,163.33 and it was estimated that exists a soil loss in the area of super use, around 342.78 TON/ha/year.

A payment politics in the externalities, the benefits and benefactors must be specified. To reduce the transaction costs among those who receive benefits from the environmental services and those who produce these services may be the more efficient production mechanisms. The water users, including irrigation systems and hydroelectric, must pay the total cost of the resource use and who pollutes has to pay, and don't establish rights to pollute.

The approach of hydrographic basin must be considered as a fundamental part for the natural resources and environmental management. Technology transfers, experiences, and potentially institutional mechanisms can contribute to improve sustainability.

1. INTRODUCCIÓN

La práctica predominante de agricultura en Centroamérica, de laderas, encara una crisis creciente e insostenible como resultado de la deforestación, la pérdida de diversidad biológica, erosión, el deterioro de los suelos y la contaminación de las aguas. De acuerdo a Lindarte y Benito (1993) entre las principales causas de esta situación se encuentran el crecimiento rápido y desordenado de la población y el uso de tecnología inapropiada que se practican en la mayoría de las áreas.

En Guatemala la problemática ambiental de las cuencas hidrográficas se refleja en el deterioro de los recursos naturales como resultado de la escasa o nula asistencia técnica y que pone en riesgo el futuro de las nuevas generaciones. Según Cabrera y León (1999) esto afecta adversamente las diversas funciones ambientales de los mismos y muy especialmente las relaciones con el agua, tales como la recarga hídrica, la cantidad disponible de los cuerpos superficiales y la calidad para uso doméstico.

El enfoque de cuencas hidrográficas debe considerarse como parte fundamental para el manejo de los recursos naturales y el ambiente de estas áreas geográficas. González (1986) indica la importancia de delimitar áreas que tienen mayor presión hacia los recursos naturales, para poder planificar y asignar recursos económicos y desarrollar programas que permitan detener el acelerado proceso de destrucción.

De acuerdo a Ramakrishna (1997) la visión preliminar de una cuenca es esencial para identificar los grandes problemas, los esfuerzos hechos hasta ahora y las proyecciones futuras con el fin de darle un buen manejo y tratamiento a la cuenca.

Las acciones de uso y manejo de los recursos naturales que se den en las partes altas de las subcuencas siendo estas las de mayor área de captación y

regulación hídrica van a repercutir tanto allí (internalidades) como en la parte baja (externalidades) tanto positivas como negativas.

En términos generales, las externalidades positivas se traducen en servicios ambientales y esto por ejemplo se fundamenta en el principio que los propietarios de bosques recibirán pagos para compensar los beneficios que estos bosques y plantaciones, brindan a la humanidad y las externalidades negativas es el daño que se causa por el mal uso que se hace de los recursos y que repercuten en la población.

Por tal razón cada vez más se reconoce que los temas de las externalidades del uso y manejo de los recursos naturales son fundamentales para el bienestar social y del ecosistema, así como también para el desarrollo económico sostenible.

Azqueta (1994), identifica que estamos en presencia de una externalidad (economía externa) en el momento en que una persona ó empresa repercute sobre el bienestar de otra persona y sobre su función de producción, sin que pueda cobrar un precio.

Lo más importante es facilitar una relación entre los que reciben los servicios y aquellos que prestan estos servicios. De acuerdo a Hearne (2000) no hay diferencia entre subsidios, incentivos y pagos, pero puede haber una diferencia en los resultados de las políticas de subsidio de años pasados y los sistemas de compensación para servicios ambientales futuros.

La internalización monetaria de costos ambientales consiste en el traslado del costo de mantener un bosque que esta produciendo un servicio de la sociedad, al usuario de dicho servicio, por otro lado permite darle valor y competitividad al bosque y sostenibilidad financiera como ejemplo.

Uno de los grandes desafíos que vemos hoy en día es que muchos de los recursos naturales y bienes ambientales carecen de precio, por que no se ha formado espontáneamente un mercado alrededor de ellos en el que sean objeto de transacción.

Por varias razones, la producción de externalidades positivas (servicios ambientales) presenta mayor relevancia en las partes altas de las cuencas, principalmente por ser la región con mayor área de captación y regulación hídrica y las externalidades negativas por el problema del mal manejo aguas arriba repercutirán directamente aguas abajo.

En este sentido fue importante la caracterización del uso actual de los recursos naturales renovables de la subcuenca Matanzas, de la cuenca del río Polochic. En ella se demandan distintas actividades agrícolas, principalmente los cultivos de café, cardamomo, granos básicos y hortalizas entre otros. Lo que permitió identificar y cuantificar las externalidades positivas y negativas de incidencia local y darle un valor (rango económico) con la aplicación de diferentes métodos de valoración. Entre los principales métodos utilizados están: (i) Costos de enfermedad; (ii) Costos defensivos; (iii) Costos de daño; (iv) Cambios en la productividad; (v) Costos de remplazo. También se plantea a nivel de propuesta diferentes mecanismos de internalización monetaria, de las principales externalidades de incidencia local, generadas por el uso y manejo de los recursos naturales.

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Contribuir al conocimiento de las externalidades generadas por los ecosistemas naturales en la Subcuenca Matanzas de la cuenca del río Polochic y proponer mecanismos de compensación equitativa, con enfoque de cuencas hidrográficas y criterios de sostenibilidad.

1.1.2 Específicos

Caracterizar el uso actual de los recursos naturales renovables de la subcuenca Matanzas.

Identificar las principales externalidades (positivas ó negativas) del uso y manejo actual de los recursos naturales del área.

Establecer la relación de los generadores de las externalidades aguas arriba y los que se benefician ó perjudican de las mismas, aguas abajo.

Cuantificar en términos físicos, las principales externalidades de incidencia local.

Estimar un rango del valor económico que éstos producen a los usuarios aguas abajo.

Proponer mecanismos de internalización monetaria, de las principales externalidades, generados por el uso y manejo de los recursos naturales.

1.2 Hipótesis

La compensación esta en función directa de la calidad ambiental que reciben los beneficiarios.

El estado de la cuenca aguas arriba se refleja en el comportamiento de los beneficiarios aguas abajo.

Las externalidades positivas generadas por los bosques tienen un valor de usos sostenible, en la subcuenca Matanzas, Polochic, Guatemala.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Conceptos económicos y métodos de valoración económica

2.1.1 Conceptos teóricos de externalidades

Las externalidades se pueden clasificar en dos tipos: las ambientales y las socioeconómicas.

Las externalidades consideradas como ambientales son: los efectos en la salud, la producción agrícola, los bosques y el calentamiento global por la emisión de CO₂.

Las externalidades consideradas como socioeconómicas incluyen: la creación de empleo, la participación de la mujer, movimientos migratorios, capacitación, incremento de la demanda de los bienes de consumo, desarrollo del sector, entre otros (CONICIT 2001).

Según Azqueta (1994) en las externalidades se pueden encontrar externalidades negativas (deseconomías externas) y positivas (economías externas). Actualmente quien genera una externalidad negativa no tiene que pagar por el daño que ocasiona en un sistema de mercado y quien produce una externalidad positiva no se ve recompensado monetariamente.

Larson y Pérez (1999), afirman que la externalidad inicia con la idea de la diferencia entre costo social y privado. La principal razón para una divergencia entre estos costos, es que una persona, firma ó grupo impone efectos físicos reales sobre otra persona.

Un bien público es aquel que produce efectos sobre quienes no han participado en la transacción. De acuerdo a Benegas (1998) aquellos que producen efectos para terceros ó externalidades que no son susceptibles de internalizarse, la gente se beneficia sin haber contribuido a su financiación

(Free-riders) ó la gente que se perjudica (externalidades negativas o costos externos) en la que los Free-riders son los emisores de externalidades.

La externalidad es un costo o beneficio no intencionado de la producción o el consumo que afecta a alguien que no es el productor ni el consumidor y donde el costo o beneficio no "se internaliza" ya que es algo externo al mercado. Richards (1999) indica que las externalidades son costos o beneficios fuera del mercado de acciones forestales que tienen lugar del otro lado de las fronteras del bosque o del proyecto.

La degradación del recurso agua es importante referirse al alarmante sobre uso de los agroquímicos en todo el sector agrícola y tal vez más en su parte más afluyente de la subcuenca Matanzas. Según Richters (1995) el sobre uso de agroquímicos ha causado daños, no solo a la planta que se busca proteger, sino también a las sociedades que dependen de ese ambiente.

La erosión del suelo, es causada por el uso de cultivos limpios ó erosivos y la falta de obras de conservación de suelo, la erosión en caminos, recreación, almacenaje de agua, irrigación, pesca comercial, uso industrial y municipal del agua y pérdida de potencial generador de energía eléctrica es decir sedimento en embalses.

Se ha demostrado que una externalidad es el daño ambiental generado por el beneficio de café, provocando un cambio en la calidad ambiental que afecta directamente no solo a quien la genera sino también a otros que incluyen al ambiente como parte de su función de producción o de su función de utilidad. Romero (1994) indica que internalización de esta externalidad puede ser una compensación económica ofrecida a quienes sufren el daño por parte de quienes lo provocan ó bien la reversión del daño en la mayor medida posible, desde el punto de vista económico.

Las externalidades positivas y negativas se internalizarán o no en el proceso de mercado según sean los gustos y las preferencias del momento y, en su caso según los costos involucrados pero en modo alguno pueden considerarse "fallas de mercado" (Benegas 1998).

Los servicios ambientales que presentan los bosques se clasifican como beneficios ecológicos y algunos portadores y la mayoría de ellos no se comercializan en el mercado, las razones principales por las que el mercado no reconoce dichos servicios es porque éstos caen dentro de externalidades positivas o bienes públicos, para los cuales el mercado no asigna un precio o falla en asignarles un precio adecuado (Landell-Mills, et. Al. 2000).

De acuerdo a Según Cai y Smith (1999) las externalidades negativas juegan un papel muy importante en la agricultura debido a varios factores, entre los principales podemos mencionar: la producción intensiva sin un adecuado manejo del uso del suelo y las malas prácticas de tumba y quema, deforestación entre otras, provocando contaminación así como ocasionando costos en la salud por un lado y por el otro lado por la ausencia de políticas e incentivos que protejan el medio ambiente.

Es importante que las externalidades negativas sean medidas e internalizadas de manera que reflejen el costo social de la actividad económica por los daños causados a terceros. Steiner y Janke (1995) indican que este proceso puede funcionar mediante el diseño de políticas que establezcan incentivos para que los productores tomen en cuenta el costo de generar externalidades en sus decisiones de producción.

2.1.2 Métodos de valoración económica

Las fuentes de los principios económicos básicos sobre el medio ambiente se encuentran en la teoría de las externalidades. En medio ambiente no se pueden tomar decisiones racionales si no se introducen los costos y beneficios económicos, aspecto que en Guatemala es incipiente y problemático debido a que se involucran elementos no previstos en las medidas de mercado, como los beneficios a la salud y las mejoras del paisaje (Pape y Ixcot 1998).

Según Azqueta (1994) el valor de un bien para alguien es lo que la persona está dispuesta a pagar y por él qué establece cuánto está dispuesta una persona a pagar para obtener un bien o servicio ó determinado activo ambiental, en otras palabras, la disponibilidad para pagar también refleja la capacidad de pago.

Es importante entender que, con algunas excepciones, los economistas han considerado la degradación ambiental como un caso particular de "Falla del Mercado". (Pearce 1985) indica que el ambiente tiende a ser usado en una forma óptima, por toda la divergencia entre los precios de mercado de los recursos y los precios que tendrían que existir para alcanzar un estado óptimo.

De acuerdo a Field (1997) beneficio es una de esas palabras comunes a las cuales los economistas les han dado un significado técnico. Cuando se limpia el ambiente, se suministran beneficios a las personas, y cuando se permite que el entorno se deteriore en calidad, se le quitan beneficios; en efecto, se les ocasiona daños. Es necesario contar con alguna forma de conceptualización y medición de esta noción de beneficios.

Los Servicio Ambientales, son beneficios que recibimos todos los seres humanos y que se derivan directa o indirectamente de diferentes funciones ecológicas de la naturaleza, principalmente del bosque. Según Bermúdez R, (2000) cuyos efectos en la calidad de vida son tanto tangibles como

intangibles, entre ellos la madera, el empleo, la capacitación de carbono, el material genético, los medicamentos, la biodiversidad, el paisaje y la protección del suelo y el agua.

En función a la disposición a pagar por un bien ambiental, por ejemplo, la preservación y protección de la vida silvestre, un parque nacional, mejoran la calidad del agua o del aire, se relacionan con el excedente del consumidor que el individuo espera recibir de ese bien (Pearce, DW; Turner, RK. 1990).

2.1.3 Valor de uso

Azqueta (1994) indica que los individuos que utilizan un bien y cualquier cambio que ocurra en este bien, los mismos individuos se ven afectados, los bienes regularmente tienen un mercado identificable. Para los individuos, el valor tiene una relación muy estrecha por el valor de uso y que tanto se disfrute ese bien.

2.1.4 Métodos de costos defensivos

En la producción y el consumo se generan residuos o desechos por lo tanto el ambiente es a la vez, fuente de materias primas y receptor de residuos. En general el agua forma parte de la función de producción de casi todo lo que el ser humano consume, siendo el suelo el insumo vital para su alimentación y ambos reciben los desechos de los procesos productivos (Azqueta, 1994).

En el beneficiado húmedo de café se utilizan grandes cantidades de agua y no se tiene un precio establecido, solo se puede hacer una estimación de su valor económico con base en el análisis de los beneficios ó costos generados por un cambio en su calidad o en su cantidad. Por lo cual hay que determinar los costos de las medidas defensivas necesarias para evitar el empeoramiento de la producción. Estos reciben el nombre de Costos Defensivos, es decir la cantidad de dinero que se gasta por la reconversión de cualquier fase del beneficio.

Salguero (1996) estimó que el costo defensivo adoptado por los beneficios es del orden de 0.13 a 0.18 \$/m³ de agua tratada y esto dependerá del tamaño del beneficio. Se determinó la eficiencia de los distintos tratamientos detectados, pero que no se consideró al momento de calcular el gasto defensivo.

De acuerdo a Field (1997) para determinar los costos de instalaciones se requiere de especificaciones técnicas e ingenieriles que incluyen costos de construcción ó inversión inicial, costos de reposición y valores de salvamento, costos anuales de operación y mantenimiento. También es importante tomar en cuenta los costos de implementación de mecanismos de control que regulen las emisiones y la efectividad de las instalaciones propuestas y los costos agregados que toda la industria local asume para cumplir con la regulaciones.

La pulpa de café y otros desechos de productos exportables requieren de innovaciones de manejo para evitar los factores deteriorantes de la salud ambiental. Según Pape é Ixcot. (1998) otros productos exportables de alta rentabilidad, como el azúcar, deberían de pagar por el uso del agua de los ríos, ya sea como fuente de agua ó como reservorio de residuos.

2.1.5 Valoración económica de efectos en la salud

Dixón (2001) indica que la valoración de impactos en la salud debería incluir tanto el dinero perdido por distintas causas debido a la enfermedad, como los costos médicos y los efectos menos tangibles de la enfermedad sobre el bienestar, tales como el dolor, la falta de comodidad y la restricción en actividades no laborales.

2.1.6 Valor económico de los bosques

Según Sanción (1996) el valor económico total de un bosque está compuesto por los valores que se determinan a través de un mercado y por otra serie de valores asociados con las externalidades positivas (servicios ambientales) que brindan los bosques, es decir está formado tanto por bienes de uso privado y bienes de uso público.

Por otro lado los bosques son productores de beneficios para la sociedad, ese es uno de los preceptos básicos del pago por las externalidades positivas. Sanción (1996) indica que la internalización de los costos, consiste en el traslado del costo de mantener un bosque, que está produciendo un servicio para la sociedad, al usuario de dicho beneficio.

Muchos de los beneficios obtenidos de la política ambiental no aparecerán en forma de beneficios económicos inmediatos: los beneficios se deben encontrar más en la calidad de vida que en cualquier crecimiento de la producción económica de un país (Pearce, DW; Turner RK; 1990).

Las áreas protegidas presentan diferentes formas de clasificar los beneficios que las mismas generan. Ortiz (2000) indica que la clasificación de los beneficios se pueden agrupar en cuatro categorías, denominadas funciones: (i) funciones reguladoras; (ii) funciones productivas; (iii) funciones portadoras y (iv) funciones informativas.

2.2 Conceptualización de los oferentes y demandantes

Los oferentes, (propietarios de bosques) tienen el derecho a recibir una compensación por los servicios prestados y de esta manera contribuir a un ambiente más sano, al disfrute del paisaje, el aporte de materia para la investigación. Bermúdez (2000) indica que los dueños del bosque tienen que asumir el compromiso de demostrar y de asegurar la cantidad y la calidad del servicio que prestan a lo largo del tiempo.

Los demandantes son los ciudadanos que se benefician de los servicios ambientales del bosque y deben tomar conciencia de que es necesario pagar por el disfrute de las bondades que éstos brindan y entender que para perpetuarlos es necesario contribuir con los dueños del recurso. Estos aspectos contribuyen en forma integrada al desarrollo social y cultural del país.

2.3 Efectos de los bosques en el manejo y regulación del agua

Supuestamente los bosques se cultivan permanentemente para generar externalidades positivas como agua para consumo humano, producción de energía, riego entre otros. De acuerdo a Kaimowitz (2001) el uso del suelo afecta el clima y las precipitaciones con una influencia directa sobre la evapotranspiración, el albedo y los vientos.

De acuerdo a Brown et al. (1996) en un estudio realizado en dos pares de cuencas el caudal de base durante la estación seca fue por lo menos dos veces más alto en la cuenca forestada que en la deforestada, la diferencia se debe por lo menos en alguna medida a la reducción de la infiltración y capacidad de almacenamiento del suelo como resultado del inadecuado manejo del mismo.

Se supone que los bosques recargan los acuíferos y aseguran que no se sequen los ríos, los arroyos y los manantiales en la época seca. Bruijnzeel 1990 y Calder 1999, citado por Kaimowitz (2001) indican lo contrario a la creencia popular, la evapotranspiración anual de un área de bosque tiende a ser mayor que un área de vegetación baja, debido a que los bosques tienen una mayor área foliar interceptando el agua de lluvia y que transpira, por ello la cobertura arbórea tiende a disminuir la cantidad total de agua disponible en la área durante el año.

En nuestro caso particular dentro de la subcuenca Matanzas esta localizado el bosque nuboso, lugar en el cual se identificaron algunas externalidades positivas como es el uso de agua para distintos fines. De acuerdo a Bruijnzeel (1999) citado por Kaimowitz (2001) indica que los bosques nublados merecen un trato especial debido a que si se sabe que su conversión a usos agropecuarios reduce la disponibilidad de agua en la época seca, pero aún se desconoce si se debe a una menor infiltración de agua o a la pérdida de agua que capta el bosque de las nubes.

Aylward (1998) indica que la lluvia es la principal entrada al ciclo hidrológico del bosque, además se obtienen entradas adicionales que pueden ser capturadas por condensación en las hojas y ramas de los árboles. Una parte de la entrada de la lluvia es interceptada por la cubierta forestal y evaporada a la atmósfera, el resto de la lluvia busca el piso del bosque. La precipitación neta puede ser definida como la entrada de precipitación que no es interceptada. Sin embargo la humedad adicional es eliminada del sistema cuando los árboles, transpiran obteniendo la humedad por medio de las raíces en el suelo hacia el dosel del bosque evaporándola, es decir la ganancia neta de agua es igual a la precipitación menos la evapotranspiración.

La tasa del flujo rápido que incrementa las corrientes en respuesta en un evento de lluvia variará dependiendo de la pendiente una vez que los procesos arriba y abajo son completados, una porción emergerá como una corriente en un área de drenaje. La escorrentía asociada con sedimentos y concentración de químicos, nutrientes, y otros productos saldrán por la boca de la cuenca, por otro lado la sedimentación genera ciertos costos de mantenimiento adicionales y la reducción de la capacidad de almacenamiento de agua en las orillas del embalse también provoca pérdidas (Aylward 1998).

Los procesos meteorológicos que condicionan y causan eventos de precipitación generalmente no dependen de la cobertura vegetal. Con un buen manejo a la cobertura vegetal, se disminuye especialmente la velocidad

de agua de escorrentía disminuyendo los caudales máximos. De esta manera la cobertura vegetal es un instrumento natural de control de inundaciones en una cuenca.

De acuerdo a Rodas (1996) la aptitud física determinó que el 99% de las tierras presentan aptitud para la conservación del bosque nuboso como productor de agua.

2.3.1 Protección del recurso hídrico

La conservación de los bosques tiene un alto impacto sobre la regularidad del ciclo hidrológico y la reducción de sedimentos en los embalses. Según Stadtmuller (1994) la vegetación y sus características específicas, tales como altura, estructura y densidad pueden influir en los elementos climáticos e hidrometeorológicos.

Dentro de los efectos y funciones hidrológicas más importantes de los bosques naturales están:

- a). Generalmente garantizan los más altos requerimientos de calidad de agua.
- b). Contienen altas tasas de evapotranspiración, lo que significa en otras palabras una pérdida de agua.
- c). Interceptan cantidades grandes de precipitación bruta, dando como resultado que el insumo de agua, es decir precipitación neta, sea menor en otras coberturas vegetales.
- d). Protegen al suelo contra erosión superficial y en menor grado contra erosión en masa, es decir deslizamientos poco profundos.

2.4 Indicadores para la planificación del uso de la tierra

Los indicadores pueden definirse como herramientas para agregar y simplificar la información de una naturaleza compleja, de una manera útil y ventajosa. Consiste muchas veces en la identificación de las características que son importantes para su continua calidad como recurso en la producción sostenible de productos agropecuarios y forestales, que pueden estar afectadas por el uso actual de la tierra y son a la vez instrumentos para apoyar la toma de decisiones (Muller, Nuñez, Ramírez, 1998).

Algunos indicadores para la planificación del uso de la tierra se resumen en el cuadro 1.

Cuadro 1. Indicadores para la planificación del uso de la tierra.

Características de suelo o factor que causa degradación	Indicador
Acidez	pH y contenido de aluminio (meq/100 ml)
Materia orgánica	Porcentaje de materia orgánica y porcentaje de carbono orgánico
Erosión hídrica	Erosión visible (clasificación de 1 a 5 de acuerdo con el enfoque FAO). Grosor del horizonte A (cm)
Cambio de la estructura	Índice estructural (clasificación de 1 a 7)
Disponibilidad de nutrimentos	Contenido de nutrimentos (meq/100 ml, o ppm)

La planificación es un componente básico del manejo del uso de la tierra, y su función es orientar las decisiones que sobre el particular se deben tomar, a fin de permitir la conservación y el uso mas adecuado de los recursos ambientales, en beneficio del futuro del hombre (FAO...1976).

La planificación regional es importante para lograr un mejor uso de los recursos socioeconómicos y biofísicos para causar el desarrollo sostenible. Según Richters, (1995), el uso de la tierra ocurre solo cuando esta se manipula físicamente. El área sin intervención física tiene así su cobertura

natural y el área intervenida, su cobertura artificial. Entre ambas áreas se visualiza la frontera agrícola. Este enfoque "desde la ciudad" significa un entendimiento parcial y estático del uso de la tierra.

Los estudios y mapas de uso de la tierra con que cuenta Guatemala, muestran que la ocupación del espacio no corresponde a una planeación, sino más bien a un proceso espontáneo y desordenado, caracterizado por factores como acceso a las tierras, oportunidades de comercialización, posibilidades de empleo de tecnología apropiada; y está muchas veces limitada por las características físicas del terreno. (Universidad Rafael...1987)

2.5 Enfoque reciente para medir la sostenibilidad del desarrollo y la agricultura

De acuerdo a Muller (1996), los enfoques actuales para la evaluación de la sostenibilidad se pueden clasificar en cuatro grupos:

- a. Enfoques que trata de valorar los costos ambientales en el marco de las cuencas nacionales.
- b. Análisis de impactos ambientales (AIA), especialmente a nivel de proyectos
- c. Elaboración de modelos ecológico-económicos: si se considera que la economía está inserta en el ambiente y que hay numerosas interacciones entre los sistemas económicos y ecológicos.
- d. Los Indicadores.

2.6 Problemas de erosión

El huracán MITCH, afectó diferentes cuencas del país, específicamente la cuenca del río Polochic, evidenciando así el alto riesgo de vulnerabilidad a desastres naturales y sociales de las comunidades de dicha región. MAGA (2000) indica que por esta situación se han provocando daños en el recurso

suelo alrededor de 27500 ha en recuperación y 500 ha no recuperables, con pérdidas de \$ 60 millones de dólares aproximadamente.

Especialistas en recursos naturales pusieron atención a las pendiente y a su cobertura, indicando que la mayoría de pérdida de suelo es gradual y continua, sin embargo el Huracán Mitch demostró el potencial destructivo gigantesco de los movimientos del suelo y la importancia de los eventos de lluvias extremos. El bosque (con un sistema de raíces profundo y extensivo) promueve una gran estabilidad del suelo, concluyendo que la sedimentación puede afectar adversamente una hidroeléctrica, una ruta de agua, un sistema de riego y las zonas costeras (Kaimowitz 2001).

Richters (1995), establece que por sus características topográficas, climáticas, tala de bosques, pastoreo intensivo del ganado, agricultura de tumba y quema, y otras prácticas agrícolas dañinas (cultivar la tierra a favor de la pendiente) son las principales causas de la erosión en el Norte de Guatemala.

Calder (1999) citado por (Kaimowitz (2001) indica que los suelos la mayoría de veces se erosionan mas debajo de plantaciones de crecimiento rápido que de pastos bien manejados.

La tala inmoderada de árboles no es en si un elemento que provoque contaminación en la subcuenca Matanzas. De acuerdo a Pape e Ixcot (1998) la tala insostenible provoca erosión de suelos, facilitando el paso de contaminantes y sedimentos, que finalmente tienden a provocar daño en las partes bajas del área.

Por el mal uso que se le da al recurso suelo, ha causado y causara grandes pérdidas de fertilidad en los suelos, provocando bajos incrementos en la producción agrícola y forestal. De acuerdo a Lindarte y Benito (1993) la pérdida de bosque por talas y quemas, las pendientes con elevadas tasas

anuales de erosión de suelos, los patrones predominantes de tenencia de la tierra y el diseño e instrumentación de políticas agropecuarias de corto plazo han conducido a una baja sostenibilidad de los sistemas actuales del uso de la tierra.

2.7 Mejorando la tecnología

La conservación de suelos habitualmente se realiza para mejorar la producción agrícola, sin embargo existen beneficios importantes fuera del sitio, aguas abajo, al reducirse la erosión. Por otro lado la deposición de grandes cantidades de sedimento incrementa el peligro de inundación.

Cuando se practica una tecnología permanente en un área es posible incrementar los rendimientos y reducir el daño al ambiente. De acuerdo Lindarte y Benito (1993) la tecnología puede contribuir a mejorar la sostenibilidad de la agricultura mediante la aplicación de técnicas de producción compatibles con el ambiente, el uso de tecnologías remediales y sistemas de producción en fincas que combinan árboles, plantas y animales de manera provechosa.

2.8 Conceptos básicos sobre sistemas de producción y sus aplicaciones en el desarrollo productivo sostenible

Según Juárez (2001) un sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y/o actúan como una unidad, una entidad o un todo.

Los sistemas de producción agrícola que predominan en la subcuenca Matanzas son considerados en su mayoría de subsistencia, debido a las limitaciones de acceso a buena tierras y la escasa ó nula tecnología que se practica en el área. Los cultivos principales que se practican en la zona son; los granos básicos, hortalizas, frutales, cítricos y café así como cardamomo entre otros.

Considerando las restricciones de tierra, tecnología, infraestructura productiva y disponibilidad financiera, es posible identificar tres estratos de producción:

Sistema de infra-subsistencia : En este grupo se ubican los sistemas que por limitaciones climáticas, insuficiencia de tierras o marginalidad de suelos, aunado al bajo nivel educativo y baja capacidad económica de los productores.

Sistema de subsistencia: En este estrato se agrupan las familias que por sus características socioeconómicas, cuentan con mayores recursos financieros y conocimientos tecnológicos que les permiten ampliar su visión productiva.

Sistema excedentario: Este se caracteriza por la combinación de objetivos de la explotación agropecuaria. Se incluye componentes comerciales cuyo único propósito es la generación de ingresos para la familia y la finca favorable.

2.9 El cultivo del café y sus implicaciones ambientales importancia

2.9.1 Importancia del cultivo de café

La producción cafetalera es y ha sido por años un rubro de suma importancia en la economía Guatemalteca, contribuyendo en grandes proporciones a la generación de divisas. Contreras (1989) indica que su participación en el valor de la producción agrícola de exportación oscila entre el 50% y el 60%, proporcionando ocupación al 18.5% de la población económicamente activa del país y al 30% de la población económicamente activa del sector agropecuario aproximadamente.

2.9.2 Tipos de beneficio de café

2.9.2.1 Beneficio tradicional

Requieren para su operación de grandes volúmenes de agua para el procesamiento del grano y para la generación de energía hidráulica de operación. Según ANACAFE (2000) se estima que estos beneficios utilizan 2,000 a 3,000 litros de agua para procesar un quintal de café pergamino seco (80 libras de café oro) esta agua utilizada sale hacia fuentes de agua, arrastrando subproductos del café, como mucilago y pulpa provocando contaminación.

2.9.2.2 Beneficio tecnificado

Cleves (1995) define al beneficio tecnificado como una práctica que mejora aspectos mecánicos del proceso de beneficiado, utilizando mínimas cantidades de agua y manejos adecuados de la pulpa y de las aguas mieles (aguas residuales del beneficio de café).

El desarrollo tecnológico ha permitido crear sistemas que tienden a minimizar la cantidad de agua a utilizar. De acuerdo a la Asociación nacional del café (2000) es posible reducir los volúmenes de agua hasta en un 90 %, en comparación con el beneficio tradicional. Debido a las mínimas cantidades de agua utilizadas, estas pueden manejarse de una mejor forma al momento de salir del beneficio y evitar con ello la contaminación.

Según Molina (1999) cuando el agua es utilizada en pequeñas cantidades, en el lavado aumenta la concentración del residuo, favoreciendo el manejo y tratamiento y reduciendo los riesgos de contaminación.

Es importante identificar que el número de beneficios y el nivel de diseño técnico de cada uno de ellos tiene una estrecha relación con el grado de

contaminación. Es decir que para cada tipo de planta hay un nivel de descargas predeterminado inherente al diseño (Jacquet 1993).

Con el control en las plantas de procesamiento de café es posible reducir el daño por contaminación. González (2000) indica que es posible reducir el uso del agua en proceso de 9.2 m³ por saco procesado a 0.3 m³ y con ello reducir los indicadores más importantes de calidad de agua, DBQ, y DQO, para esta pueda servir en el uso doméstico.

2.10 Contaminación de los beneficios de café

La pulpa y el mucilago constituyen los subproductos más abundantes del proceso de beneficio húmedo del café en la subcuenca. Blandón, Dávila y Rodríguez (1997) indican que la pulpa y el mucilago representan alrededor del 60% del peso fruto fresco y para la obtención de una arroba de café pergamino seco, producen una contaminación equivalente a la generada por los excrementos y orina de 100 personas en un día.

De acuerdo a Matuk et al, (1997) el procesamiento húmedo de café genera contaminación y el agua utilizada se vuelve altamente contaminada por su acidez, contenido de sólidos y elevada Demanda Química de Oxígeno.

Como comparación de contaminación de café en aguas superficiales por la deposición de aguas mieles y pulpa en los ríos. Según Pineda (1998) citado por González (2000) en Río Frío, Santa Bárbara, Honduras, de Octubre/ 1997 a Mayo/98, se efectuaron diferentes lecturas para los principales parámetros químicos; pH, DBO, DQO y oxígeno disuelto. Treinta días después de iniciado la cosecha producto de los vertidos de residuos de cosecha en el río, se observó un aumento en los niveles de lectura.

Para el pH se observó una estabilidad en las lecturas entre 8.04 y 8.17 un nivel cercano al límite de tolerancia permitido para consumo humano siendo

este de 8.5; esto se debió a la incapacidad del río de poder absorber los contaminantes, el bajo caudal ocasionado por la sequía provocada por el verano y por el consumo elevado del agua en la parte alta de la cuenca. Por ello el agua en el río se contamina y desprende malos olores perjudicando el entorno del medio ambiente.

La alcalinidad tiene un nivel permitido para consumo humano de 10 mg/lit sin tratar y 20 mg/lit para ser tratada. Producto de la deposición de pulpa y aguas mieles aumento la concentración de azúcares, existiendo una estabilidad en la alcalinidad entre los 103.79 y 135 mg/lit, esta tendencia es muy similar al pH anteriormente mencionado.

La DQO, se incremento a consecuencia del aumento en la concentración de sólidos que requieren del oxígeno para poder oxidar y mineralizar toda la materia orgánica vertida en el río.

En los meses cuando la producción alcanza su mayor producción la DBO crece por la actividad microbiana que se inicia con las descargas. Por otro lado el nivel de oxígeno disuelto baja hasta en un 50% por encontrarse retenido por microorganismos y materia orgánica en descomposición.

El comportamiento fue similar que mostraron los sólidos totales, sólidos disueltos, sólidos sedimentales y sólidos suspendidos, según las lecturas mostraron poca movilidad debido al bajo caudal que mantiene el río y existiendo más contaminación cuando la producción ha terminado.

La presencia o no de coliformes por la reducción del caudal en verano, y una acumulación de vertido de café y aguas servidas se encontró un aumento desproporcionado es decir que paso de 1700 en Diciembre a 18000 en Marzo, la actividad microbiana aumento hasta 180% sobre el límite máximo permitido para uso de riego. Esta contaminación se da en la época de recolección ya que los agricultores defecan en o cerca de los ríos.

El Recuento Total de Bacterias que paso de 12,000 unidades/100 ml, en Noviembre a 308,000 en Diciembre, esto sucede por los vertidos que se realizan en los meses pico de la producción. Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 2 y se resume gráficamente en las figuras 1, 2 y 3.

Cuadro 2. Análisis del agua, tomando en cuenta los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua en el río frío, Santa Bárbara, Honduras

Parámetro	Unidad	Lecturas por mes							
		1997				1998			
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abril	Mayo
PH		7.9	8.21	7.81	8.1	8.1	8.04	8.1	8.2
Alcalinidad	Mg/lit	72.6	85.4	88.2	103.8	135	117.6	120.7	114
DQO	Mg/lit	2	37.7	20	136.6	104.5	1.00	33.6	15.02
DBO	Mg/lit	2.0	3.0	-	61.9	-	-	1.1	1.2
Sólidos Totales	Mg/lit	113	270	159	200	249	212	232	250
Sólidos Suspendidos	Mg/lit	5.5	133	2.3	14.28	3.6	8	4.61	33.5
Sólidos Sedimentales	Mg/lit	-	-	-	0.6	0.2	-	-	-
Sólidos Disueltos	Mg/lit	107.5	137	156.7	-	245.4	204	227.39	216.5
Oxígeno disuelto	Mg/lit	-	13	13.6	12.4	6.4	12.8	8.5	8.6
Coli total	Ufc/100ml	3470	1800	1700	500	-	18600	3200	4500
Coli fecal	Ufc/100ml	-	1800	540	500	-	18000	3200	1085
R.T.B	Ucf/100ml	-	12000	308000	308000	310000	124000	93000	248000

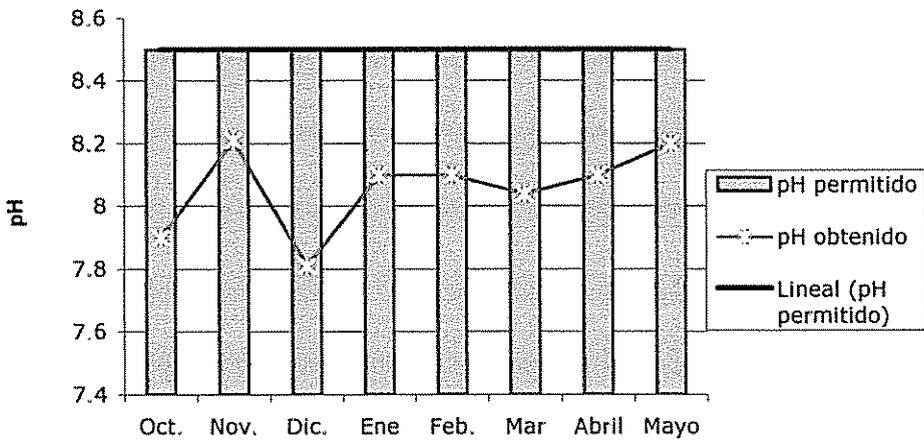


Figura 1. Relación del pH permisible con el pH obtenido de la cuenca del río frío.

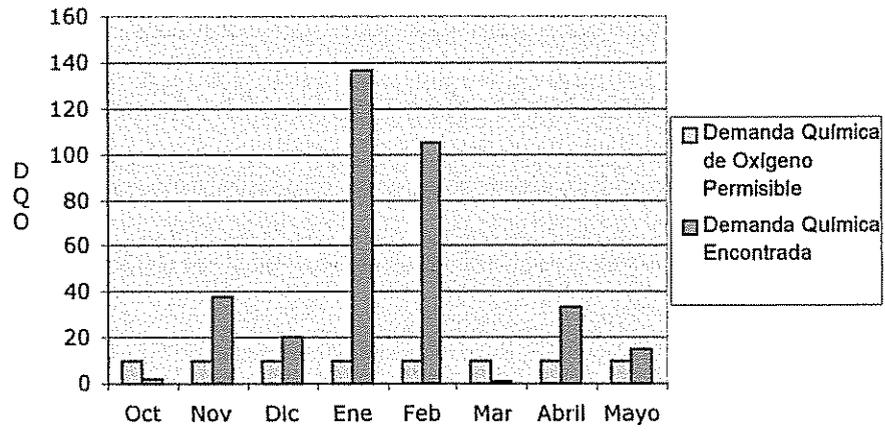
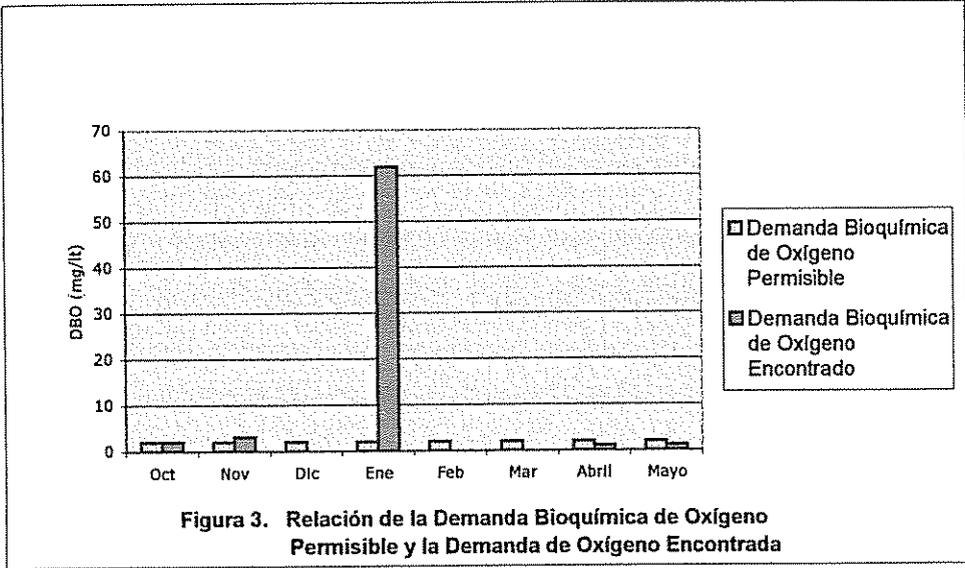


Figura 2. Relación entre Demanda Química de Oxígeno Permisible y Demanda Química de Oxígeno encontrada del Río Frío



2.11 Propuesta de modelo para un sistema de servicios ambientales a nivel institucional

Según Ramírez (2000) desde la celebración de la Conferencias de las Naciones Unidas, sobre el Ambiente y el Desarrollo, realizada en Río de Janeiro el 14 de Junio de 1992, en su declaración, entre otros principios se reconoce la importancia de: "la protección del ambiente" como parte integrante del proceso de desarrollo sostenible, la valoración de los servicios y su internalización en modelos de costo, bajo el principio de que quien contamina paga, la indemnización o pago por los daños ambientales ocasionados y el reconocimiento o retribución a los propietarios de áreas que brindan servicios a la sociedad.

Dentro del marco institucional están representadas una serie de acciones institucionales y jurídicas para desarrollar e implementar las políticas y directrices técnicas y físicas necesarias para la gestión de servicios ambientales, comprendiendo los procesos productivos y sus interacciones e interrelaciones con el ser humano (Bermúdez 2000).

Lo que más ha frenado el manejo integrado y sostenible de los recursos forestales ha sido la ausencia de leyes, políticas y reglamentos apropiados, o en muchos casos, la falta de su aplicación, los procesos iniciados por las diferentes instituciones, por lo general responden a políticas e intereses propios y no a una que favorezca su valoración integral

2.12 Algunos mecanismos de internalización monetaria en las externalidades

Para determinar los mecanismos de internalización monetaria, es importante que los oferentes y demandantes, estén conscientes de su responsabilidad.

De acuerdo a Field (1997) la economía ambiental ha estudiado diversos instrumentos para la incorporación de externalidades en el sistema económico y la han clasificado de la siguiente manera:

a. Mecanismos de mercado: significa la creación de mercados, porque estos no existen y se basa en dos argumentos de la teoría económica. Primero, se fundamenta en el teorema de Coase, es decir que bajo condiciones de competencia perfecta, el mercado distribuye beneficio y costos en la sociedad para el buen manejo de los recursos. Segundo, se fundamenta en que el uso de los recursos naturales y ambientales depende de la distribución de los derechos de propiedad y las leyes que lo rigen (reglas bajo las cuales los derechos y obligaciones son ejercicios).

b. Mecanismos de políticas ó intervención gubernamental pueden ser de tres formas: (i) control directo de los bosques para asegurar el proveimiento de los servicios ambientales forestales, lo que implica nacionalización, si fuera el caso y la creación de parques nacionales administrados por los servicios forestales; (ii) intervención en los mercados para orientar las decisiones de los agentes económicos hacia los objetivos de políticas; y (iii) de regulación y control, como los estándares o normativas.

Para el caso de los servicios ambientales, el instrumento más importante hace algunos años era el control directo de los bosques, seguido de la elaboración de normas y sobre el uso de los recursos en tierra de propiedad privada. Sin embargo el entusiasmo por la intervención gubernamental ha decrecido recientemente, dando lugar a la intervención de mercados, una vez éstos han sido creados.

Tietenberg (1991) indica que la forma de intervenir en los mercados es a través de ofrecer incentivos a los agentes económicos, modificando el clima de negocios que enfrentan. Es decir, se utiliza al mercado para alcanzar los objetivos ambientales y de manejo sostenible de los recursos naturales. Los

grupos ambientales, ONG's y los gobiernos han reconocido la eficiencia de estos instrumentos para el logro de la conservación.

Díaz (1998) establece que existen diferentes opiniones entre economía del propietario del bosque y quienes se dedican al negocio de la madera, que buscan solamente los beneficios directos y el Estado que tiene que tomar en cuenta los beneficios indirectos es decir la externalidades.

El Estado debe proteger el interés social y reconocer al propietario por los costos que resulten al no poder utilizar sus terrenos en forma más rentable, es decir, procesos productivos muy largos, pero sostenibles y los procesos productivos más cortos, pero que provocan daño erosivos y de contaminación irreversibles (Díaz 1998).

2.13 Situación general de Guatemala

2.13.1 La Política forestal en Guatemala.

De acuerdo a Cabrera y León (1999) la Política Forestal busca los beneficios socioeconómicos de los bienes y servicios forestales, a través del manejo productivo competitivo y la conservación de la base de recursos forestales y de los recursos asociados como el agua, los suelos y la biodiversidad en general.

2.13.2 Problemas principales del recurso agua

En las 38 cuencas del país se refleja la mala cantidad y la calidad del agua, a pesar de que el agua es el vital líquido del ser humano. Cabrera y León (1999) indican que aún prevalece el criterio erróneo de la población que cualquier desecho sólido o líquido va a un cauce y que indiscriminadamente el bosque hay que eliminarlo para otros usos de la tierra.

3. CARACTERIZACIÓN DE LA SUBCUENCA MATANZAS

3.1 Caracterización biofísica de la subcuenca

3.1.1 Ubicación política y extensión del área de estudio

La cuenca del río Polochic está localizada en el Nor-orienté del país. Políticamente se encuentra en los departamentos de Baja Verapaz, Alta Verapaz e Izabal. Su extensión territorial es 2,876 Km².

Específicamente la subcuenca del río Matanzas, que pertenece a la cuenca del río Polochic, políticamente se encuentra en los municipios de Purulhá, San Jerónimo y Salamá del departamento de Baja Verapaz, que cubren la parte alta y media de la cuenca. La parte baja de la subcuenca pertenece al municipio de Santa Catalina la Tinta, del departamento de Alta Verapaz. Su extensión territorial es 825 km² (figura 4).

3.1.2 Ubicación hidrológica

La subcuenca Matanzas drena todas sus aguas a la Cuenca del Polochic y este las drena finalmente hacia la vertiente del mar caribe desembocando en el Lago de Izabal. Dentro del área corren diferentes ríos principales siendo estos: el río Panima, Matanzas, Cacaja, Chilasco, Concepción, Mululja, Pancajo, Sibilja, Tolla y finalmente el río Similja. Además, son incontables los nacimientos y riachuelos.

La subcuenca Matanzas es considerada una de las áreas hidrográficas más importantes del país ya que tiene un aporte directo en la cuenca del río Polochic, debido a que la contribución de su caudal promedio anual de 45.6 m³/seg y se estima que corresponde a un 64% del caudal de río Polochic, siendo este utilizado para diferentes usos productivos.

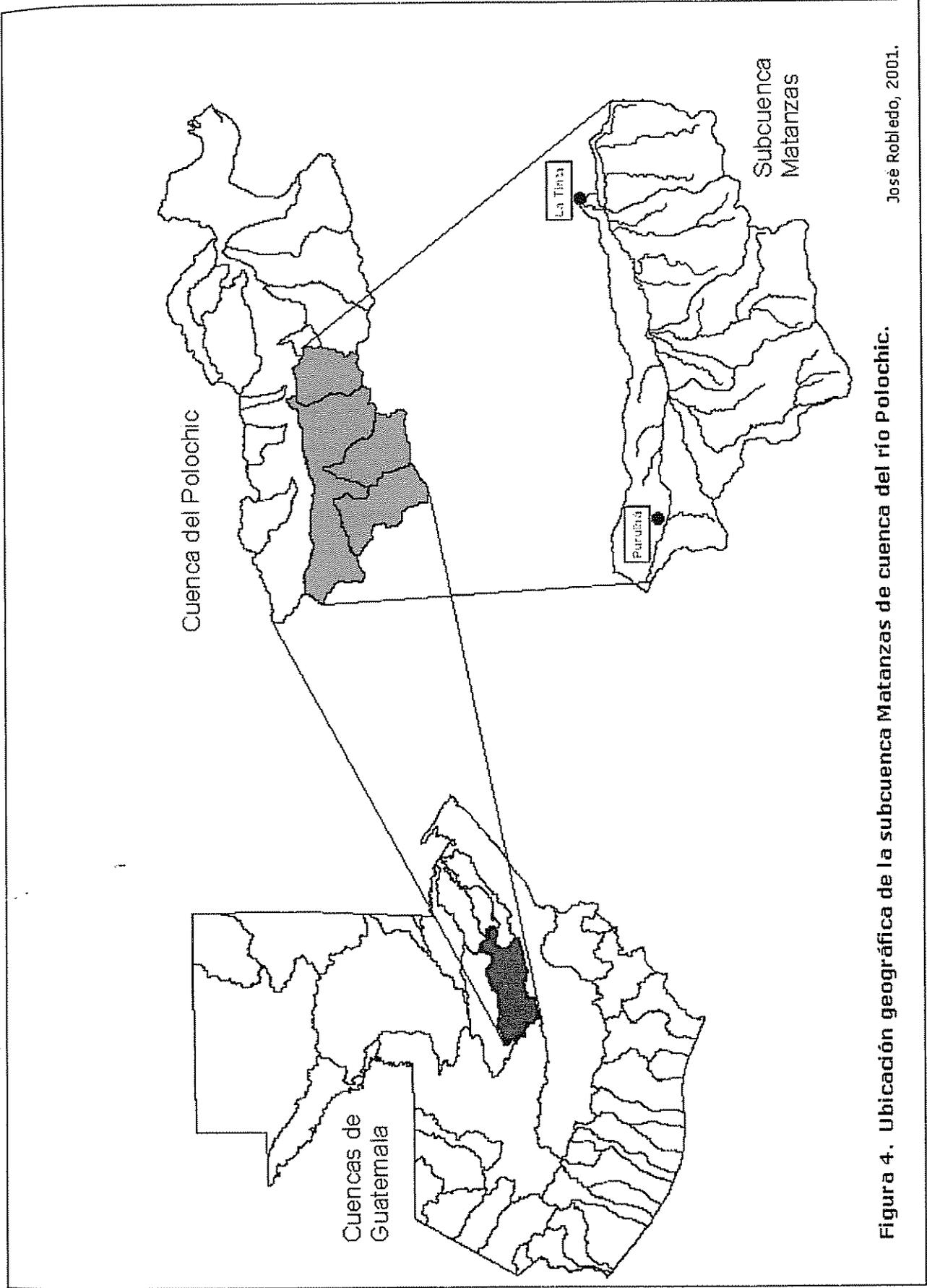


Figura 4. Ubicación geográfica de la subcuenca Matanzas de cuenca del río Polochic.

José Robledo, 2001.

Se estimó que el caudal promedio del río Polochic en la estación Teleman es de 70.9 m³/s. El área de la subcuenca Matanzas corresponde al 28.7% del área total de la cuenca del río Polochic. Es importante mencionar que en la parte baja de la subcuenca, en el municipio de Santa Catalina la Tinta esta localizada la zona de confluencia entre el río Matanzas y el Polochic. De acuerdo a Nittler y Barahona (1993) el consumo de agua potable en dicha cuenca es de 2.56 m³/día /Km².

3.1.3 Descripción del clima

De acuerdo al INSIVUMEH (1986), en el área de estudio la precipitación media anual es variada existiendo zonas bien definidas, en la parte alta se encuentra localizada la estación de Chilascó con 1514.2 mm anuales promedio. Luego en el otro extremo de la parte alta de la cuenca está localizada la estación Concepción que reporta un promedio de 3210 mm. Finalmente en la parte baja de la cuenca esta localizada la estación Jolompich quien reporta 3696.8 mm promedio.

En cuanto a la temperatura media anual en la parte alta es de 20 °C y en la parte baja la temperatura media anual es de 25 °C (INSIVUMEH 1986).

3.1.4 Zona de vida

Holdridge (1978) indica que la subcuenca se encuentra situada en una diversidad de zonas de vida. En el Cuadro 3 se resume cuantitativamente las diferentes zonas de vida.

Cuadro 3. Zonas de Vida en la subcuenca Matanzas.

Tipo de Bosque	Extensión en ha	%
Bosque Muy Húmedo Subtropical cálido	33,286	40.34
Bosque Pluvial Montano Bajo	23,585	39.50
Bosque Muy Húmedo Subtropical frío	16,585	20.10
Bosque Húmedo Subtropical templado	46	0.06

3.1.5 Suelo

Según Simmons, Tárano y Pinto (1959) para la zona de estudio se identifican los siguientes 9 tipos de suelo: Civijá, Carchá, Chacalté, Marajuma, Polochic, Sholanimá, Telemán, Tamahú y Suelos de Valles. Con las características que provienen de un material madre de ceniza volcánica, esquistos, caliza, mármol, serpentina, aluvión y con el drenaje interno bueno de 5 a 30 cm de profundidad, con una textura franco limosa y arcillosa friable de color café oscuro, rojizos y gris cafésáceo.

3.1.6 Geología

La composición del mosaico de paisajes y habitats que se encuentra en el área son el resultado de la historia geológica y de la localización geográfica del área. De acuerdo a CARE, (2001) y el IGN (1980), el 70% de la litología es sedimentaria con los siguientes tipos de rocas: Sepur, Cobán, Chóchal, Tactic, Sacapulas y todos santos. Existiendo conglomerados transaccionales de pizarras y areniscas con interestratificaciones de rocas volcánicas y metavolcánicas, lutita café a negra y lomilita con capas de cuarcita, caliza y dolomita.

CARE, (2001) indica que a teoría de las "Placas Tectónicas" en particular, nos da una explicación actualizada de la historia geológica de Centro América y de la región Atlántica de Guatemala. Según esta teoría la subcuenca del Matanzas muestra un fracturamiento general en dirección Este-Oeste, debido a que existen variaciones abruptas de las características litológicas, plegamientos, alineamientos de cerros y topografías muy quebradas.

3.1.7 Fisiografía

El área es el resultado de una falla longitudinal de la parte oriental de la zona de fallas del Polochic. Cuenta con 12 regiones fisiográficas, diferenciadas

según el tipo predominante de la roca, las cuales se han identificado zonas a niveles de subregiones, gran paisaje y paisaje.

El área comprende parte de las tierras altas cristalinas y tierras altas sedimentarias, dentro las cuales se ubican subregiones como la Sierra de las Minas, Sierra de Chuacús, la región Montañosa Cobán-Senahú y la planicie aluvial del Polochic en la zona baja. Cada una de estas regiones conforman los distintos paisajes que definen las características de morfología de la subcuenca.

3.1.8 Áreas protegidas

Parte del área de la subcuenca de Matanzas (68.61%) está clasificada en la ley de áreas protegidas decreto 4-89. La Reserva de Biosfera de Sierra de las Minas se constituye en la principal zona de protección, la cual cuenta con una extensión de 35,690 ha equivalente a un 43.26% de la subcuenca por un lado y por el otro lado tiene una extensión de 20,283 ha como zona de amortiguamiento que equivale a un 24.70%. Asimismo el Biotopo del Quetzal "Mario Dary" es otra de las áreas protegidas importantes del país que esta localizada dentro del área, la cual tiene una extensión de 536 ha equivalente a un 0.65%. Todas estas áreas tienen sus objetivos de manejo y actividades que se permiten desarrollar en ellas a través del manejo apropiado y sostenible de los recursos naturales renovables.

3.2 Caracterización socioeconómica

De acuerdo a Robledo (2000) es importante tomar en cuenta diferentes variables en la caracterización que de cómo resultado una visión clara de la situación actual de los recursos con que cuenta aún la cuenca ó zona a estudiar, con la finalidad de ver si es factible implementar algún manejo ó establecer proyectos y proyecciones futuras (anexo 1).

3.2.1 Aspectos demográficos

Los aspectos demográficos del área de la subcuenca matanzas se calculo con base al censo del Instituto Nacional de Estadística (INE) El área reporta una densidad de 33,589 habitantes para el año 2,001.

3.2.2 Tamaño y distribución de la población

La población para el año 2,001, dentro de área se estima que asciende a 33,589 habitantes, distribuidos en 5,598 familias de 6 miembros promedio cada una y con una densidad poblacional de 41 habitantes por kilometro cuadrado.

3.2.3 Idiomas

La distribución de idiomas en toda la subcuenca esta dominada por el Castellano, Quekchí y Pocomchí. El 92% de la población es indígena (INE, 1994).

3.2.4 Migración

La migración en la subcuenca no es tan representativa ya que la mayoría de habitantes cuentan con fuentes de trabajo a nivel local y por lo tanto no tienen la necesidad de emigrar a otro departamento o país.

3.2.5 Desplazamiento

El desplazamiento es más representativo, pero este se da a nivel local ó interno dentro de la subcuenca. La mayoría de los desplazados, es de sexo masculino, entre padres de familia e hijos, y las mujeres también lo hacen solo que en una mínima escala, debido a su rol en la sociedad. Principalmente su responsabilidad como madre, esposa, hija y ama de casa lo cual no le permite alejarse mayor distancia y por mayor tiempo de sus hogares. La

movilización es interna debido a que existen grandes fincas cafetaleras que requieren de una gran cantidad de mano de obra en las épocas de producción que va de Septiembre hasta Febrero, siendo la actividad principal el corte de café. En las épocas de marzo a agosto se dedican a la producción de sus cultivos (granos básicos).

3.2.6 Infraestructura y servicios públicos

Básicamente los servicios que se presentan en el área y que son prioritarios están; la Vivienda, educación y salud, lamentablemente no en todas las comunidades. La mayoría de comunidades poseen agua entubada por un lado y por el otro lado algunas comunidades cuentan con energía eléctrica, teléfono comunitario y los drenajes en el área son escasos.

3.2.7 Salud y principales enfermedades

Según el Ministerio de Salud, a través de los centros de salud y los recorridos de campo las enfermedades más representativas en el área rural son de tipo gastrointestinal a causa de la escasez de agua potable y el uso de agua contaminada provocada por los beneficios de café, los pesticidas y por la falta de utilización de letrinas y drenajes.

Las principales enfermedades registradas en el área están:

- a. Cólera
- b. Diarrea
- c. Amibiasis
- d. Parasitoides
- e. Amigdalitis
- f. Vómitos
- g. Calenturas

De acuerdo a la ONU (2000), en la subcuenca Matanzas, en el año 1998 se reporta una tasa de mortalidad infantil de 54%, una tasa de global de fecundidad de 5.4%, y una tasa de desnutrición crónica de 49.1%.

3.2.8 Indicadores generales en la subcuenca Matanzas

Según la ONU (2000) los indicadores regionales sobre necesidades básicas insatisfechas para el área de la subcuenca reportan para 1998 diferente comportamiento. En el cuadro 4 se resume cuantitativamente algunos indicadores generales.

Cuadro 4. Algunos indicadores generales en la subcuenca Matanzas

Indicador básicos insatisfechos	(%).
Hacinamiento	59.2
Servicio de agua	12.1
Servicio sanitario	34.9
Asistencia escolar	24.3
Insuficiencia de ingresos	12.7
Calidad de vivienda	24.4
Indice de desarrollo humano	0.5
Indice de desarrollo de la mujer	0.16
Indice de exclusión del desarrollo social	30

3.2.9 Educación

La educación sigue siendo una de los problemas más grandes de Guatemala y en especial de la subcuenca Matanzas, en el año de 1999 se cuantificó un analfabetismo de 51.3% para Alta Verapaz y 41.9% para Baja Verapaz. (ONU, 2000).

3.2.10 Tenencia de la tierra

En la subcuenca Matanzas la tenencia de la tierra se da en tres formas: privada, comunal y estatal. Es representativo el latifundio y minifundio, en donde las grandes fincas con mejores tierras se encuentran en pocos

propietarios. En el sistema laboral se caracteriza porque los habitantes viven y trabajan para el dueño de la finca donde se siembra especialmente el cultivo de café y cardamomo, así como la ganadería en menor escala, por otro lado se les asignan tierras para la siembra de sus cultivos anuales, que básicamente son el maíz y frijol para el autoconsumo.

Además, en la misma subcuenca actualmente se está dando el fenómeno de indemnización que básicamente consiste en que los propietarios de las tierras a cambio de pagarles en dinero por el tiempo de trabajo en sus fincas, les asignan tierras como compensación a su trabajo. Este proceso de asignación de tierras tiene como debilidad que no existe ningún tipo de planificación y distribución del uso de la tierra, no cuentan con una asistencia técnica para el manejo de sus recursos causando bajos niveles productivos en sus cultivos y externalidades negativas de erosión y contaminación en las partes bajas de la subcuenca.

3.2.11 Instituciones y organización comunitaria

En general el componente de organización dentro de la subcuenca es débil y actualmente se está fortaleciendo con tipos de asociaciones ó comités promejoramiento, que tienen como función fundamental el de acompañar los proceso y gestiones para mitigar las necesidades principales que afectan a toda la comunidad, los cuales son de educación, puentes, caminos, agua potable y luz eléctrica, entre otras.

a. Instituciones gubernamentales

Las instituciones ú organizaciones estatales y privadas cumplen funciones de organización, capacitación en diferentes temas como es la educación, salud, agricultura y asistencia técnica, planificación, y protección de los recursos, entre otros con enfoque de genero de una forma transversal, siendo este débil aun en la región. Por otro lado la cobertura de estas instituciones no llega a todas las comunidades de la subcuenca ya que su metodología de extensión

aun no está sistematizada por lo que es importante fortalecerla a nivel de gobierno local y central.

Debido a los desastres naturales que se presentaron en algunas regiones del país, una de las entidades que tiene cobertura coyuntural a nivel municipal ó departamental en este momento es CONRED. Siendo esta débil en sus gestiones de operación por la falta de recursos financieros y por lo mismo su orientación hacia las comunidades.

CONRED, inició un proceso de organización comunitaria formando los comités contra desastres naturales, los cuales son capacitados por un delegado departamental, cabe mencionar que este proceso sigue siendo débil debido a que no se cuenta con una capacidad instalada y con una política clara y definida para la mitigación de los desastres.

Existen varias instituciones que tienen presencia en la subcuenca y que llevan a cabo diferentes actividades, esta situación se resume en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Instituciones con presencia en la subcuenca Matanzas

Institución	Actividad	Epoca o duración
Ministerio de salud pública y asistencia social	Ministerio encargado de la asistencia médica a la población a través de centros y puestos de salud	Permanente
Ministerio de Educación	Ministerio encargado de la educación de la población en general	Permanente
Comité Nacional de Reducción de Desastres (CONRED)	Entidad encargada de la prevención y alerta de desastres naturales	Permanente
Ministerio de Comunicaciones Infraestructura y vivienda	Ministerio encargado de mantener y ejecutar obras de infraestructura pública	Permanente
Fondo de inversión social (FIS)	Entidad encargada de asignar recursos para el mejoramiento de la infraestructura y organización en el área	Temporal
Fondo Nacional Para la Paz (FONAPAZ)	Entidad encargada de proyectos productivos y de infraestructura	Temporal
Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA)	Coordinadora Regional, encargada de generar y gestionar proyectos de apoyo para el desarrollo agropecuario	Permanente
Instituto Nacional de Bosque (INAB)	Entidad que delinea y operativiza las políticas forestales a nivel nacional	Permanente
Ministerio de Gobernación	Ministerio encargado de velar por la seguridad y orden público del área a través de la Gobernación departamental, así como apoyar a los comités locales en su legalización	Permanente
Municipalidades	Entidades locales encargadas del desarrollo de sus comunidades	Permanente.
Banco de Desarrollo Rural, Sociedad Anónima, (BANRURAL)	Encargado de facilitar y apoyar al mediano y pequeño agricultor en créditos	Temporal

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

b. Instituciones no gubernamentales que operan en la subcuenca

Para el fortalecimiento del desarrollo comunitario contribuyen otras instituciones no gubernamentales que su función principal es la asistencia técnica orientada en la agricultura, apoyo con créditos, protección al medio ambiente y la construcción de puentes, carreteras entre otros. Existen capacitaciones para las amas de casa en la construcción de huertos familiares, cocina, costura, comadronas entre otras actividades. Entre las instituciones más importantes que tienen cobertura en el área están: CARE, ANACAFE, FEDECOVER entre otras. Este comportamiento se puede apreciar mejor en el cuadro 6.

Cuadro 6. Instituciones no gubernamentales que tienen cobertura en la subcuenca

Institución	Actividad	Tipo de cobertura
Comisión Americana de Remesas al Exterior (CARE)	Encargada de asistencia técnica en salud, agricultura, crédito, capacitaciones a las amas de casa é infraestructura entre otras	Permanente
Asociación Nacional del Café (ANACAFE)	Apoya sistemáticamente en la asistencia técnica y capacitaciones para el manejo del cultivo de café	Temporal y permanente
Federación de Cooperativas de las Verapaces, Responsabilidad Limitada (FEDECOVERA, R.L.)	Mejorar la situación financiera, administrativa, organizativa y productiva a nivel de la organización de sus miembros	Temporal y permanente
Defensores de la Naturaleza	Administrador de la Sierra de la Minas	Permanente

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Metodología

En la presente investigación sólo se hizo el análisis de las externalidades ambientales debido a que éstas abarcan en forma integral el estudio de los recursos naturales. Para identificar las externalidades ambientales en la subcuenca Matanzas se partió de la caracterización biofísica y ambiental de los sistemas productivos y socioeconómica de la subcuenca.

Específicamente las externalidades se identificaron en la Intensidad de Uso en las categorías de; (i) "uso correcto" y (ii) "sobreuso". La categoría de subuso fue eliminada bajo el criterio que no es tan representativo en el área, ya que representa solo 4.58% en toda el área, además de las 103 comunidades que se encuentran ubicadas en la subcuenca, solo 2 comunidades se encuentran en esta categoría.

Esta caracterización fue muy importante ya que permitió identificar a los generadores de las externalidades y a los beneficiarios o afectados de dichas externalidades.

4.2 Etapas de trabajo

En términos generales, la ejecución del trabajo se realizó en fases ó etapas, que contienen actividades, de acuerdo al siguiente orden:

4.2.1 Etapa I: Actividades preliminares

Las actividades que se consideraron en esta etapa y que se ejecutaron previo a la elaboración del plan son:

I.1.- Recopilación de información general

Se recabó información secundaria y cartográfica del área de estudio, consultando instituciones del gobierno, ONG's y organismos internacionales así como centros de documentación. Esta información permitió tener una visión general de la subcuenca.

I.2.- Reconocimiento preliminar

Este reconocimiento, se realizó a través del análisis cartográfico y caminamientos por el área de la subcuenca, con la finalidad de identificar aspectos de importancia como accesibilidad, centros poblados, tipos y áreas de bosque, áreas de producción agrícola y pecuaria distribución de agua, entre otros aspectos. Este tipo de reconocimiento permitió verificar ó comparar algunos datos obtenidos en la recopilación de la información general.

I.3.- Definición del nivel de detalle

Se realizaron etapas iniciales a nivel general, posteriormente se desarrollo un estudio a nivel de detalle, en función a los objetivos planteados, con la finalidad de conocer el uso actual de los recursos naturales de la subcuenca (suelo, bosque y agua) para poder así identificar las principales externalidades que se dan por el buen o mal uso de los recursos.

4.2.2 Etapa II Integración de la información e inventarios básicos caracterización del área de estudio

II.1. Inventarios básicos

La caracterización biofísica y socioeconómica del área de estudio, se hizo a través de estudios directamente en el campo (observaciones e información recabada de autoridades, campesinos y técnicos) y de la consulta de estudios preexistentes relacionados directa e indirectamente con el área de la

subcuenca. La caracterización biofísica incluyó; clima, capacidad de uso de la tierra, cobertura y uso actual de la tierra, bosque y agua. La caracterización Socioeconómica incluyó; demografía, tamaño y distribución de la población, migración, desplazamientos, infraestructura, salud, educación, tenencia de la tierra, instituciones y organización comunitaria.

II.2. Fotointerpretación y cartografía

La fotointerpretación fue una técnica necesaria, para llevar a cabo este tipo de estudio y un apoyo básico en todo el proceso de planificación. Se utilizaron las hojas cartográficas La Tinta, Tucurú, Tactic, el Cimiento y San Jerónimo a escala 1:50,000 (IGN).

II.3. Integración de información básica

Esta etapa incluyó la integración de la información necesaria, para ordenar la caracterización del área. Tomando en cuenta la información que se obtuvo a través de la consulta de fuentes secundarias recorridos y estudios de campo. Considerando las variables biofísicas y socioeconómicas.

II.4. Identificación y localización preliminar de problemas y áreas críticas.

Simultáneamente a los trabajos de inventarios básicos se identificaron y localizaron, en forma preliminar, algunos problemas principales y zonas críticas en el área de estudio, en función a la caracterización de los recursos naturales (suelo, bosque y agua) y los problemas de las principales externalidades preliminares que se producen en dicha área por uso y manejo de los recursos naturales. Dentro de la identificación y localización preliminar de algunas externalidades negativas, podemos mencionar: La Erosión y Contaminación. Dentro de las externalidades positivas principalmente el

bosque como regulador de la calidad y cantidad del agua que es utilizada para diferentes propósitos.

4.3 Método de muestreo

A fin de cumplir con los objetivos de este estudio y para poder recabar la información necesaria de las comunidades, se consideró las características de la subcuenca, en función a su dispersión geográfica y su densidad poblacional. Utilizando un muestreo bietapico estratificado completamente al azar y donde los estratos estudiados fueron: El uso correcto del suelo; con 61 comunidades y el sobreuso del suelo; con 38 comunidades.

El muestreo bietapico tuvo dos etapas:

Etapa (i); Se realizó un premuestreo, con la finalidad de estimar la varianza (D). Donde se tomó la variable del rendimiento de maíz, por ser lo más representativo en la zona. La varianza en el estrato de uso correcto fue de: 67.1043956 y para el estrato de sobre uso fue de: 10.7252. Distribuyendo 12 boletas para el estrato de uso correcto y 10 para el estrato de sobreuso, para un total de 22 boletas.

4.3.1 Tamaño de la muestra

Etapa (ii)

Según Scheaffer; Mendenhall. (1987) Para determinar el tamaño de la muestra por estrato se utilizara la formula siguiente

Tamaño de muestra aproximada que se requiere para estimar μ o τ con un límite B para el error de estimación:

$$n = \frac{\sum_{i=1}^L N_i^2 \sigma_i^2 / w_i}{N^2 D + \sum_{i=1}^L N_i \sigma_i^2}$$

donde w_i es la fracción de observaciones asignadas al estrato i , σ_i^2 es la varianza poblacional para el estrato i , así

$$D = \frac{B^2}{4} \quad \text{para estimar } \mu$$

$$D = \frac{B^2}{4N^2} \quad \text{para estimar } \tau$$

Donde:

- n = Número ó tamaño de muestra
- N = Tamaño de la población
- W_i = Fracción de observación asignada al estrato i , $w_i = N_i/N$
- P_i = Es la población del estrato i , en nuestro caso
- $P_i = 0.5$; $q_i = 1 - p_i$ $q_i = 0.5$
- D = Precisión o límite del error establecido por el investigador en nuestro caso fue.
- $D = B^2/4$, a un nivel alfa ($\alpha = 0.1$)

El tamaño de la muestra (n) fue de 58 comunidades y la estrategia de aplicación de la encuesta ó boleta fue:

- a. Una boleta por comunidad.
- b. Boleta consensuada; donde participaron un mínimo de 6 personas y máximo de 15.
- c. Las 58 boletas fueron distribuidas de acuerdo al concepto de "alocación proporcional" El Uso correcto del suelo (n1) por ser el estrato mayor se le asigno: 35 boletas y al Sobre uso del suelo) (n2) que es el estrato menor se le asigno: 23 boletas. (anexo 2, figura 13).

4.4 Caracterización del uso actual de los recursos naturales de la subcuenca matanzas

4.4.1 Suelo

Para la caracterización del uso actual de los recursos naturales, fue necesario la interpretación de fotografías aéreas tomadas en el área de estudio en el año de 1997, a escala 1:50,000; donde se identificaron el uso actual, capacidad e intensidad de uso de la tierra, y poder así establecer el grado de intervención humana, y para ello se analizó la intensidad de uso del suelo a través de la interrelación entre el uso actual y la capacidad de uso de la tierra del año de 1997.

Así mismo se realizaron chequeo y verificación de campo, con el propósito de comparar los resultados y que estos sean confiables para el estudio de la situación actual de los recursos. Asimismo se tomo en cuenta la caracterización biofísica y socioeconómica del área.

4.4.2 Bosque

Fue necesario levantar un inventario para conocer el tipo de bosque, la propiedad del mismo es decir si es privado, comunal ú otros.

Así mismo la determinación de los usuarios, tipos de uso, ubicación de dichos usuarios (parte media o alta de la subcuenca) y la calidad del mismo (si tiene manejo o es natural), se hizo a través de una verificación de campo ó de acuerdo a la cobertura (mapa) y consultas bibliográficas.

La cuantificación y ubicación de la cobertura boscosa se hizo a través del sistema de información geográfica (SIG), para determinar su la composición florística o tipo de bosque (latifoliadas y coníferas).

4.4.3 Agua

La distribución del agua, se realizó por medio de la revisión de fotografías áreas y hojas cartográficas del área, con el objetivo, de determinar a que comunidades beneficia y como se distribuye. Esta información se verificó en el campo a través de los caminamientos. Otro elemento importante, fue la determinación de sus diferentes usos.

4.5 Identificación de las principales externalidades (positivas o negativas) del uso y manejo de los recursos naturales

Para la identificación de las principales externalidades (positivas ó negativas) que se generan del uso y manejo de los recursos naturales, se tomó como base la caracterización biofísica, socioeconómica y las categorías de:

- Uso correcto de la tierra, y
- Sobreuso de la tierra en forma individual para cada categoría.

Así mismo se realizaron caminamientos en él área, donde se visitaron diferentes comunidades y de esta forma contactar a pobladores claves.

4.6 Establecer la relación de los generadores de las externalidades aguas arriba y los que se benefician ó perjudican de las mismas, aguas abajo.

Para establecer la relación de los generadores de las externalidades aguas arriba y los que se benefician ó perjudican de las mismas, aguas abajo, se hizo a través de:

Partiendo del concepto que los oferentes son los propietarios de bosque, los cuales tiene el derecho a recibir una compensación por las externalidades generadas y que tienen que asumir el compromiso de demostrar y de asegurar la calidad del servicio o de la externalidad que prestan a lo largo del tiempo.

Por otro lado, los demandantes son los ciudadanos que se benefician de las externalidades positivas del bosque, quienes deben tomar conciencia de que es necesario pagar por el beneficio de las bondades que ellos brindan.

Con base en lo anterior y a través de los recorridos de campo, entrevistas con los pobladores se identificó quienes generan las externalidades (pobladores que viven en la parte alta de la subcuenca), posteriormente, se logro identificar a quienes afecta o favorece estas externalidades (pobladores que viven en la parte baja de la área).

4.7 Cuantificar en términos físicos, las principales externalidades de incidencia local.

La cuantificación de las principales externalidades positivas y negativas de incidencia local, se realizó a través de la aplicación de distintas herramientas, entre ellas podemos mencionar:

- (i) El SIG para cuantificar y determinar el tipo de bosque existente.

(ii) La erosión se cuantificó a través de la Ecuación Universal de Erodabilidad.

(iii) El agua se cuantificó por medio de los registros de los caudales y la calidad se realizó a través de muestreos de agua en distintos puntos estratégicos de la subcuenca, para determinar el grado de contaminación y la calidad de agua que es utilizada para distintos usos.

Para cuantificar la cantidad de agua en la subcuenca, se contó con el registro mínimo de 10 años del comportamiento de los caudales de la estación meteorológica más cercana, tomando en consideración las avenidas máximas y mínimas, para poder así, conocer las condiciones normales y las condiciones en período de estiaje. Por otro lado obtuvimos datos como: precipitación pluvial, temperaturas, humedad relativa, días de lluvia y viento entre otros.

4.8 Estimación del rango económico de las externalidades que éstos producen a los usuarios aguas abajo

La estimación del rango económico de las principales externalidades positivas o negativas se realizó a través de; (i) Una entrevista con las personas beneficiadas o perjudicadas con el propósito de fijar ó estimar el rango del valor económico que a estos les representa la externalidad.

4.9 Propuesta de mecanismos de internalización monetaria de las principales externalidades, generados por el uso y manejo de los recursos naturales.

Esto dependió de las externalidades identificadas y que se dan a conocer el capítulo de resultados.

4.10 Preparación del informe final

La caracterización de la subcuenca Matanzas, requirió de gran cantidad de información básica, la cual fue recopilada directamente en el campo y apoyada en la revisión bibliográfica. Se utilizaron técnicas de investigación, tales como instrumento de encuestas o entrevistas (anexo 1) y seminarios-taller entre otras.

La fase posterior al trabajo de campo, se llevó a cabo en gabinete, llegando a la creación de cuadros resumen. Estos contemplan estadísticas descriptivas %, información existente recopilada, resultados de entrevistas con autoridades, agricultores, y técnicos de instituciones del área, los cuales fueron sometidos a análisis para la preparación del informe final y que se dan a conocer en el capítulo de discusión de resultados.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1 Caracterización del uso actual de los recursos naturales de la subcuenca matanzas

El uso actual de los recursos naturales, pudo apreciarse con la interpretación de fotografías aérea del año de 1997, donde se identificaron el uso actual, capacidad e intensidad de uso de la tierra.

5.1.1 Cobertura y uso de la tierra

Con la dinámica de los años el área de la subcuenca de matanzas, fue cambiando la cobertura y uso. Originalmente tuvo en su mayor parte bosque de coníferas y latifoliadas. Y ahora existen en ella diferentes usos, siendo estos los siguientes:

a. Area urbana

Son las áreas poblacionales que se encuentran asentadas en la parte Norte, Sur, Este y Central de toda la subcuenca, ocupando una extensión de 350 ha (0.42%).

También debe considerarse que hay áreas que se han destinado para la construcción de casas, cementerios de cada localidad, servicios y recreación como: Mercados, canchas deportivas, escuelas y centros de salud entre otros.

b. Cultivos anuales

La agricultura constituye una de las principales actividades productivas de la subcuenca, ocupando una extensión de 12,085 ha (14.58%), siendo esta fundamentalmente de subsistencia con relación a las otras actividades productivas. Básicamente en las diferente comunidades se cultivan el maíz y frijol, sin ninguna practica de conservación de suelos y ni asistencia técnica,

distribuidos en todas direcciones, ocupando áreas erosionadas, valles, colinas, área de protección y regularmente cercanas a los centros de población. Estas áreas con pendientes pronunciadas son utilizadas de 3 a 4 años en promedio y son abandonadas posteriormente por la invasión de malezas y los bajos rendimiento, ya que la erosión en esta área es fuerte.

Dentro de los cultivos agrícolas se incluye la producción de hortalizas para el mercado nacional é internacional. Las hortalizas que más se cultivan en la subcuenca son: Tomate, chile, brocoli, repollo y papa.

c. Cultivos perennes

Estos cultivos en la subcuenca, ocupan una extensión 1920 ha (2.32%), la categoría de cultivos perennes se refiere principalmente al cultivo de café (coffea arábica) donde se cultivan las siguientes variedades: Caturra, Catuai, Catimor, Paches coliz entre otros.

Una de las grandes fortalezas de este cultivo, es el asocio que se práctica con las especies arbóreas, las que son utilizadas como sombra de los árboles de café y para producción de leña, la cual es utilizada por las familias para el consumo energético. Las especies mas utilizadas son las Ingas (paterno, cuje y pepeto de río).

La representatividad de este uso de la tierra es considerablemente significativo a partir del uso correcto de la tierra, que presenta condiciones climáticas y edáficas para dicho cultivo y que en su mayoría es exportado a otros países del mundo. Así mismo el cultivo de café posee una la infraestructura productiva como las instalaciones de beneficios para la producción de café.

Otros cultivos perennes de importancia en la subcuenca es el cardamomo, únicamente que en menor escala que el café así como los cítricos, frutales, papaya, banano, plátano y algunos tubérculos entre otros.

d. Cultivos bajo invernaderos

Los cultivos de invernadero básicamente se refieren a la producción de flores ó helechos, que en su mayoría es exportado y muy poco está dedicado al mercado nacional. Los invernaderos están contruidos de madera, nylon y sarán los cuales requieren de una inversión alta, por lo que se estima que el costo promedio es de \$ 5/m² para su instalación. El riego es un factor importante para mantener la producción sostenible.

e. Pastos

Los pastos ocupan una extensión dentro de la subcuenca de 6720 ha (8.11%), son áreas pequeñas y están ubicadas en distintos puntos de la zona, donde se perdió la cubierta forestal original.

Los pastizales son básicamente naturales y crecen en diferentes puntos de la zona, las principales especies de pasto que se cultivan son: Estrella, Brizanta, Decumen, Humedicula, Jaragua, Ruso (Brachiaria ruzizensis), pata de elefante (es el de corte) y grama (Paspalum spp).

El sistema pecuario en la subcuenca es muy débil. Esta actividad se desarrolla a nivel de traspatio y bajo el sistema semi estabulado y silvopastoril. El 90% poseen actividades pecuarias principalmente bovinos, gallinas de traspatio y cerdos. Esta explotación se desarrolla de la siguiente manera:

*** Explotación pecuaria en fincas**

Se desarrolla a niveles de fincas, y existe un promedio de 9 productores en toda la subcuenca y poseen un promedio de 70 vacas con doble propósito, productoras y para engorde. Las razas que se manejan en el área son Sebu

Braman, cruce de Brown swiss, y Jersey. Esta actividad se desarrolla bajo el sistema semiestabulado y silvopastoril.

Los animales poseen un plan profiláctico para el control de enfermedades, pierna negra, fiebre de leche, endo y ectoparásitos.

*** Explotación pecuaria de traspatio**

Con respecto a la producción bovina, el productor en el día se lleva al animal a sus áreas de cultivo (pastoreado) y por la noche a su casa. La alimentación de estos animales se basa en pastos naturales (pastoreo a la orilla de caminos y pastizales). En realidad el alimento que la mayoría de ganado consume es bajo en cuanto a proteínas y minerales esto hace que la producción de leche sea baja por lo que se estima que la producción en la zona sea de 4 a 7 litros/vaca.

La porcicultura y avicultura, como crianza en el patio de la casa en las diferentes comunidades los alimentan con desperdicios domésticos y agua de masa de maíz, en el caso de las gallinas son utilizadas para autoconsumo; en el caso de los cerdos son destinados para la venta y no utilizan ningún tipo de tecnología apropiada para el control de enfermedades y para el manejo de sus animales.

f. Bosques

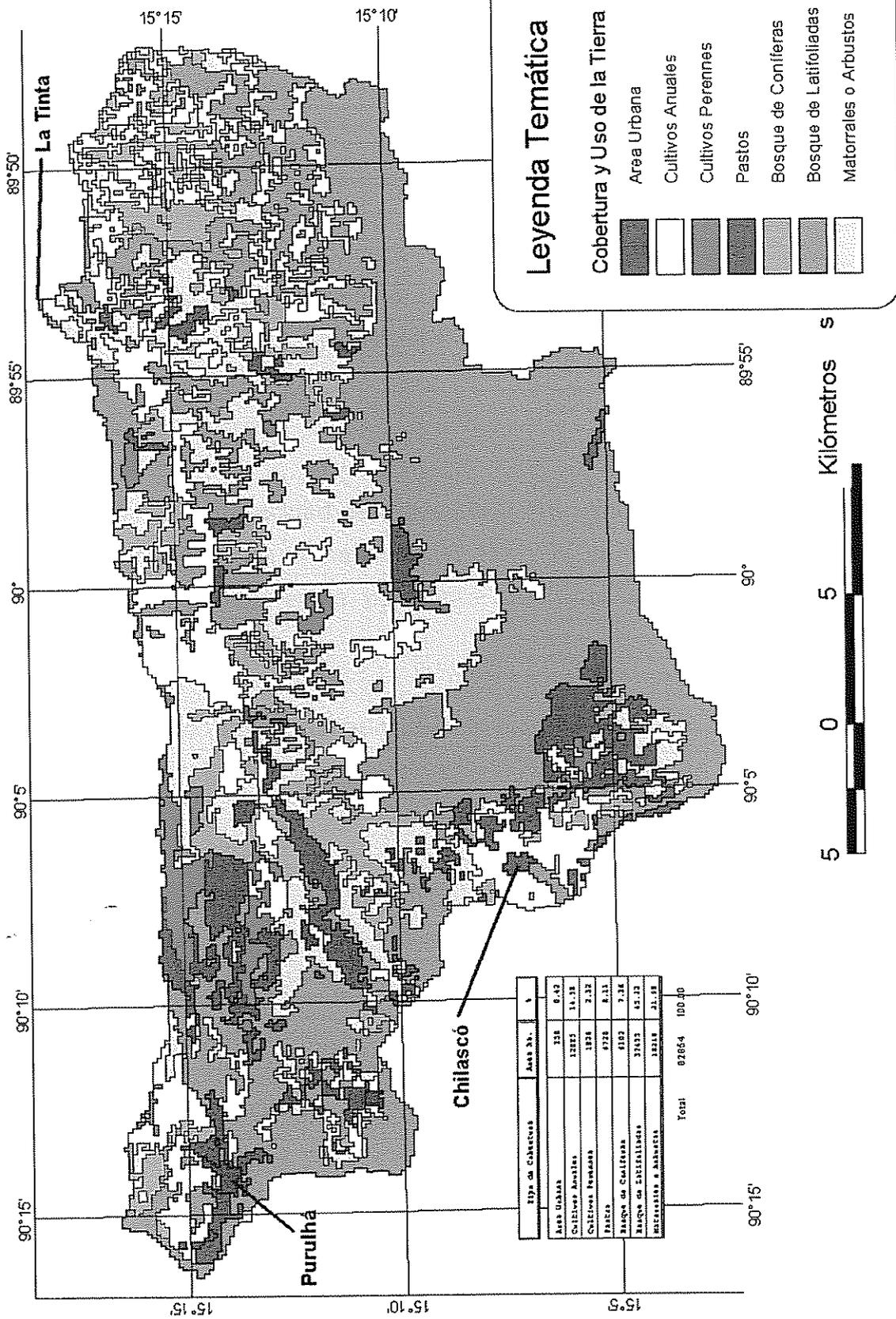
A pesar de que existe una presión acelerada hacia el recurso forestal, esta categoría ocupa la mayor extensión en la subcuenca, distribuida de la siguiente manera: bosque de coníferas con una extensión de 6102 ha (7.36%) y el bosque de latifoliadas con una extensión de 37455 ha (45.22%) y finalmente los matorrales ó arbustos que cubren una parte de la subcuenca con una extensión de 18218 has, que equivale a 21.99%.

La distribución de esta masa boscosa tiene una densidad alta, aunque ya iniciaron a ser explotadas, en las cuales se han extraído las especies de valor comercial y con ello incrementándose el avance de la frontera agrícola.

Los compromisos de reforestación que incluyen los planes de manejo forestal y los incentivos fiscales y/o forestales son ubicadas en las áreas de plantaciones forestales. Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 7 y se resume gráficamente en la figura 5, donde puede apreciarse la cobertura y uso de la tierra en función a su comportamiento de siete categorías de uso de la tierra.

Cuadro 7. Cuantificación de la cobertura y uso de la tierra de la subcuenca Matanzas.

Categoría de Cobertura y uso de la tierra	Area en ha	Area (%)
Area urbana	350	0.42
Cultivos Anuales	12085	14.58
Cultivos Perennes	1926	2.32
Pastos	6720	8.11
Bosque de Coníferas	6102	7.36
Bosque de Latifoliadas	37455	45.22
Matorrales ó Arbustos	18218	21.99
TOTAL	82,854	100



Fotointerpretado y Digitalizado por GEORECURSOS a escala 1:50,000

Figura 5. Cobertura y Uso de la Tierra, Subcuenca Matanzas

5.1.2 Capacidad productiva de la tierra

Para el análisis de capacidad de uso de la tierra, utilizamos parámetros que corresponden al sistema de clasificación de tierras, aplicando la clasificación y metodología del departamento de Agricultura de los Estados Unidos, -USDA- (anexo 3).

Principalmente las actividades productivas más importantes que se desarrollan en la subcuenca son: la agricultura con la producción de cultivos anuales como los granos básicos y hortalizas y como perennes se encuentra el cultivo de café con un alto valor económico así como cardamomo, cítricos y frutales, entre otros.

Por lo tanto la capacidad de uso de la tierra para este propósito está ubicada en las clases con los numerales I, II, III, y IV, tomando en cuenta los factores limitantes como lo es la pendiente, pedregosidad, profundidad y materia orgánica, entre otras.

La clasificación con esta capacidad productiva en la subcuenca conforma una extensión de 9,504 ha y un porcentaje de 11.48%, del total de toda el área (82,837 ha).

Como una buena alternativa el establecimiento de sistemas agroforestales y/o la producción forestal es recomendable realizarla en la clase VI, en un área de 4,388 has (5.30% del total).

Por todos los beneficios ó externalidades que el bosque proporciona, se debe considerar la persistencia de la cubierta forestal sobre los suelos con capacidad productiva VI, VII y VIII, que conforman un área de 73,223 ha con un porcentaje del 88.39%.

Mientras que las clases VII se ubican en las tierras de vocación forestal con una producción intensiva, por otro lado la clase VIII es factible destinarlas

para la protección de la recarga hídrica y de los ecosistemas naturales entre otros. Estas dos clases tienen una extensión de 8,907 ha (10.75%) y 59,928 ha (72.34%) respectivamente.

En general el área lo urbana, que posee una extensión de 110 ha (0.13% del total de la subcuenca).

Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 8 y se resume gráficamente en la figura 6.

Cuadro 8. Cuantificación de la capacidad productiva de la tierra en la subcuenca Matanzas.

Características	Clase de capacidad de uso de la tierra	Area (ha)	Area (%)
Tierras cultivables con pocas limitaciones	I	101	0.12
Tierras cultivables con pocas limitaciones	II	1,764	2.13
Tierras cultivables con medianas limitaciones	III	1,839	2.22
Tierras cultivables con severas limitaciones	IV	5,800	7.01
Tierras no cultivables (pastos y otros)	V		
Tierras no cultivables, cultivos perennes y bosques	VI	4,388	5.30
Tierras no cultivables, aptas para producción forestal	VII	8,907	10.75
Tierras para protección	VIII	59,928	72.34
Urbano		110	0.13
	TOTAL	82,837	100

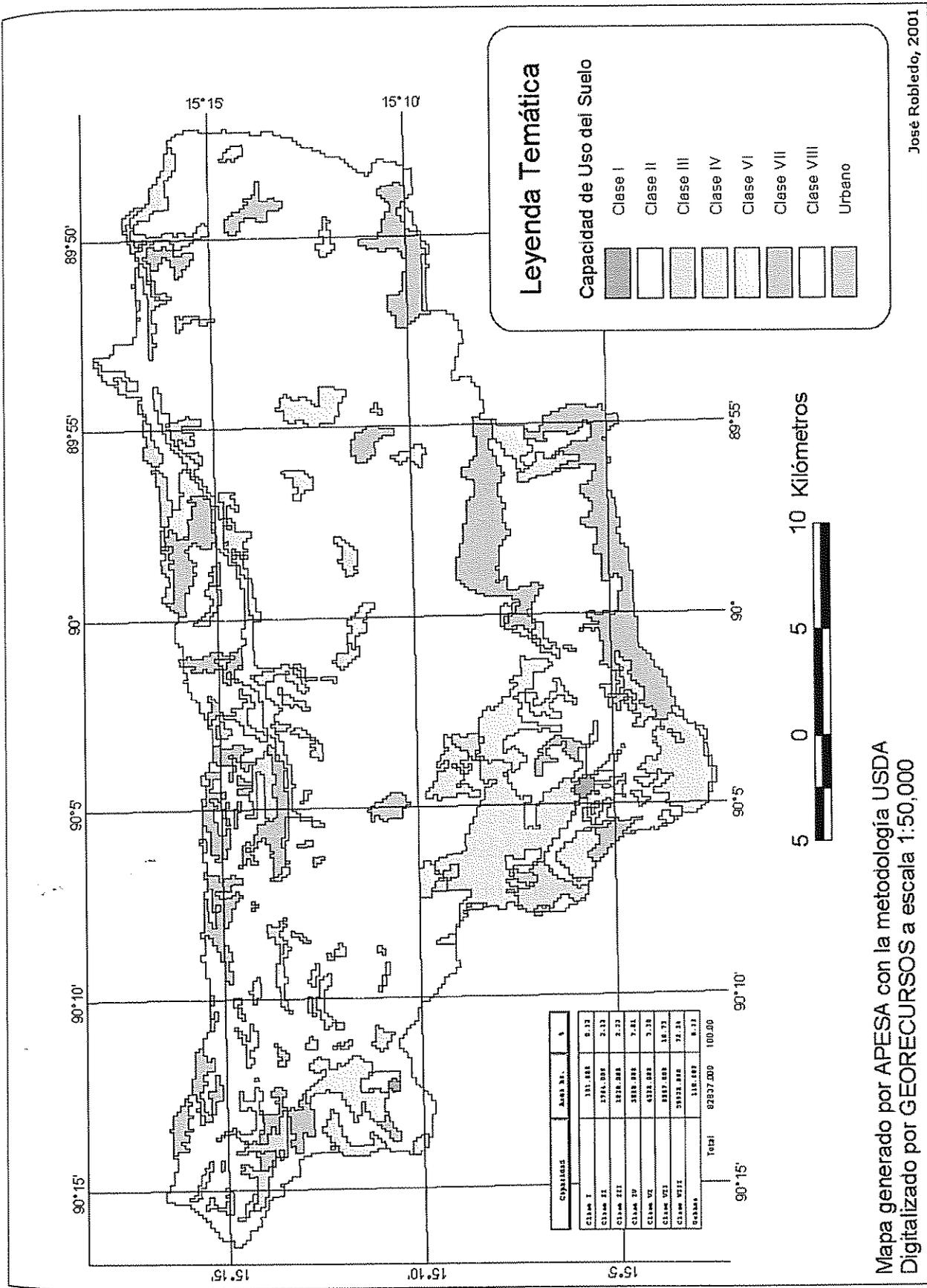


Figura 6. Capacidad Productiva de la Tierra, Subcuenca Matanzas

5.1.3 Intensidad de uso de la tierra

De la sobreposición de los mapas de uso actual y capacidad de uso de la tierra, se determinó la intensidad de uso de la tierra. Del análisis de esta sobreposición, se determinaron las categorías de:

- **Sobreuso:** Utilización de áreas en actividades que sobrepasan su capacidad de uso.
- **Uso correcto:** Es el uso máximo intensivo que se le puede dar a una unidad geográfica sin deterioro de sus recursos.
- **Subuso:** Que corresponde a aquellas áreas en las que la intensidad de uso actual, está por debajo de su capacidad de uso. Como se explicó anteriormente esta categoría no se utilizó para la identificación de las externalidades sino más bien como complemento del marco referencial.

Estas categorías identificadas para el área de estudio son las siguientes:

a.- Tierras de sobreuso

El sobre uso de tierra en la subcuenca ocupa un área de 18,650 ha con un porcentaje de 22.52%, donde la intensidad de uso actual es superior a la capacidad de uso de la tierra. Esta situación es representativa en las partes altas del área básicamente en las montañas donde existen problemas de erosión, ya que en ella se practican desordenadamente y de carácter intensivo actividades agrícolas, en donde el uso apropiado es el de mantenimiento de la cubierta forestal con fines productivos y de protección de cuencas.

Por otro lado existen otros tipos de áreas donde se le debe dar prioridad a la implementación del ordenamiento territorial, para asegurar una utilización apropiada e integral de los recursos naturales de la unidad productiva así mismo fortalecer la agroforestería con cultivos permanentes y/o sistemas silvopastoriles y agricultura con una mejor tecnología.

b.- Tierras subutilizadas

La subutilización de tierra es el área menor en toda la subcuenca ocupando una extensión de 3,797 ha con un porcentaje de 4.58%. Específicamente estas tierras son destinadas al cultivo de café y en poca escala al cardamomo, según la clasificación de tierras aplicando la clasificación y metodología del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos USDA, son tierras mecanizables, donde su uso podría ser más intensivo y de esta forma aprovechar de forma sostenida los recursos existentes. Por ser un área tan pequeña se asume que las externalidades no existen, y si existen no son representativas, en comparación con áreas de sobreuso.

c.- Tierras con uso correcto

El uso correcto de la tierra en la subcuenca ocupa un área de 60,025 ha con un porcentaje de 72.46%, que corresponde a la mayor cantidad de tierras con esta categoría. Según la clasificación utilizada existe correspondencia entre el uso actual y la capacidad de uso de la tierra. Principalmente están ubicadas en distintas áreas de la subcuenca, siendo estas montañas, valles y colina entre otras y tienen diferentes destinos, en los que podemos mencionar la explotación de cultivos principalmente granos básicos y hortalizas, así como pastos, matorrales ó arbustos y cubierta forestal para la producción y protección. Donde se identifica al bosque como regulador de la cantidad y calidad del agua (externalidades positivas).

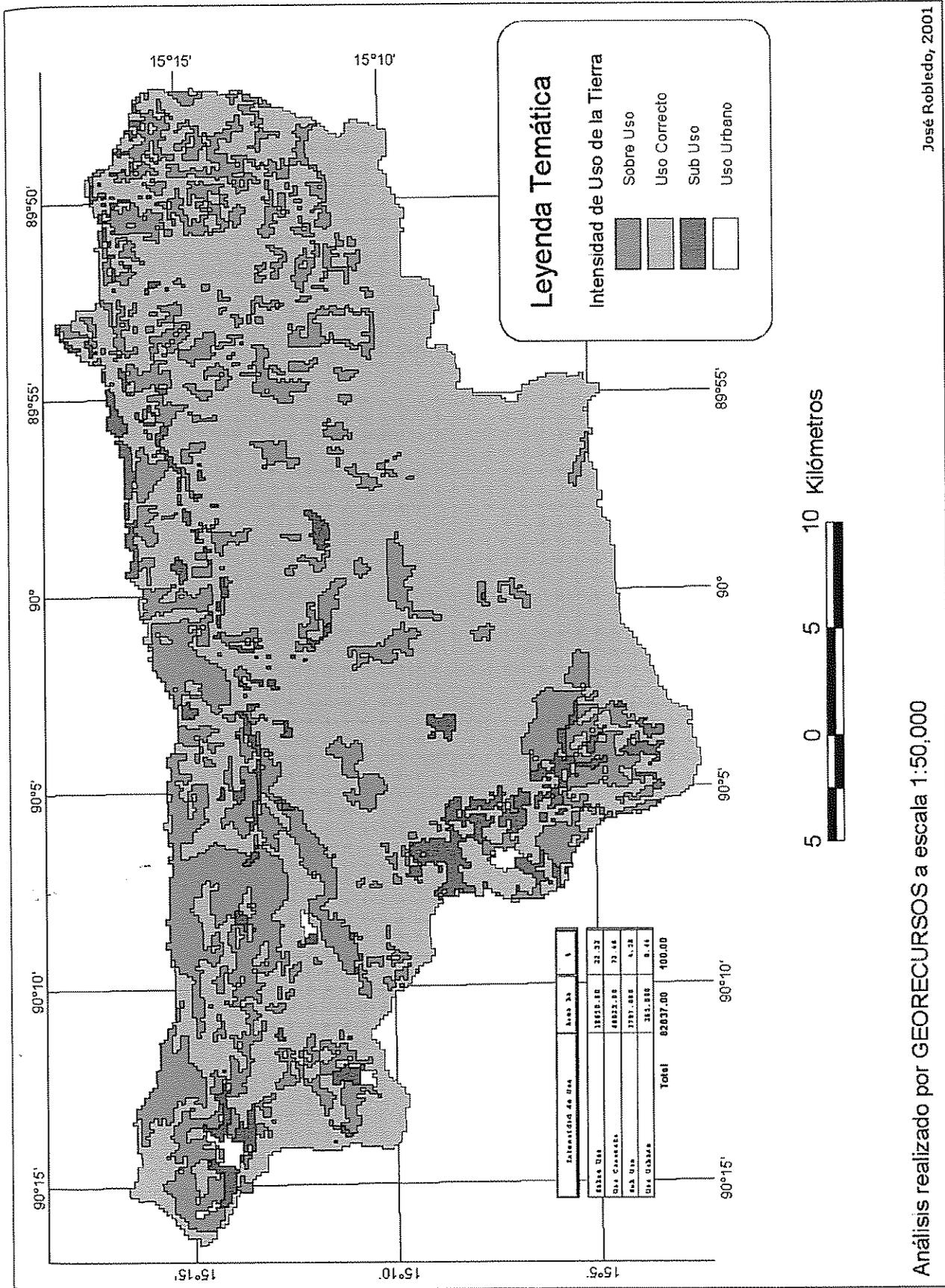
d.- Tierras de uso urbano

Esta categoría de uso posee una superficie de 3.65 ha (0.44%). Sin embargo el crecimiento de la población sigue siendo dramático, acelerado y sin ningún ordenamiento de planificación y con cierta dirección a ocupar las áreas planas. Con ello se disminuyen así las áreas que desde el punto productivo, debieran ser aprovechadas para otros usos, específicamente para usos intensivos.

Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 9 y se resume gráficamente en la figura 7.

Cuadro 9. Cuantificación de la intensidad de uso de la tierra en la subcuenca Matanzas.

Referencias	Area (ha)	Area (%)
Sobreuso	18,650	22.52
Uso correcto	60,025	72.46
Subuso	3,797	4.58
Uso urbano	3,65	0.44
TOTAL	82,837	100



Análisis realizado por GEORECURSOS a escala 1:50,000

Figura 7. Intensidad de Uso de la Tierra, Subcuenca Matanzas

5.1.4 Análisis de la intensidad de uso y manejo de los recursos biofísicos

El círculo de empobrecimiento que se vive en la zona, es cada día más dramático, por lo tanto la demanda del suelo en el área es creciente juntamente con la población, en otras palabras la gente que llega al área es porque demanda tierras para uso agrícola e igualmente, la población local a medida que crece, demanda tierras para la agricultura a expensas del área forestal. Produciéndose un acelerado avance de la frontera agrícola, donde se practica la producción de cultivos anuales, sin ninguna práctica de protección al suelo y dependiendo básicamente de insumos externos.

Específicamente la capacidad de uso de la tierra de la clase I, II, III y IV conforman un área de 9,504 ha, que equivale a un 11.48% de toda la subcuenca. Lo más sobresaliente es que en la clase IV es prudente la producción de cualquier tipo de cultivos siempre y cuando estos vayan acompañados de prácticas de conservación de suelos y como mínimo de una pequeña asistencia técnica. Actualmente en el área se practica la agricultura con cultivos anuales sin ninguna práctica de conservación de suelos y en el caso de los cultivos perennes son mínimas las prácticas que se hacen principalmente en el café únicamente.

En cuanto a la intensidad de uso de la tierra, para la categoría de sobre uso esta ocupa una extensión de 18,650 ha, equivalente a un 22.52%. Esta situación es más evidente en las montañas o cerros donde la pendiente es mayor y por lo tanto existen mayores problemas de erosión. Por la presión que existe hacia los recursos naturales de parte de los habitantes y con su sistema tradicional de cultivos y siembra intensiva de granos básicos, el desgaste de los suelos y el azolvamiento de los ríos es aún más dramático.

Estas prácticas inadecuadas en tierras inapropiadas para la agricultura que se ubican en las partes altas, perjudican a los pobladores que viven en las partes bajas de la subcuenca, con pérdidas en sus cosechas o en los sistemas de

riego por un lado y por otro lado, en pérdidas de infraestructura. Hemos estimado que en la subcuenca, específicamente en el área de sobreuso existe una pérdida de suelo, siendo la media de 342.78 TON/ha/año y en las partes altas de Chilascó la pérdida es 57.39 TON/ha/año promedio, es decir 150,146 m³. Esta cifra fue calculada con base en la fórmula de la USLE (Universal Soil Loss equation), aunque no refleja la cantidad de suelo que es perdido totalmente hacia fuera de la subcuenca, pero es un indicador del movimiento interno del suelo de un lugar a otro dentro de la subcuenca.

Lo que genera como consecuencia la apertura constante de tierras marginales para la producción agrícola tradicional y en general para el deterioro ambiental, que surge con la contaminación provocada por la contaminación del recurso hídrico, debido al mal manejo de la agroindustria con el cultivo de café y los agroquímicos que son utilizados de manera intensiva es irresponsable en la producción de hortalizas. Por lo tanto la capacidad máxima de uso del suelo puede ser sustituido por usos con escalas menos intensivas, es decir, en un área de capacidad IV, se puede realizar actividades de la clase V, VI, VII u VIII, pero no actividades productivas I, II ó III respectivamente. La alta presión existente en el área se traduce en un uso inadecuado de los recursos naturales y que obedece a diversas causas, principalmente a la limitación en la disponibilidad de tierras agrícolas, las características sociales ó culturales de la población, la seguridad jurídica sobre la tierra y aspectos técnicos de la producción agrícola especialmente en las partes altas de las cuencas.

Es importante mencionar que la erosión fue calculada con base en la fórmula de la USLE, la cual tubo como limitante que este no es un modelo dinámico, considerando que todo lo que se remueve llega a los cauces y subestima la erosión en ambientes tropicales. Así mismo no se dispuso de datos de los índices de erosividad de las lluvias y por lo mismo se utilizo el índice de Fournier

$$I_f = \frac{\bar{p}_{\max}^2 \text{ mensual}}{\Sigma \text{ precipitación anual}}$$

Otra limitante fue utilizar la escala 1:250,000 para de determinar la erodabilidad del suelo, con datos proporcionados por el programa de emergencia por desastres naturales debido a que no se contó con información a escala 1:50,000, la medida de los pixeles fue de 500 * 500 m (25 ha). Finalmente con la cobertura y la longitud de las pendientes se utilizo la escala 1:50,000, donde cada pixel tubo una mediada de 25 * 25 m. Lo importante de mencionar es que este método solo cuantifica la erosión laminar.

5.1.5 Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de maíz

Es importante mencionar que en la intensidad de uso del suelo, en la categoría de Sobre Uso del Suelo es bastante dinámico, causado por la agricultura migratoria que sé práctica en el área. El suelo es utilizado únicamente por 3 años, período en el cual la producción se mantiene estable, ya que se obtienen rendimientos promedio de 25 a 30 qq/mz, posteriormente a este tiempo de tres años la producción inicia a disminuir a un promedio de 12 - 14 qq/mz. Luego estas áreas son abandonadas para convertirse en guamiles ó pastizales, cabe mencionar que las áreas de guamiles no son precisamente de recuperación de la masa boscosa, sino áreas que los agricultores dejan en descanso durante algún período para posteriormente incorporarlas al proceso productivo agrícola.

Se observa en forma secuencial como se ha ido ampliando el área agrícola y de guamiles a expensas del bosque alto, a extremos que los terrenos llegan a un uso crítico y son utilizados sin obras de conservación de suelos, perdiendo de esta forma su fertilidad natural principalmente por la erosión.

A pesar de que en las categorías de sobre uso y uso correcto se manejan paquetes tecnológicos sencillos y similares, los rendimientos de producción

son diferentes, marcándose una gran diferencia en el uso correcto, donde la producción promedio es de 32 a 37 qq/mz, si lo comparamos con la categoría de sobre uso, donde existen pendientes muy pronunciadas y con una producción promedio de 12 a 14 qq/mz. Este fenómeno puede apreciarse mejor en el cuadro 10.

Cuadro 10. Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías, en el cultivo de maíz

Intensidad de Uso	Sistema productivo (cultivos anuales)	Paquete tecnológico	Rendimiento promedio qq/Mz
Sobreuso	Maíz	Utilizan semilla criolla y de 4 a 5 semillas por postura, con distanciamiento de siembra de 1 m ² , Realizan dos aplicaciones de fertilización con 15-15-15 y Urea. Son suelos con pendientes pronunciadas y no realizan ninguna práctica de conservación de suelos y practican la tumba y quema.	12 - 14
Uso correcto	Maíz	Utilizan semilla criolla y de 3 a 4 semillas por postura, con distanciamiento de siembra de 1m ² ó 90 X 90 cm ² , y en otros casos el distanciamiento de siembra puede llegar a tener 40 cm ² entre planta con 2 semillas por postura. Realizan dos aplicaciones de fertilización con 15-15-15 y Urea. Son suelos casi planos y no realizan ninguna práctica de conservación de suelos y sacan dos cosechas por año. La mayoría agricultores practican la tumba y quema.	32 - 37

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Cabe mencionar que 4 ó 5 comunidades que están ubicadas en la categoría de uso correcto del suelo, tienen rendimiento que alcanzan hasta 70 quintales por manzana, aplicando un distanciamiento de siembra más cortos 40 cm entre planta y colocando 2 a 3 semillas por postura así como aplicando fertilizaciones en distintas etapas fenológicas del cultivo. Estos son propietarios que cuenta con suficientes recursos económicos y con la mejor disponibilidad de tierras aptas para estos fines, pero esto no se refleja en toda el área.

5.1.6 Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de frijol

La dinámica del suelo en el cultivo de Frijol es similar al comportamiento del cultivo de maíz, A pesar de que en las categorías de sobreuso y uso correcto se manejan paquetes tecnológicos similares, los rendimientos de producción son diferentes, marcándose una gran diferencia en el uso correcto, donde la producción promedio es de 11 a 12 qq/mz si lo comparamos con la categoría de sobreuso, donde existen pendientes muy pronunciadas y con una producción promedio de 6 a 7 qq/mz. Este fenómeno puede apreciarse mejor en el cuadro 11.

Cuadro 11. Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de frijol

Intensidad de uso	Sistema productivo (cultivos anuales)	Paquete tecnológico	Rendimiento promedio qq/Mz
Sobreuso	Frijol	Utilizan semilla criolla y de 3 a 4 semillas por postura, con distanciamiento de siembra de 40 cm ² . Realizan una aplicación de fertilización con 15-15-15 al momento de la siembra. Son suelos con pendientes pronunciadas y no realizan ninguna practica de conservación de suelos	6 - 7
Uso correcto	Frijol	Utilizan semilla criolla y de 3 a 4 semillas por postura, con distanciamiento de siembra de 40 cm ² . Realizan una aplicación de fertilización con 15-15-15 al momento de la siembra y son suelos casi planos y no realizan ninguna practica de conservación de suelo	11 - 12

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

5.1.7 Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de café

La dinámica del suelo en el cultivo del café es similar al comportamiento del cultivo de maíz y frijol, en las categorías de sobreuso y uso correcto se manejan paquetes tecnológicos similares. Los rendimientos de producción son diferentes, marcándose una gran diferencia en el uso correcto, donde la producción promedio es de 27 - 35 qq/mz pergamino si lo comparamos con la categoría de sobre uso, donde existen pendientes muy pronunciadas y con una producción promedio de 16 a 19 qq/mz. El comportamiento de este fenómeno puede apreciarse mejor en el cuadro 12.

Cuadro 12. Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de café

Intensidad de Uso	Sistema productivo (cultivos perennes)	Paquete tecnológico	Rendimiento promedio qq/Mz
Sobreuso	Café	Utilizan variedades como: Caturra, Arábigo, Catimor, Pache, Coliz, entre otros con distanciamiento de siembra de 2 x 1 m ² . Realizan dos aplicaciones de fertilización una en Mayo y la otra en Agosto. Son suelos con pendientes pronunciadas y realizan curvas a nivel en la mayoría del área, el manejo de la sombra es muy débil	16 - 19
Uso correcto	Café	Utilizan variedades como: Caturra, Arábigo, Catimor, Pache, Coliz, entre otros con distanciamiento de siembra de 2 x 1 m ² . Realizan dos aplicaciones de fertilización una en Mayo y la otra en Agosto. Son suelos casi planos y se practican prácticas de conservación de suelo tales como: Curvas a nivel y terrazas individuales. El manejo de la sombra es una práctica cultural muy importante así como las diferentes limpiezas que hacen durante todo su ciclo	27 - 35

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

5.1.8 Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de cardamomo

La cobertura del cultivo de Cardamomo en la subcuenca es pequeña si lo comparamos con el cultivo del café y los cultivos anuales (Maíz, Frijol y Hortalizas). Su comportamiento es similar estos cultivos en cuanto a su rendimiento, en las categorías de sobre uso y uso correcto, donde se manejan paquetes tecnológicos similares, con rendimiento de producción diferentes. Se marca una gran diferencia en la categoría del uso correcto, donde la producción promedio es de 31 – 33 qq/mz cereza ó uva si lo comparamos con la categoría de sobre uso, donde existen pendientes muy pronunciadas y con una producción promedio de 16 – 18 qq/mz. cereza ó uva. El comportamiento de este fenómeno puede apreciarse mejor en el cuadro 13.

Cuadro 13. Identificación de la producción en la intensidad de uso, en sus dos categorías de uso, en el cultivo de cardamomo

Intensidad de Uso	Sistema productivo (cultivos perennes)	Paquete tecnológico	Rendimiento promedio qq/Mz
Sobreuso	Cardamomo	Epoca de siembra: Junio a Julio, la cosecha es de Septiembre a Diciembre. Con un distanciamiento de siembra de 3 x 3m ² . Son suelos con pendientes pronunciadas y no realizan practicas de conservación de suelos y ningún tipo de fertilización.	16 – 18
Uso correcto	Cardamomo	Epoca de siembra: Junio a Julio, la cosecha es de Septiembre a Diciembre. Se Practica un distanciamiento de siembra de 3 x 3m ² . Son suelos en su mayoría casi planos y no realizan practicas de conservación de suelos y ningún tipo de fertilización.	31 – 33

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

5.1.9 Identificación de la producción en la intensidad de uso, en la categoría de sobreuso, en los principales cultivos de hortalizas.

Como se mencionó anteriormente a lo largo y ancho de la subcuenca la transferencia de asistencia técnica es débil y en otros lugares no existe. Por lo mismo los agricultores ó productores adquieren rendimientos bajos en sus cosechas, esta situación es representativa en las partes altas del área básicamente en las montañas donde no se hace un uso correcto del suelo. Existen principalmente problemas de erosión, ya que se practican actividades agrícolas en forma desordenada y de carácter intensivo, específicamente en los cultivos de hortalizas y con escasa asistencia técnica.

En las categorías de sobre uso y uso correcto se manejan paquetes tecnológicos sencillos y similares para los cultivos de hortalizas. Los rendimientos de producción son diferentes, marcándose a la vez una gran diferencia en el uso correcto donde los terrenos tienen una topografía casi plana y la producción es relativamente alta, si se compara con el sobre uso donde existen pendientes muy pronunciadas y con una baja producción, así mismo existen principalmente problemas de erosión.

Este fenómeno puede apreciarse mejor cuantitativamente en los cuadros 14 y 15. En el cuadro 14 se presentan la producción de las principales hortalizas en la categoría de sobre uso y en el cuadro 15 se presenta el uso correcto.

Cuadro 14. Identificación de la producción en el sobre uso de suelo, en los principales cultivos de hortalizas.

Intensidad uso	Cultivos anuales	Paquete Tecnológico	Rendimiento Promedio
Sobre Uso	Tomate	Distanciamiento de siembra 40 cm entre planta y 1 m entre calle. Se aplica fertilizante en el momento de la siembra y 40 días después con 15-15-15 y gallinaza	750 cajas/mz
	Chile	Distanciamiento de siembra 40 cm entre planta y 1 m entre calle. Se aplica fertilizante en el momento de la siembra y 40 días después con 15-15-15 y con barco Vikingo	1,500 cajas/mz
	Repollo	Distanciamiento de siembra 60 cm ² cuadrados y se fertiliza con 15 - 15 - 15 en el momento de la siembra	24,000 Repollos/mz
	Papa	Distanciamiento de siembra 40 cm entre planta y 60 cm entre surco. Se aplica 15 - 15 - 15 al momento de la siembra y gallinaza a los 40 días después.	300 qq/mz
	Brocoli	Distanciamiento de siembra 40 cm entre planta y 60 cm entre surco. Se aplica 15 - 15 - 15 a los 15 días después del trasplante.	26,400 plantas /mz

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

Cuadro 15. Identificación de la producción en la intensidad de uso, en la categoría de uso correcto, en los principales cultivos de hortalizas.

Intensidad Uso	Cultivos Anuales	Paquete Tecnológico	Rendimiento Promedio
Uso Correcto	Tomate	Distanciamiento de siembra 40 centímetros entre planta y 90 entre calle y aplican fertilizante en el momento de la siembra y 40 días después con 15-15-15 y gallinaza	1,000 cajas/Mz
	Chile	Distanciamiento de siembra 40 centímetros entre planta y 90 entre calle y aplican fertilizante en el momento de la siembra y 40 días después con 15-15-15 y con barco viquingo	2,000 cajas/Mz
	Repollo	Distanciamiento de siembra 60 centímetros y 50 entre calle y aplicando fertilización con 15 - 15 - 15 en el momento de la siembra	30,000 repollos/Mz
	Papa	Distanciamiento de siembra 40 centímetros entre planta y 60 entre surco, aplicando 15 - 15 - 15 al momento de la siembra y gallinaza a los 40 días después.	400 qq/Mz
	Brocoli	Distanciamiento de siembra 40 centímetros entre planta y 60 entre surco, aplicando 15 - 15 - 15 a los 15 días después del trasplante.	33,000 plantas/Mz

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

5.1.10 Otras características importantes de los cultivos de hortalizas

Otras características importantes de los principales cultivos como; extensión del cultivo, comercialización, tipo de propiedad, precios y comercio se puede apreciar en le cuadro 16.

Cuadro 16. Características importantes de los principales cultivos de la zona

Cultivo	Extensión del cultivo promedio por agricultor en mz	Comercialización	Precios promedio por quintal en quetzales	Tipo de propiedad de la tierra
Maíz	De 3 a 5	Auto consumo	Q 80.00 a 150.00	Comunal
Frijol	De 0.4 - 0.6	Auto consumo	Q 300.00 a 400.00	Comunal
Café	Desde 5 hasta 320	En los Beneficios de café de Cobán	Q 290.00 a 350.00	Privado y comunal
Cardamomo	3 a 5	En los beneficios de Coban	Q 250.00 a 500.00	Privado y comunal
Tomate	0.5 a 3	En Alta y Baja Verapaz y la capital.	Q 90.00	Privado y comunal
Chile	De 1 a 1.5	En Purulha	Q 60.00	Privado y comunal
Repollo	1	En Alta y Baja Verapaz y la capital	Q 1:00/unidad	Privado y comunal
Zanahoria	De 0.2 a 0.4	Alta y Baja verapaz	Q 80.00	Privado y comunal
Brocoli	De 1 a 3	A la ciudad capital y a los E.E.U.U.	Q 70.00	Privado y comunal
Remolacha	De 0.1 a 0.2	En Alta y Baja Verapaz	Q 0.50 centavos por unidad	Comunal
Arveja	De 0.2 a 0.4	En la ciudad capital	De Q100 a Q 150	Privado y comunal
Guicoy	1	En Alta y Baja Verapaz	De Q25 a 35 por caja	Privado y comunal
Cilantro	0.5 Manzana	En Alta y Baja Verapaz	Q 1.00 por manojo	Privado
Papa	1 Manzana	En la capital	Q 75 - 85	Privado y comunal
Rábano	De 0.2 a 0.4 de Manzana	En Salama	Q 0.50 por manojo	Comunal

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

5.1.11 Uso de clorados y fosforados

En el componente de agricultura una de las actividades más utilizadas en la subcuenca es el uso de Clorados y Fosforados, con la finalidad de que exista una mejor producción en los distintos cultivos que se desarrollan en la zona. Lamentablemente no existe un apoyo técnico, que asesore y oriente el buen uso y manejo de estos productos, habiendo un incremento de resistencia en distintas plagas agrícolas que se presentan en la zona.

Lo más alarmante es que estos compuestos químicos incluyen altos costos por contaminación del agua y efectos en la salud humana debido al consumo de agua y alimentos contaminados con residuos tóxicos. En el cuadro 17 se presentan los principales tipos de Clorados y Fosforados que son utilizados con frecuencia en la subcuenca.

Cuadro 17. Principales Clorados y Fosforados utilizados en la sub cuenca

Nombre Genérico	Nombre Comercial	Composición Química
Folidol	Folidol	Organo Clorado
Thiodan	Endosulfán	Organo Clorado
Lannete	Lannete	Organo Fosforado
Volaton	Volaton	Organo Clorado
Metamidofos	Tamarón	Organo Fosforado
Paraquat	Gramoxone	Bípiridilo
Vikingo		

Fuente: Elaboración propia con datos de campo.

5.1.12 Microcuencas y red de drenajes.

Con la finalidad de tener una mejor visión de la situación actual de la subcuenca y por aspectos de logística esta fue dividida en 12 microcuencas, en función a la forma de drenaje y se cuantifico su extensión (ha), con su respectivo porcentaje para cada una de ellas. Posteriormente con esta división fue más fácil determinar la población que existe en cada una de ellas é identificar el tipo de presión que existe hacia los recursos naturales. Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 18 y se resume gráficamente en la figura 8.

Cuadro 18. Micro cuencas y red de drenajes

No	Micro cuenca	Ha	%
1	Purulha	5,357	6.46
2	Cafetal	2,763	3.33
3	Panima	6,666	8.04
4	Monte Verde	2,377	2.87
5	Ribacó	3,952	4.77
6	Mululiá	14,551	17.56
7	Cacajá	2,673	3.23
8	Chilasco	12,053	14.55
9	Cocepción	4,412	5.32
10	Ribaco Arriba	9,686	11.69
11	Ribaco Abajo	5,199	6.28
12	Samiljá	13,161	15.88
	Total	82,851	100

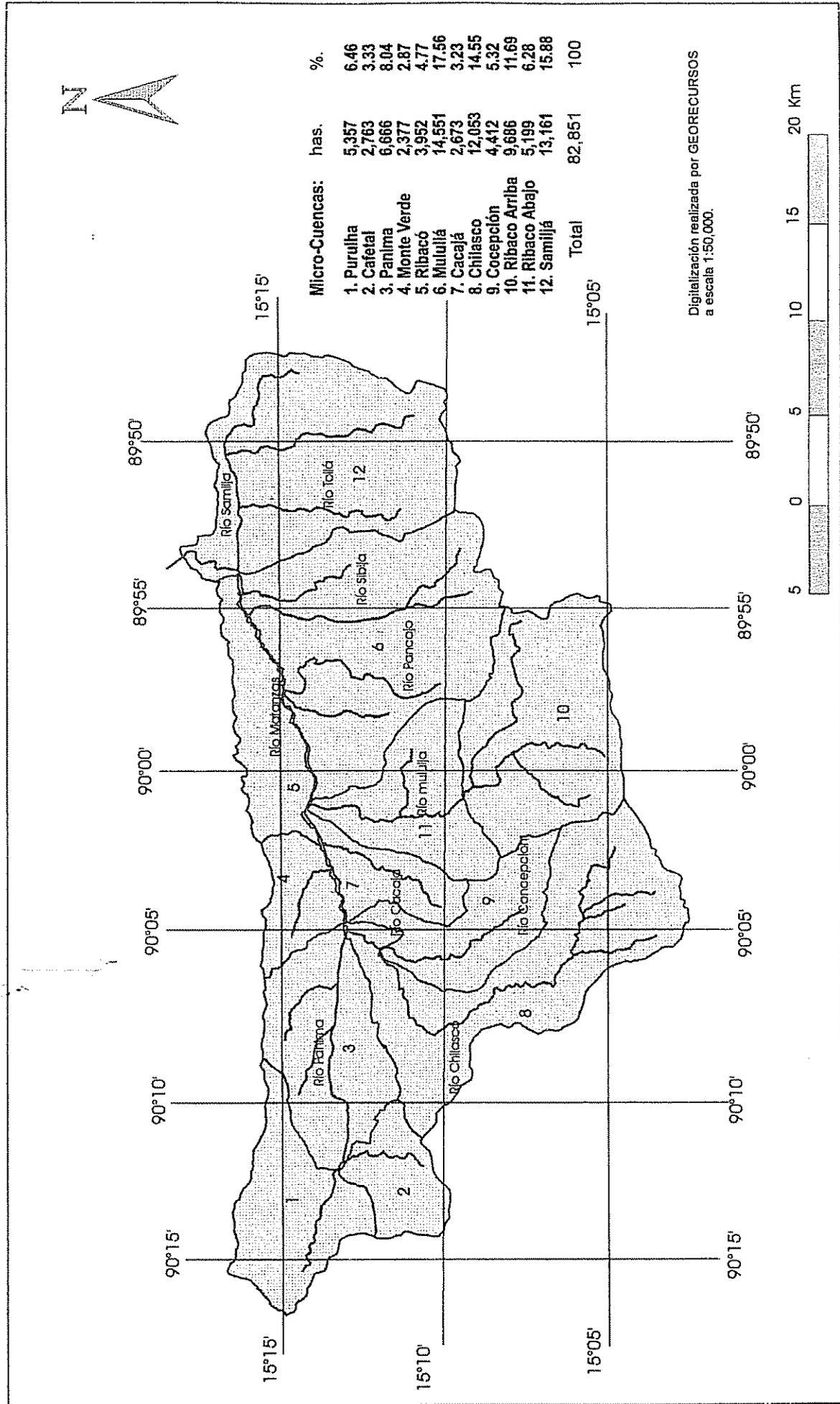


Figura 8. Microcuencas y red de drenajes, subcuenca Matanzas.

José Robledo

5.1.13 Densidad poblacional

Con base en las 12 microcuencas que se identificaron en la subcuenca Matanzas se logro cuantificar la población para la mayoría de microcuencas así como el número de habitantes por km² por un lado y por el otro lado se identificó si la microcuenca se encuentra poca poblada ó muy poblada.

Lo anterior se hizo con el propósito Para poder así identificar donde se producen más las externalidades y recomendar algún tipo de manejo a las áreas más criticas que presentan mas riesgo o presión hacia los recursos. Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 19 y se resume gráficamente en la figura 9.

Cuadro 19. Densidad poblacional

No	Micro cuenca	Población	No hab/km ²	Calificación
1	Purulha	7,504	141	Muy poblado
2	Cafetal	1,229	43.89	Muy poblado
3	Panima	5,087	74.80	Muy poblado
4	Monte Verde	2,464	112	Muy poblado
5	Ribacó	464	12.54	Poco Poblado
6	Mululiá	3,463	24.56	Poco poblado
7	Cacajá	469	17.37	Poco poblado
8	Chilasco	1,322	96.76	Muy poblado
9	Cocepción			Poco poblado
10	Ribaco Arriba			Poco poblado
11	Ribaco Abajo	2,371	47.42	Muy poblado
12	Samiljá	3,823	29.86	Poco Poblado
	Total	28,196	34	

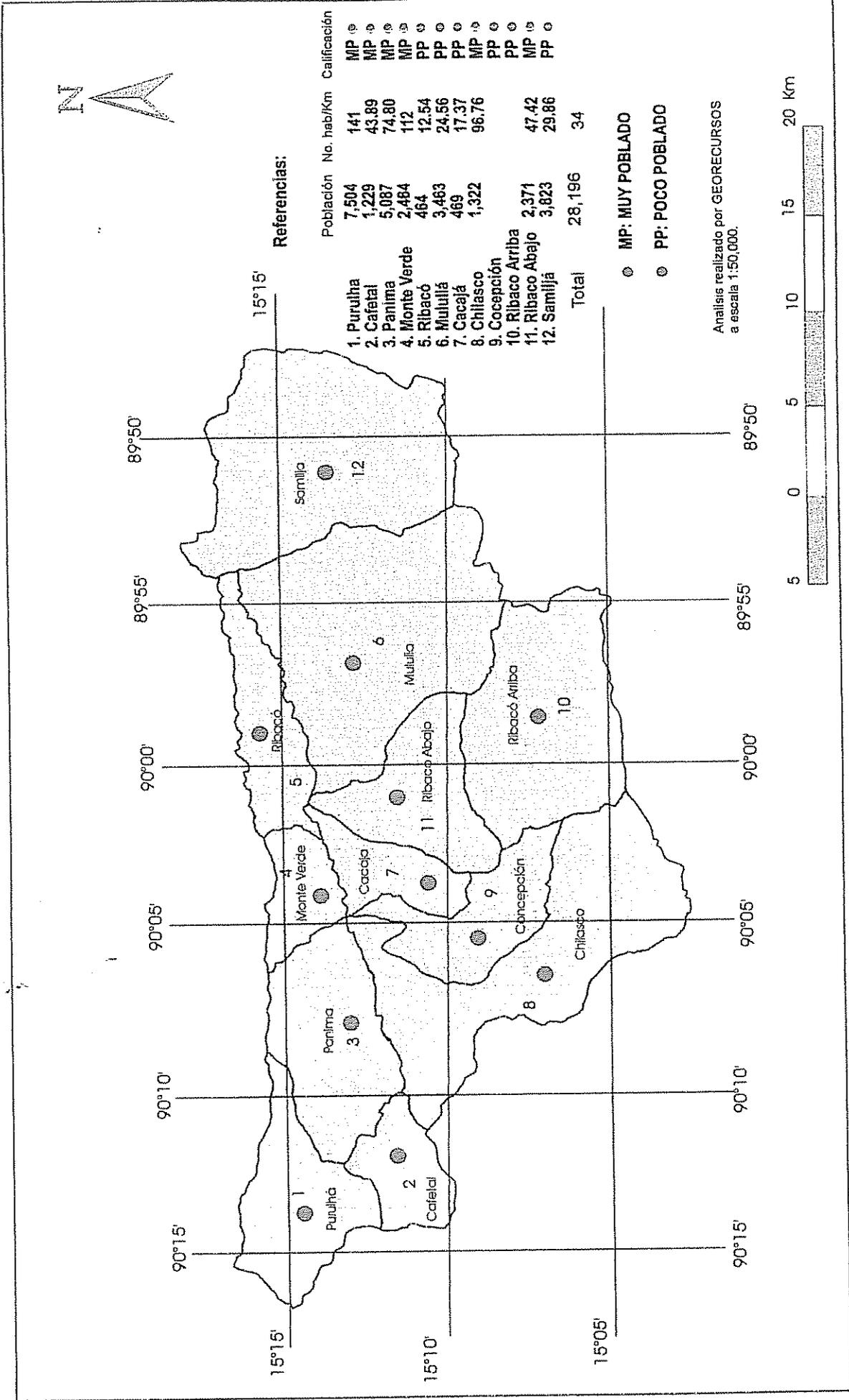


Figura 9. Densidad poblacional, subcuenca Matanzas.

5.1.14 Presión sobre los recursos naturales

Con base en la sobreposición ó multiplicación del sistema natural – social – Económico se identificaron las áreas donde actualmente existe; una baja presión, mediana presión y alta presión. Cabe mencionar que en una de las partes mas alta de la subcuenca existe una alta presión sobre los recursos naturales y es exactamente donde identificamos una de las principales externalidades a causa de las malas practicas que se realizan en el área causando problemas de erosión y por ende azolvamiento en los sistemas de riego entre otros. Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 20 y se resume gráficamente en la figura 10.

Cuadro 20. Presión sobre el uso de los recursos.

Referencia	ha	%
Baja presión	16,860	20.35
Mediana Presión	53,961	65.13
Alta presión	12,053	14.53
Total	82,843	100

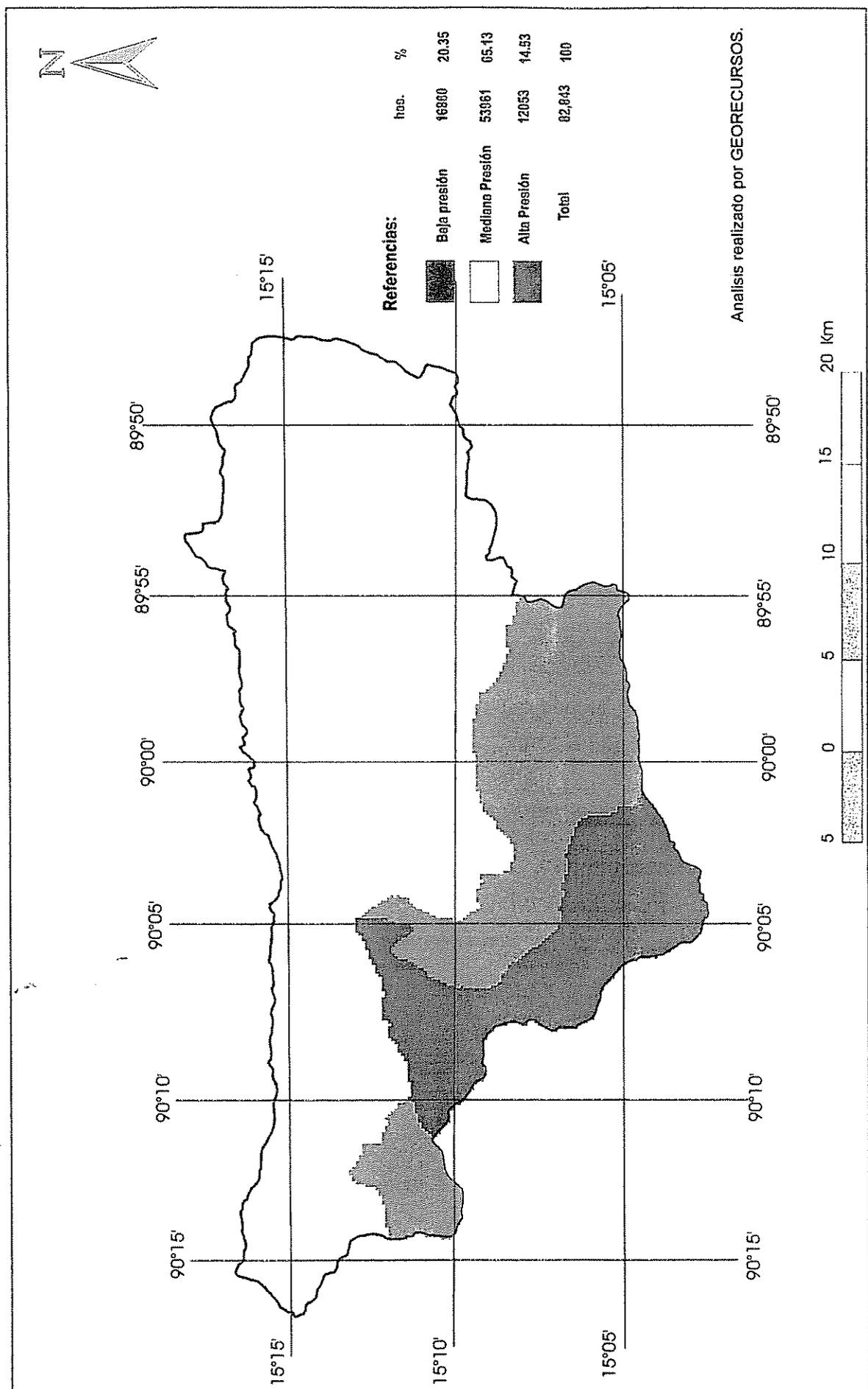


Figura 10. Presión sobre los recursos naturales, subcuenca Matanzas.

José Robledo

5.1.15 Zonificación del uso de la tierra

La zonificación de uso de la tierra (ZUT) puede ser instrumento de administración de los recursos naturales renovables para determinar las políticas y estrategias a nivel municipal, al mantener las condiciones de los recursos por ejemplo: conservar la misma extensión de bosques, al corregir aquellas áreas que están siendo degradadas con las actuales prácticas agrícolas o bien desarrollar actividades productivas en sitios potenciales.

El alcance de la degradación del ZUT, es de acuerdo a una estrategia nacional de ordenamiento territorial, que presenta las áreas a mantener, corregir y desarrollar. Particularmente en la subcuenca Matanzas se presenta el área a mantener con una extensión de 15,143 ha equivalente a un 18.28%, del total con la finalidad de manejar sostenidamente los sistemas de producción existentes. Las áreas a corregir poseen una extensión del 21,044 ha equivalente a un 25.40% y distribuidas en casi toda el área sugieren el establecimiento de proyectos de desarrollo con el propósito de incrementar la producción y mejorar las condiciones edáficas y biológicas del sitio.

Finalmente encontramos el área mayor, donde es permitido el impulso de actividades agrícolas, forestales para mejorar las condiciones de vida, esta área tiene una extensión de 46,291 ha equivalente a un 55.88% Esta situación se resume cuantitativamente en el cuadro 21 y se resume gráficamente en la figura 11.

Cuadro 21. Zonificación de uso de la tierra de la subcuenca Matanzas

Referencias	ha	%
Áreas a Mantener: -Áreas con la finalidad de manejar sostenidamente los sistemas de producción existentes	15,143	18.28
Áreas a Corregir: -Áreas que sugieren el desarrollo de proyectos con la finalidad de aumento de producción y mejoras en las condiciones edáficas y biológicas del sitio	21,044	25.40
Áreas a Desarrollar: -Impulsar actividades de producción agrícola forestal y de mejoras en las condiciones de vida	46,291	55.88
Area Urbana	365	0.44
Total	82,842	100

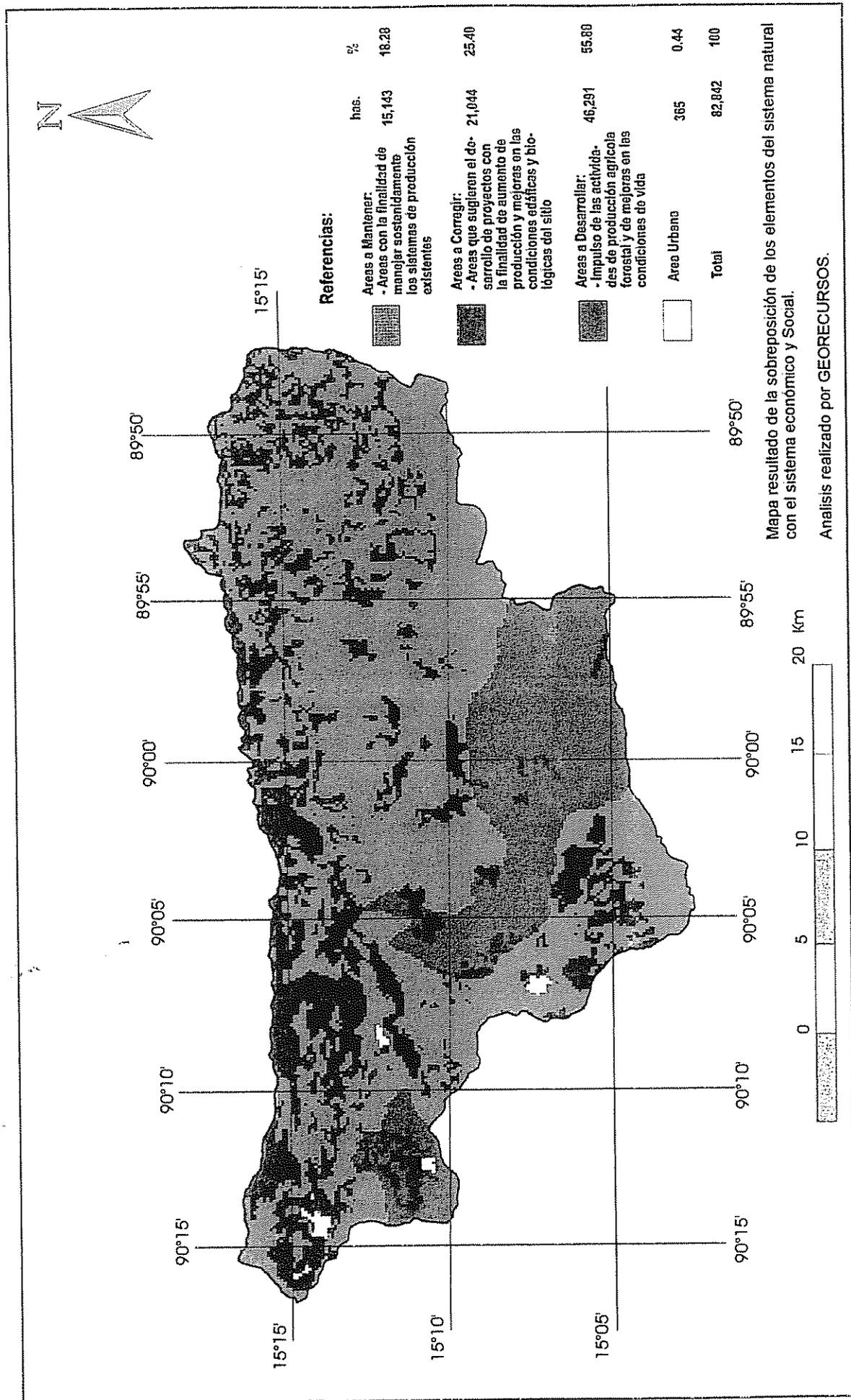


Figura 11. Zonificación de uso de la tierra, subcuenca Matanzas.

5.2 Identificación de las principales externalidades (positivas ó negativas) del uso y manejo de los recursos naturales

Las principales externalidades positivas que se generan por el buen uso y manejo de los recursos naturales están:

(i). En el uso correcto

1. El bosque como regulador de la calidad y cantidad de agua generada para los siguientes usos:

1.1 Agua para riego de hortaliza.

1.2 Agua para la empresa exportadora de helechos "Agroindustria Chilasco" S.A.

1.3 Agua para los beneficios de café.

1.4 Agua para la producción de energía.

Nota: es importante mencionar que dentro de la categoría del uso correcto también se pueden generar externalidades por contaminación de aguas mieles o por pesticidas entre otras. En este caso de uso correcto solo consideramos las externalidades positivas, ya que el sobreuso se identificaron estas externalidades negativas.

(ii). En el sobreuso:

Dentro de las principales externalidades negativas por el mal uso y manejo de los recursos naturales están:

2. Erosión.

2.1 Daños a la infraestructura.

2.1.1 Presa derivadora "las Astras" (Limpieza ó mantenimiento por azolvamiento).

2.1.2. Sistema de Riego (Limpieza ó mantenimiento por azolvamiento, a los canales de riego y a los aspersores).

2.2. Contaminación.

2.2.1. Contaminación por los beneficios de café.

Es evidente el uso de Organoclorados y Organofosforados en distintas comunidades que están ubicadas en la parte alta de la subcuenca, lamentablemente cuando se realizó el muestreo de agua no se encontró la presencia de estos (anexo 4).

Localización de la toma de muestra de agua, peña del ángel, coordenadas 803797 Este y 1685162 Norte

5.3 Establecer la relación de los generadores de las externalidades aguas arriba y los que se benefician ó perjudican de las mismas, aguas abajo.

5.3.1 Externalidades positivas

Para el caso de las externalidades positivas, en el bosque como regulador de la calidad y cantidad del agua, se determino la ubicación del mismo y a quienes beneficia y como los beneficia, los beneficiarios son:

a. La Asociación de Usuario de Riego de San Jerónimo (AURSA), quienes utilizan el agua para riego de sus hortalizas.

- b.** Los usuarios de Agroindustrias Chilascó, quienes utilizan el agua para riego de sus helechos.
- c.** Los usuarios o propietarios de los beneficios de café, quienes utilizan el agua para sus beneficios.
- d.** Los propietarios de TECNOGUAT, quienes utilizan el agua para la producción de energía.

5.3.2 Externalidades negativas

Para el caso de las externalidades negativas, como la erosión, fue importante determinar que los agricultores ubicados en la parte alta de la subcuenca, no cuentan con un uso correcto del suelo y siembran sus cultivos sin ninguna práctica de conservación. Ellos desarrollan prácticas que generan la erosión, perjudicando a los habitantes de la parte baja de la subcuenca. Los perjudicados en este caso son:

- a.** La represa de Chilascó, por azolvamiento que recae en ella anualmente.
- b.** Los canales de riego de la Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo (AURSA), por azolvamiento que recae en ellos anualmente.
- c.** Los sistemas de riego (por aspersión) de Helechos de Chilasco, por el azolvamiento provocado anualmente.
- d.** Los productores de café, que utilizan agua para sus beneficios, provocando con ello la contaminación por la deposición de aguas mieles y pulpa en los ríos.

Esta contaminación perjudica a las comunidades que viven abajo de la subcuenca.

5.4 Cuantificar en términos físicos, las principales externalidades de incidencia local

(i) La cuantificación de la cantidad de agua en la subcuenca, se determinó a través de los registros de un periodo de tiempo de 10 años del comportamiento de los caudales en dicha subcuenca. Como se mencionó anteriormente la subcuenca Matanzas es considerada una de las áreas hidrográficas más importantes del país ya que tiene una influencia directa por la contribución de su caudal promedio anual de 45.603 m³ /seg, que corresponde a un 64% del caudal de río Polochic. Este fenómeno puede apreciarse mejor en el cuadro 22 y figura 12.

Cuadro 22. Comportamiento de los caudales promedios de la subcuenca Matanzas.

Mes	Caudales promedios mensuales de los años de 1971 - 1986 (m ³ /seg)
Mayo	17.275
Junio	53.551
Julio	57.917
Agosto	67.199
Septiembre	71.303
Octubre	79.181
Noviembre	50.436
Diciembre	47.978
Enero	34.726
Febrero	28.835
Marzo	21.935
Abril	16.898
Caudal promedio anual	45.60

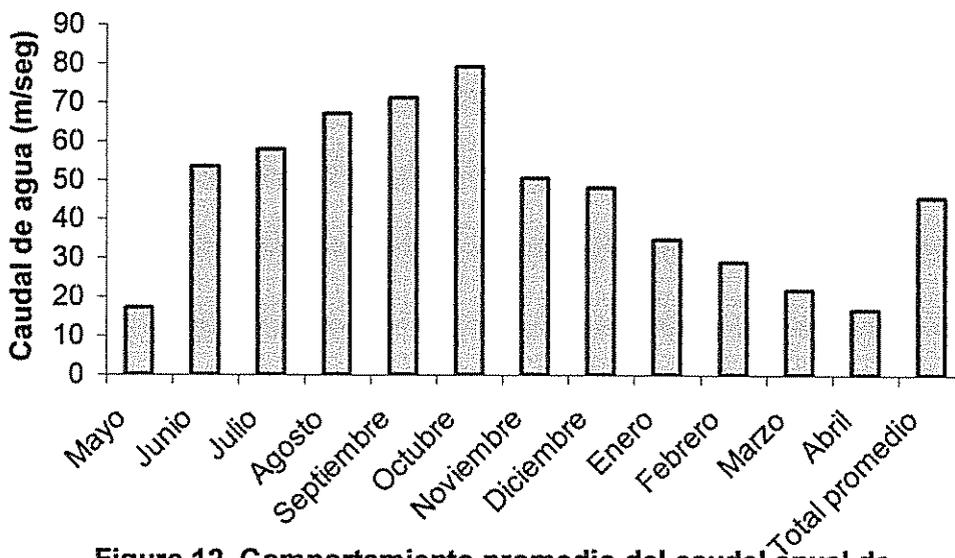


Figura 12. Comportamiento promedio del caudal anual de la subcuenca Matanzas

(ii) La cuantificación de la calidad y contaminación del agua, se llevó a cabo por medio de los muestreos y análisis del agua.

Los resultados de los muestreos de aguas son los siguientes:

Muestra 1. Localización: peña del ángel, coordenadas 803797 Este y 1685162 Norte

Esta puede usarse en la mayoría de los cultivos para fines de riego, ya que las mismas contienen Sodio y Salinidad en un grado bajo y por lo tanto no es considerada un agua dura ni salada.

Muestra 2. Localización: Río Sinanja ó Chilascó, coordenadas 813611 Este y 1684712 Norte.

Estas son aguas bajas en Sodio y Salinidad por lo que pueden usarse en la mayoría de los cultivos con fines de riego y tiene una particularidad que es alta en carbohidratos, siendo a la vez un agua suave y no es alcalina.

Muestra 3. Localización: Río Panima, coordenadas 813918 Este y 1684770 Norte.

Estas pueden utilizarse en la mayoría de los cultivos para riego y tienen la particularidad que son bajas en salinidad, con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de Sodio intercambiable, y agua ligeramente dura y alcalina.

Muestra 4. Localización: Río Cacajá, coordenadas 818148 Este y 1685857 Norte.

Se puede usar en la mayoría de suelos ya que presenta poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de Sodio Intercambiable, por lo que es considerada baja en Sodio y Salinidad. Esta agua no es ni dura ni alcalina.

Muestra 5. Localización: Río Sulín, coordenadas 798172 Este y 1685707 Norte.

Es un agua alcalina y dura con altos bicarbonatos y baja en Sodio y Salinidad, por lo que es recomendable usarse en la mayoría de los cultivos con fines de riego.

Muestra 6. Localización: Municipalidad de Purulhá, coordenadas 796845 Este y 1686525 Norte.

Es agua baja en Sodio y Salinidad, siendo dura y alcalina con un pH alcalino. Finalmente posee bicarbonatos altos que pueden ser de Calcio ó Magnesio (anexo 5).

El otro tipo de muestreo que se realizó con fines bacteriológicos, reporta que ninguna muestra es apta para el consumo humano y se recomienda la cloración del agua. Estas muestras fueron tomadas en el mismo lugar que las muestras con fines de riego (anexo 6).

Lamentablemente los muestreos se realizaron en la época en que los beneficios no están trabajando y por lo mismo no se identificaron mayores problemas de aguas mieles (anexo 7).

(iii) Otro elemento importante, fue la determinación de los principales usos:

- Doméstico, riego, agroindustrial, producción de energía y otros.

5.4.1 Cuantificación de las principales externalidades positivas

Son varios los usuarios que hacen uso del agua en la época de seca, para distintos fines y dentro de los principales podemos mencionar:

a. Para el caso de agua de riego para hortalizas, fue importante cuantificar por medio del caudal la cantidad de agua que la asociación de usuarios de riego de San Jerónimo (AURSA) utiliza para sus hortalizas, que es de: **955 lt/s** promedio.

b. Para el caso, agua de riego para la empresas exportadora de Helechos "Agroindustrias Chilascó S.A. de Guatemala, fue importante cuantificar por medio del caudal la cantidad de agua que la floristería utiliza para la producción de sus helechos, siendo este de: **30 lt/s** promedio.

c. Para el caso, agua para los beneficios de café, fue importante cuantificar por medio de caudales la cantidad de agua que utilizan para procesar un quintal de café pergamino seco, siendo esté de: **2,000 a 3,000 lt/qq**

d. Para el caso de la producción de energía de parte de Tecnoguat, fue importante cuantificar por medio de caudales la cantidad de agua que ellos utilizaran para producir energía, siendo esté de: **2,000 lt/s** como máximo.

5.4.2 Cuantificación de las principales externalidades negativas

Debido a las malas practicas agrícolas que se realizan en la subcuenca existen problemas de erosión, sobretodo en los cultivos anuales. González (1994) determinó para las condiciones de las subcuenca Pacaranat y Serchil tasas de erosión del suelo con valores medios de 129.1 TON/ha/año, para áreas agrícolas sin manejo y con manejo estas áreas reducen las tasas de erosión a 36.2 TON/ha/año. Y esto dependerá del ciclo del cultivo. Otro dato importante fue que con practicas de conservación de suelo las tasas de erosión aún pueden ser reducidas a 17.2 TON/ha/año.

Específicamente en las parte alta de chilascó la perdida de suelo es 57.39 TON/ha/año promedio, es decir 150,146 m³. Parte de ésta erosión perjudica algunos habitantes de la zona, por el azolvamiento que se genera, entre los principales perjudicados están:

Dentro de la subcuenca se realizaron muestreos de suelos para conocer características generales y especificas de los suelos típicos de la región, (anexo 8).

- a. La cantidad de azolvamiento que TECNOGUAT le extrae a la presa derivadora "Las Astras" cada vez que la limpia o le da mantenimiento de rutina es de: 132 m³/año como mínimo.
- b. La cantidad de azolvamiento que se extrae por el mantenimiento de rutina que la Asociación de Usuarios de Riego de San Jerónimo (AURSA) le da a los canales de riego es de: 50 m³ /año.
- c. La cantidad de azolvamiento que se extrae por el mantenimiento de rutina que Helechos de Chilasco le da al sistema de riego, específicamente a los aspersores es de: 2 a 3 m³/año.

Como se puede apreciar el daño total por azolvamiento en los sistemas de riego y en la presa sumados dan 185m^3 , este valor no es significativo si lo comparamos con los $150,146\text{m}^3$ de erosión que se registran en la parte crítica de Chilascó, la cual tiene una extensión de 2,029.28 ha.

d. Por contaminación

Según Blandon (1997) una arroba de café pergamino seco, produce una contaminación equivalente a la generada por los excrementos y orina de 100 personas en un día.

Dentro de la subcuenca se encuentra la siembra del cultivo de café. A continuación se presenta el total de fincas y cooperativas productoras de café identificadas con una estimación de la capacidad instalada de cada beneficio/año. Este fenómeno puede apreciarse mejor en el cuadro 23.

Cuadro 23. Fincas y cooperativas productoras de café

No	Fincas ó cooperativas	Capacidad instalada del beneficio quintales pergamino/año
1	Nueve Aguas	300
2	Monte Verde	500
3	Pampa	1000
4	San Rafael	1500
5	Orejuela	1500
6	San Aníta	1100
7	Santa Rita	1500
8	Bramen	2100
9	Chejel	1000
10	Liquidambar	50
11	Atenas	100
12	San Luis	200
13	La Colina	100
14	Panima	1000
15	Panimaquito	200
16	Ribaco	300
17	Mochante	600
18	Sivija	500
19	San Pablo Sabob	350
20	Las Flores	500
21	Monhon de Panima	200
22	Panchisivic *	1000
23	Helvetia *	1000
24	Westfallia *	1000
25	Sacsamani *	500
26	Jalaute *	500
	TOTAL	18,600

* Cooperativas

5.5 Estimar un rango económico a las externalidades que éstos producen a los usuarios aguas abajo.

5.5.1 Métodos de valoración para las externalidades locales de la subcuenca Matanzas

El presente estudio de valoración pretende a partir de la investigación estimar un valor económico de los impactos y consecuencia de las externalidades positivas, negativas y su consecuencia en la población afectada directa o indirectamente.

Para realizar el estudio de los impactos de las externalidades se categorizaron de acuerdo a sus características, donde se identificaron diferentes categorías. Para cada una de las externalidades se presentan los métodos de valoración.

5.5.2 Métodos de valoración para las externalidades locales de la subcuenca Matanzas (por contaminación)

a. Costo de enfermedad

En la salud, el método empleado fue el de "costo de enfermedad". Méndez (2000) indica que el método consiste en valorar los costos por tratamiento per capita mas la perdida en valor económico de los días de trabajo que la población económicamente activa afectada perdería por causa de la enfermedad.

En esta investigación si se tomo el valor económico que pierde debido al transporte que utiliza el individuo enfermo para trasladarse de su casa al hospital, ida y vuelta.

En este estudio de estimación económica es importante incluir los impactos de esta categoría, puesto que la contaminación del agua por diferentes razones a tendido consecuencias importantes en términos de enfermedades.

En la categoría de salud, las principales consecuencias son las enfermedades gastrointestinales causada por la contaminación de las aguas de los ríos, siendo estas las principales fuentes de agua para los pobladores que viven en el área. La contaminación esta dada por la deposición de aguas mieles y la pulpa en los ríos, así como el mal manejo y excesivo uso de los pesticidas. Posiblemente las causas de la contaminación podrían ser también los sólidos en suspensión provocados por la erosión de la parte alta de la cuenca.

Los criterios de valoración vienen dados por:

- * La relación causa y efecto, donde puede establecerse con claridad la etiología de la enfermedad que esta claramente identificada.
- * Las enfermedades provocadas del uso y manejo de los recursos no ponen en riesgo la vida y los efectos de las mismas no se prolongan como daños crónicos.
- * Se dispone de estimaciones económicas del tratamiento y de los ingresos de los afectados.

El cuadro 24 presenta una estimación de costos por tratamiento per capita, perdida de los días de trabajo y transporte que se da en la subcuenca Matanzas expresado en dólares.

Cuadro 24. Estimación de costos por tratamiento per capita, pérdida de los días de trabajo y transporte (\$)

VARIABLE	ESTIMACIÓN DE COSTO UNITARIO	ESTIMACIÓN DE COSTO TOTAL
Tratamiento Médico: Medicina, servicios médicos y encamamiento, Si es necesario (i)	\$ 254.35 (ii)	\$ 2,135,852.3 (iii)
Pérdida de días de Trabajo (iv)	\$ 70.51 (v)	\$ 197,357.49 (vi)
Pérdida de transporte normal Pérdida de transporte expreso (vii)	\$ 5.12 (viii)	\$ 14,353.84 (ix)
Total	329.98	\$ 2,347,571.5

(i) De acuerdo Méndez (2000) solo el 30% de los casos de enfermedades gastrointestinales por contaminación del agua requieren para su restablecimiento de encamamiento en hospitales y el 70% de los casos se atienden por consulta externa.

(ii) El tratamiento médico por consulta externa asciende a \$ 82.05 y el tratamiento si el paciente se interna asciende a \$ 656.41. El cálculo de la estimación del costo unitario resulta del promedio ponderado de ambos casos sabiendo que el 70% de los casos se atiende por consulta externa.

(iii) El valor estimado total se cálculo a partir de la población afectada. Aproximadamente 5,598 familias con población (menores de 25 años). Las estimaciones se hicieron a partir de los datos de población proporcionados por el INE y el Centro Latinoamericano de Demografía. El porcentaje de incidencia de este tipo de afecciones después de las inundaciones provocadas por la Tormenta Tropical Mitch puede estar cerca del 25 % de la población en riesgo. (8,397).

(iv) En este caso se estiman cuantos días de trabajo se pierden en promedio por causa de este tipo de enfermedades, considerando solo la población económicamente activa. Nuevamente las estadísticas en este caso no son disponibles, pero la opinión de expertos y afectados es que independientemente del tipo de tratamiento necesario (consulta externa o encamamiento hospitalario), el tiempo promedio de tratamiento es de 30 días aproximadamente.

(v) Para estimar el calculo del ingreso promedio diario de la población afectada se incluyen los trabajadores de la agricultura y los trabajadores rural urbanos posiblemente los mas representativos del área. El valor promedio utilizado será de \$ 3.20 diarios por los 22 días hábiles de los 30 días aproximadamente.

(vi) De los 8,397 casos solo 2,799 corresponden a la población económicamente activa (dos miembros de cada familia afectada).

(vii) En este caso se estimó el cálculo a través de la consulta a los afectados como a los dueños del transporte para estimar el costo que ellos pagan por el servicio y/o cobran por el servicios de transporte para trasladarse del la casa al hospital, ida y vuelta; el servicio normal y expreso.

(viii) Precio del servicio normal; \$ 5.12 y expreso \$ 51.28 (para nuestro ejercicio tomamos el servicio normal).

(ix) De los 8,397 casos solo 2,799 corresponden a la población económicamente activa (dos miembros de cada familia afectada).

b. Costos defensivos

De acuerdo a Dixon (1994) el método consiste en cuantificar los gastos que los productores hacen, con el propósito de evitar el daño de la contaminación que se genera y otras actividades ofensivas.

Méndez (2000) indica que el costo de reemplazo para la reconversión de los beneficios ecológicos en la zona del Polochic es de \$ 25,036.53 por beneficio.

Bajo las políticas de costos para tratamientos de agua los resultados en la optimización cambian los niveles de retención de contaminación, cuando se evaluó el cambio de cero control hasta 70 % de control, retenidos 19669 sacos a cero control y 5878 a 70 % de control (González 2000).

La contaminación de los beneficios de café, por la deposición de aguas mieles y pulpa a las fuentes de los ríos afecta la calidad de vida de los habitantes aguas debajo de la zona, por lo tanto se estimo que los productores de café en la subcuenca Matanzas tienen que realizar algunos gastos de reconversión con la finalidad de disminuir el grado de contaminación en la zona. Para este caso utilizamos el método de "**Costos defensivos**".

En el cuadro 25 se presenta los costos estimados de reconversión por fases del proceso de un beneficio de café con capacidad de 500 quintales.

Cuadro 25. Costos estimados de reconversión por fases del proceso de un beneficio húmedo con capacidad para procesar 500 qq/maduro/diario.

FASES	COSTO EN DOLARES	SUB TOTAL
Recibido:		
Area de pesado	\$ 423.07	
Recibidor	\$ 1,329.48	
Clasificación maduro	\$ 576.92	
		\$ 2,329.48
Despulpado:		
Reconversión despulpadores	\$ 3,200.00	
Tornillo extractor de pulpa	\$ 2,564.10	
		\$ 5,764.10
Remoción de Mucilagos:		
Pilas de fermento	\$ 641.02	
Canaleria	\$ 291.66	
		\$ 932.69
Lavado y clasificación:		
Reacondicionamiento canales de clasificación	\$ 1,230.76	
		\$ 1,230.76
Recirculación:		
Accesorios	\$ 1,538.46	
Decantador	\$ 641.02	
Bomba de recirculación	\$ 1,025.64	
		\$ 3,205.12
Imprevistos 10 %:	\$ 1,346.15	
		\$ 1,346.15
Mano de obra:	\$ 8,077.30	
		\$ 8,077.30
TOTAL:		\$ 22,885.64¹

¹ Esta estimación de costos no incluye: demoliciones, rellenos, excavaciones, sustitución de áreas techadas y prestaciones laborales.

5.5.3 Métodos de valoración para las externalidades locales de la subcuenca Matanzas (por azolvamiento)

Por las malas practicas que se generan en la parte alta de la subcuenca ocasionan serios problemas de erosión y azolvamiento a diferentes sectores de la parte baja de la zona. Para está estimación se utilizó el método "Costo de daño" Es el mismo costo que les genera para darle el mantenimiento o limpieza tanto a la presa como a los diferentes sistemas de riego por el azolvamiento provocado. A continuación se presenta el costo de daño para cada una de las partes dañadas. En este caso los perjudicados son:

- a. A la presa derivadora "Las Astras": El gasto que les representa a la empresa TECNOGUAT, la limpieza ó mantenimiento por azolvamiento es de: \$ 4,487.17/año.
 - b. Al sistema de riego: El gasto que les representa a AURSA por la limpieza ó mantenimiento por azolvamiento al sistema de riego, específicamente a los canales de riego es de: \$ 1,288.46/año.
 - c. Al sistema de riego: El gasto que les representa a la agroindustria Chilascó por la limpieza ó mantenimiento por azolvamiento al sistema de riego, específicamente a los aspersores es de: \$ 387.69/año como mínimo.
- Este fenómeno se resume cuantitativamente el cuadro 26.

Cuadro 26. Estimación del rango económico de las externalidades por azolvamiento.

Perjudicados	Externalidad	Estimación económica
TECNOGUAT	Azolvamiento en la represa de Chilasco	\$ 4,487.17
AURSA	Azolvamiento a los canales de riego	\$ 1,288.46
Helechos de Chilasco	Azolvamiento a los sistemas de riego (aspersores)	\$ 387.69
TOTAL		\$ 6,163.32

5.5.4 Métodos de valoración para las externalidades positivas locales en la subcuenca Matanzas.

Supuestamente donde se mantiene el bosque hay mas agua en la época seca y donde existe menos bosque hay menos agua para la misma temporada. Según el MAGA, el uso del agua esta siendo aprovechada para regar el valle de San Jerónimo, desde 1967, llevando a la fecha 32 años de operación, regándose en el último período de Enero a Mayo (época seca) del año 2000, un total de 568.18 ha distribuidos en los cultivos hortalizas y ornamentales.

De acuerdo a Sánchez (2001) los servicios ambientales en el ecosistema forestal, funcionan como protectores de la calidad de agua y flujo de los arroyos durante la estación seca para diferentes usos.

Para el caso de las externalidades, el bosque como regulador del agua, se determino a quienes beneficia y como los beneficia, así como se les asigno un método de valoración para cada externalidad. En este caso los beneficiarios son:

a. La Asociación de Usuario de Riego de San Jerónimo (AURSA), quienes utilizan el agua para riego de sus hortalizas y los usuarios de Helechos de Chilascó, quienes utilizan el agua para riego de sus helechos en la época seca, época en la cual el caudal baja. Supuestamente lo anterior implica que la siembra de producción disminuye y por lo tanto hay menos hectáreas sembradas, menos costos y ganancias entre otros. Por lo mismo los precios se mantienen ó pueden subir. Este fenómeno se conoce como **"Cambio en la productividad"**.

b. Los propietarios de TECNOGUAT, quienes utilizan el agua para la producción de energía en la época seca. Se estima que ellos con el caudal que utilizan podrían generar 4.0 Megavatios. Supuestamente en esta época el caudal es menor para la producción de energía. Este fenómeno se conoce como **"Cambio de producción"**.

c. Los usuarios o propietarios de los beneficios de café, se ven en la necesidad de invertir un costo para la reconversión por fases del proceso del beneficiado, específicamente en el proceso de recirculación, con la finalidad de utilizar menos agua y reducir la contaminación en las partes bajas de la subcuenca. Se utilizó el método de **"Costo de remplazo"**. Este es el costo estimado de reconversión de la fase de recirculación del proceso de un beneficio húmedo con capacidad para procesar 500 qq/maduro/día, lo cual se puede apreciar mejor en el cuadro 27.

Cuadro 27. Costo estimado de reconversión de la fase de recirculación en un beneficio de café.

Herramientas de reconversión	Costo en \$
Accesorios	1,538.46
Descantador	641.02
Bomba de recirculación	1,025.64
TOTAL	3,205.12

5.6 Propuesta de mecanismos de internalización monetaria de las principales externalidades, generadas por el uso y manejo de los recursos naturales.

Para determinar los mecanismos de internalización monetaria, es importante que los oferentes y demandantes, estén conscientes de su responsabilidad.

De acuerdo con Hearne (2000) en el diseño de políticas de pagos por servicios ambientales bajo la perspectiva de mercado (y ausencia de mercados) deben tomarse en cuenta las siguientes cinco recomendaciones.

- 1). Cualquier política de pagos por servicios ambientales debe tener una meta muy específica. Los beneficios y beneficiarios deben ser especificados.

- 2). Los esfuerzos para reducir los costos de transacción entre los que reciben beneficios de servicios ambientales y los que producen estos servicios pueden ser los mecanismos más eficientes de producción de los mismos.
- 3). Una política de pagos para los servicios ambientales debe conformarse con el principio de "el que contamina paga", y no establecer derechos para contaminar.
- 4). Los usuarios de aguas, incluyendo compañías de agua potable, sistemas de riego e hidroeléctricas, deben pagar su costo total del uso del recurso. Este costo total incluye un premio por el aprovechamiento del recurso.
- 5). Diseñar un sistema de pagos y contratos para asegurar que no se paga a alguien para que haga lo que haría sin pago.

A nivel de propuesta los mecanismos que podemos utilizar en función de las externalidades identificadas en la zona de Matanzas pueden ser:

- a. Transacción Bilateral entre entes privados, el vendedor y comprador del servicio; ejemplo: el dueño del bosque (la comunidad) y el productor de energía. Aquí esta bien clara la meta y los beneficios y beneficiarios son especificados. La hidroeléctrica debe pagar por el aprovechamiento del recurso agua.
- b. Transacción basada en intermediario. Es común como un mecanismo para reducir costos de transacción, además de reducir el riesgo de las transacciones. El instrumento son las actividades de ONGs que pueden intermediar los recursos de una comunidad con la cooperación internacional; ejemplo: el agua para riego o para la producción de energía en la subcuenca Matanzas.

c. Transacciones de fondo común (pooled investment) también es un mecanismo para controlar riesgo asociado al intercambio. Para nuestro caso de la protección de la cuenca, este es un mecanismo típico, pues los beneficiarios deben cooperar para compartir inversión y costos. Un ejemplo de este mecanismo de pago es Prototype Carbon Fund, el cual es promovido por el Banco Mundial y trabaja con diversas compañías privadas, ofreciendo un mecanismo de inversión en portafolios basados en bosque.

d. Pagos directos entre dos partes donde la mercancía ha sido empaquetada para la venta, es decir los mecanismos de pago por servicios ambientales, considérese el caso del proyecto ecomercados de Costa Rica: Comercializar servicios ambientales en el plano local relacionado con los servicios hidrológicos generados por el ecosistema forestal, incluyendo la protección de la calidad del agua y el flujo de los arroyos durante la estación seca en las cuencas donde están funcionando proyectos hidroeléctricos y sistemas de riego; ejemplo AURSA Y TECNOGUAT entre otros. Acá como en algunos otros incisos arriba mencionados las Municipalidades podrían jugar un rol muy importante como moderadores en el proceso de la negociación de las externalidades producidas por el bosque.

e. Incentivos forestales gubernamentales (PINFOR). Este es un mecanismo existente de la política forestal, y consiste en el pago directo a los productores que cumplan con alguna de estas tres modalidades (i) establecimiento de plantaciones; (ii) manejo de bosque natural; y, (iii) protección del bosque. Para cada actividad se fija un monto por hectárea, pagaderos en 6 años.

El programa de Incentivos Forestales, PINFOR, es una herramienta de la política forestal nacional de largo plazo que promueve el Instituto Nacional de Bosques INAB, con miras a impulsar el fomento de la producción forestal sostenible en el país, mediante el estímulo a la inversión en las actividades de forestación, reforestación y manejo de bosques naturales (anexo 9).

Los Incentivos son un pago en efectivo que el Estado otorga al propietario de tierras de vocación forestal por ejecutar proyectos de reforestación o manejo de bosques naturales. En este sentido, la propuesta se centra en promover que la zona de estudio es prioritaria y por lo tanto promover que sea parte de las áreas priorizadas del programa.

f. Los derechos de propiedad seguros reducen el riesgo del aprovechamiento de los beneficios por terceras partes, facilitan los acuerdos contractuales con otras personas (por ejemplo, permiten los pagos para los beneficios de las externalidades) y reducen las tasas de descuento de los propietarios, de forma que se fomenta la planificación y la inversión.

g. Para el caso de la contaminación generada por el uso de agroquímicos, se sugiere seguir el principio de "el que contamina paga" Por esta razón, los instrumentos que mejor se adaptan a este principio son las regulaciones directas (normativa ambiental) y/o impuestos al uso de agroquímicos. La normativa podría ser impulsada por el Ministerio de Agricultura o el Ministerio de Ambiente, a través de la promulgación de decretos ambientales y ser aplicados a nivel local o nacional. Los impuestos, a su vez pueden ser promovidos por ambos ministerios, pero necesariamente deben tener una connotación nacional.

h. Otro mecanismo pero que tiene mucho riesgo podría ser que el Estado local participe como administrador del esquema, como propietario y como facilitador financiero encargado de recaudar y compensar. Será el encargado de diseñar el sistema, lo que implica normarlo, tanto en los aspectos técnicos, como en los monetarios; para que realmente opere como un mecanismo de compensación financiero efectivo. Todo este capital debe llegar directamente al fondo de servicios ambientales, desde donde se distribuirá a todos los dueños de bosque. Este comportamiento de mecanismos se puede apreciar mejor en el cuadro 28.

Cuadro 28. Propuesta de mecanismos de internalización monetaria de las principales externalidades, generados por el uso y manejo de los recursos naturales.

Externalidades (-)/(+)	Propuesta de alternativas (paquete tecnológico)	Ofertes	Demandantes	Propuesta de mecanismos
Erosión (-)	Transferencia de tecnología en: Conservación de suelo y establecimiento de sistemas agroforestales, rotación de cultivos, reforestaciones, participación de giras y seminarios talleres etc.	Los que realizan actividades agrícolas y forestales sin prácticas de conservación de suelo y ubicados en la parte alta de la subcuenca	Los perjudicados por el azolvamiento y que viven en la parte baja de la subcuenca.	Incentivos forestales a través del PINFOR. (i)
Contaminación (-) por los tradicionales beneficios húmedos de café	Establecimiento del beneficio tecnificado, utiliza un 90% menos agua y por lo tanto es más fácil de manejar al momento de salir del beneficio. Manejo de la pulpa con fines de abono orgánico para diferentes cultivos.	Cafetaleros y propietarios de fincas y de los beneficios húmedos de café, ubicados en la parte alta de la subcuenca	Los perjudicados por la contaminación de aguas mieles y deposición de la pulpa de café en los ríos y que viven en la parte baja de la subcuenca.	Incentivo para la reconversión de sus beneficios para darle una preparación de calidad al grano (ii)
Contaminación (-) por el exceso y mal manejo de pesticidas	Transferencia de tecnologías a través de seminarios taller y giras de campo para el buen uso y manejo de los pesticidas é incorporando pesticidas orgánicos.	Agricultores utilizando un exceso y mal manejo de pesticidas para incrementar su producción y que están ubicados en la parte alta de la subcuenca	Los perjudicados por la contaminación de residuos como producto de los pesticidas y que viven en la parte baja de la subcuenca	Regulaciones directas (normativa ambiental) y/o impuestos al uso de agroquímicos.
Agua (+)	Manejo apropiado del bosque a través de los planes de manejo é inventarios forestales, entre otros.	Proprietarios del bosque y que brindan el servicio del agua y que están ubicados en la parte alta de la subcuenca.	Los que se benefician utilizando el agua para los beneficios de café, riego y producción de energía y que viven en la parte baja de la subcuenca	Transacción bilateral, transacción basada en intermediario, transacción de fondo común, pagos directos, PINFOR y los derechos de propiedad.

Los beneficios tecnificados mejoran aspectos mecánicos del proceso de beneficiado, utilizando mínimas cantidades de agua y manejos adecuados de la pulpa y de las aguas mieles (aguas residuales del beneficio de café).

Con desarrollo tecnológico es posible reducir los volúmenes de agua hasta en un 90 %, en comparación con el beneficio tradicional.

De acuerdo a Molina (1999) cuando el agua es utilizada en pequeñas cantidades, en el lavado aumenta la concentración del residuo, favoreciendo el manejo y tratamiento y reduciendo los riesgos de contaminación.

Se estima que las externalidades negativas podrían reducirse dentro de un marco político que incentive a los productores y cooperativas de café, para reconvertir sus beneficios tradicionales en beneficios tecnificados y dando asesoría permanente en el manejo de la pulpa de café para actividades de uso de abono orgánico en los distintos cultivos de la zona y consiguiendo un mejor mercado competitivo (prestamos a bajos intereses por ejemplo).

(i) Con el PINFOR, es posible fomentar la creación de núcleos de producción forestal regional de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y empleo en el área rural, es posible reducir el grado de erosión (azolvamiento en los sistemas de riego y en las presas) y mejorar la calidad de vida de los habitantes aguas abajo así como romper el círculo de empobrecimiento que se vive en la zona.

(ii) González (2000) indica que el valor estimado del incentivo económico es 5.73 dólares por saco por año y debe ser de carácter permanente. Este valor bajo el precio promedio de 17 dólares que reciben las cooperativas que dan una preparación de calidad al grano.

6. CONCLUSIONES

6.1 La alta presión existente sobre los recursos naturales que se traduce en un uso inadecuado de los mismos, obedece a diversas causas, principalmente a la limitación en la disponibilidad de tierras agrícolas, las características sociales de la población, la seguridad jurídica sobre la tierra y aspectos técnicos de la producción agrícola especialmente en las partes altas de las cuencas.

6.2 En las partes altas de la subcuenca Matanzas y donde se identificaron, zonas reguladoras de agua, que favorecen la recarga hídrica en época seca, beneficiando algunos productores con el suministro de los siguiente caudales; 955 lt/s, 30 lt/s, 2,000 a 3,000 tl/qq y 2,000 lt/s. Es evidente que existan cambios en la productividad, supuestamente la producción disminuye debido a que hay menos hectáreas de cultivos sembradas y menos costos entre otros. Así como la productividad de energía también se mantiene dentro del mismo rango, este comportamiento es porque el caudal en época seca supuestamente se reduce y no desaparece gracias al manejo general que se le podría estar dando al bosque.

6.3 Se estima que los métodos defensivos y de reemplazo tiene un costo en la subcuenca Matanzas de: \$ 22,885.64 y \$3,205.12 respectivamente. Son métodos amigables con el ambiente, reduciendo la contaminación por la deposición de aguas mieles y pulpa en los ríos del cultivo de café y haciendo más eficiente el uso del agua en un 90 % menos en comparación de los beneficios tradicionales. Por otro lado, es posible reducir los indicadores de la calidad de agua: DBQ y DQO para que pueda ser reutilizada para otros usos, principalmente para uso doméstico.

6.4 En las partes altas de la subcuenca se presenta la más alta concentración de población; situación que provoca deterioro en los recursos naturales causando erosión, específicamente se identificó problemas por azolvamiento que representa un Costo de Daño, estimado en \$ 6,163.33.

6.5 Existe un costo de enfermedad en los pobladores de la parte baja de la subcuenca por atención médica de \$ 330.00 por persona, debido a las externalidades negativas que se desarrollan en la parte alta. Estas externalidades no son solo producto de la agroindustria sino más bien debido a la falta de educación de la población local, ya que los pobladores defecan en el campo y/o cerca de los ríos, habiendo letrinas en diferentes sitios de sus comunidades sin que las usen.

6.6 La mayor parte de los problemas prácticos de las externalidades positivas ó negativas del uso y manejo de los recursos naturales se refieren a la falta de datos sobre las relaciones físicas y biológicas a las que hay que atribuir el valor monetario; así como, a la falta de un mercado donde transar las externalidades provocadas, lo cual limita la asignación de un precio de mercado y su redistribución a los productores de dichas externalidades.

6.7 Las razones por las cuales se ha investigado algunas consideraciones sobre el pago de servicios ambientales generados por los bosques, señalando cuales son tales servicios y se enmarcaron porque el mercado actual no reconoce su pago; presencia de externalidades y que son bienes públicos.

6.8 Los servicios ambientales forestales pueden ser una herramienta para el financiamiento de la actividad forestal, con lo cual se puede reducir significativamente la pérdida de éste recurso. Los datos sugieren que los mercados de servicios ambientales forestales han venido para quedarse e incluso, ya son instrumentos importantes para el financiamiento forestal en algunos países desarrollados y en vías de desarrollo. La característica de bien público parece que no será una limitante para las transacciones de las externalidades.

6.9 Mediante los incentivos forestales a través de la misión del PINFOR, que es fomentar la creación de núcleos de producción forestal regional de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y empleo en el área rural, es posible reducir el grado de erosión (azolvamiento en los sistemas de riego y en las presas) y mejorar la calidad de vida de los habitantes aguas abajo así como romper el círculo de empobrecimiento que se vive en la zona.

6.10 Se estima que las externalidades negativas podrían reducirse dentro de un marco político é incentivar a los productores y cooperativas de café, para reconvertir sus beneficios tradicionales en beneficios tecnificados y dando asesoría permanente en el manejo de la pulpa de café para actividades de uso de abono orgánico en los distintos cultivos de la zona.

6.11 El uso correcto de suelo no genera externalidades negativas por lo que se estima que los cultivos generan un incremento mas alto en la parte socioeconómica (generando mejor ingresos económicos para la población, en función de la producción agrícola, para satisfacer sus necesidades, tales como salud, vivienda y educación entre otras).

6.12 En la subcuenca actualmente se está dando el fenómeno en que los colonos están reclamando su indemnización por todos los años trabajados en las diferentes fincas. El propietario de estas fincas a cambio de darles dinero en efectivo por la indemnización les esta asignado tierras sin ninguna planificación de uso de la tierra y ubicándolos donde existe las más altas pendientes y en suelos degradados. Por otro lado estos colonos no cuenta con ninguna asistencia técnica para el manejo de sus cultivos, aumentando con ello el grado de las externalidades en la zona a través de la erosión y contaminación lo que esta dando como consecuencia que las comunidades sean más vulnerables.

7. RECOMENDACIONES

7.1 Se recomienda que los estudios estén enfocados bajo el concepto de cuenca hidrográfica y debe considerarse como parte fundamental en la unidad natural de planificación para el manejo de los recursos naturales y el ambiente de estas áreas geográficas.

7.2 La transferencia de tecnología, experiencias, y mecanismos institucionales potencialmente complementarios entre sí, puede contribuir a mejorar la sostenibilidad de la agricultura mediante la aplicación de técnicas de producción y un uso apropiado del suelo para reducir la contaminación y el azolvamiento que se da en el área. Con ello se estima que se contribuirá al mejoramiento de la calidad de vida y al rompimiento del círculo de empobrecimiento que viven las comunidades.

7.3 La contaminación por pesticidas principalmente por organoclorados, organofosforados y la deposición de aguas mieles y pulpa de los beneficios húmedos de café en los ríos son una de las principales contaminaciones, por lo que es conveniente realizar muestreos sistemáticos de agua, en distintas épocas del año, a fin de conocer la situación de estos niveles de contaminación.

7.4 Ya que el agua de la mayor parte de los ríos de la subcuenca no es apta para consumo humano, los usuarios de las externalidades positivas deben unificar esfuerzos, criterios y recursos económicos con el Ministerio de Educación, Ministerio de Salud Pública y las autoridades locales para difundir una campaña educativa permanente que contenga dos objetivos: (i) que la población pueda hacer un buen uso de prácticas defensivas para evitar el consumo de agua contaminada. (ii) que esta misma población tenga un cambio de actitud para que utilice de forma adecuada las letrinas y de esta forma disminuir la defecación en los ríos o cerca de los mismos.

7.5 Crear, fortalecer y dar seguimiento a los mecanismo para cuantificar las externalidades positivas o negativas del uso y manejo de los recursos naturales y en especial a los estudios de la cuantificación por azolvamiento para que existan datos sobre las relaciones físicas, biológicas y darles un valor monetario. Esto permitirá crear un mercado donde transar las externalidades provocadas y poder asignar un precio de mercado y su redistribución a los productores de dichas externalidades.

7.6 Es importante analizar el marco institucional, donde están representadas una serie de acciones, para desarrollar e implementar las políticas, directrices técnicas y físicas necesarias, para la gestión de las externalidades y generar reglamentos apropiados, donde las Municipalidades a nivel local debe tener un papel protagonico como mediadores y no como interventores.

7.7 Los subsidios o incentivos para la promoción de los servicios ambientales deben manejarse cuidadosamente, y administrarse localmente a través de las municipalidades o instituciones privadas para lograr una mayor eficiencia en su aplicación.

7.8 La gestión ambiental para el manejo de cuencas hidrográficas de Guatemala requiere usar de manera eficiente los escasos recursos con que se cuentan. Dadas estas limitaciones es casi imposible tener una cobertura total de manejo simultáneo del sistema hidrográfico del país, en vista que hay que tomar en cuenta que el suministro hídrico de una cuenca está en función de las condiciones climáticas, hidrológicas y cobertura vegetal.

8. BIBLIOGRAFIA

- ANACAFE (Asociación Nacional del Café, GT). 2000. Manual de beneficiado húmedo del café. Guatemala. 238 p.
- Aylward, BA. 1998. Economic valuation of the downstream hydrological effects of land use change: Large hydroelectric reservoirs. Tesis de doctorado. La escuela fletcher school de leyes y diplomacia.
- Azqueta, OD. 1994. Valoración económica de la calidad ambiental. Madrid, ES, McGraw-Hill. 299 p.
- Benegas - Lynch, A. 1998. Bienes públicos, externalidades y los free riders: el argumento reconsiderado (en línea). Acta Académica -- UACA. Disponible en: <http://www.uaca.ac.cr/acta/1998may/abenegas.htm>
- Brown, M; Roca I de la; Vallejo, A; Ford, G; Casey, J; Aguilar, B; Haacker, R. 1996. Un análisis del valor de bosque nuboso en la protección de cuencas. s.n.t.
- Bermúdez, OR; Díaz, HA; Escribano MJ. 2000. Dióxido de carbono (CO₂) como un proceso fundamental de los servicios ambientales. San José, CR, UCR. 102 p.
- Bermúdez, F; Garita, D; Rodríguez, J. 2000. El bosque como proceso fundamental de los servicios ambientales. Seminario de graduación Lic. Ing. Forestal. Heredia, CR, UNA. 113 p.
- Blandón, G; Dávila, M; Rodríguez, N. 1999. Caracterización microbiológica y físico química de la pulpa de café sola y con mucílago, en proceso de lombricompostaje. Cenicafé 50(1):5-23.
- Bruijnzeel, S. 1990. Hydrology of moist tropical forests and conversion: a state of knowledge review. París, UNESCO Programa Hidrológico Internacional.
- Bruijnzeel, S. 1999. Hydrology of tropical montane cloud forests: A re-evaluation. Ponencia presentada en el Segundo Coloquio Internacional sobre Hidrología y Gestión del Agua en el Trópico Húmedo, Panamá, 22 a 24 de Marzo.
- Cai, L; Smith, B. 1994. Sustainability in agriculture general review. Agriculture, Ecosystems and Environment. 49:199-307.
- Cabrera, R. León, E de. 1999. Lineamiento para la definición de un programa de manejo de cuencas en Guatemala. Guatemala, GT, MAGA. 42 p.

- Calder, IR. 1999. The blue revolution, land use & integrated water resources management. Londres, earthscan publications.
- Calderon, CV; 2000. Estimación de costos externos debido a contaminación del agua en la sub cuenca del río las Cañas, El Salvador. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 105 p.
- CARE (Cooperación Americana de Remesas al Exterior, US). 2001. Evaluación de riesgos de la cuenca del río Matanzas, Purulhá, Baja Verapaz, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala, Consultora Madre Tierra- Servicios Geológicos. 69 p.
- CONICIT (Consejo Nacional para investigaciones científicas y tecnológicas, CR). 2001. Tabla de valoración según externalidad. (en línea). San José, CR. Consultado 14 de Jul. 2001. Disponible en:<http://www.conicit.go.cr/fondo concursable/externalidad.shtml>.
- Contreras, BH. 1989. Diagnostico y perspectivas agrosocioeconomicas del sector cafetalero guatemalteco. *Tikalía* 7(1):23-30.
- Cléves Serrano, R.1995. Tecnología en beneficiado de café. San José, CR, Tecnicafé Internacional. 176 p.
- Díaz VM; 1998. Estimación de los costos medios, conveniencia y viabilidad financiera en el manejo de bosques naturales de coníferas: una aplicación para los incentivos para el manejo forestal en Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 167 p.
- Dixon, JA; Scura, LF; Carpenter RA; Sherman, PB. 1994. Análisis económico de impactos ambientales. Trad. T Saravi. 2 ed. Turrialba, CR, CATIE. 249 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1976. A framework for land evaluation. Roma, IT. (Boletín de Suelos no. 32).
- Field, BC. 1997. Economía ambiental: Una introducción. Ed. M Suárez. Trad. L Cano. Bogotá, CO, McGraw-Hill. 587 p.
- González, A. 1986. Identificación de áreas críticas y formulación de directrices generales para un desarrollo sostenido, en la Cuenca del Río Grande de Térraba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 210 p.
- González Figueroa, AR. 1994. Determining agricultural soil erosion and conservation in a mountain watershed in Guatemala. Ph.D. Dissertation. Colorado, US, Colorado State University. 259 p.

González, JM. 2000. Influencia de los incentivos económicos en la producción de contaminantes de los beneficios de café en la cuenca del río Frio, Honduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 75 p.

Hearne, R. 2000. "Bases económicas para una política de pagos por servicios ambientales" proceedings from foro regional: pago por servicios ambientales con énfasis en agricultura sostenible de laderas" PASOLAC, 27-29 October 1999. San Salvador.

Holdridge, A. 1978. Ecología basada en zonas de vida. Trad. H Jiménez. San José, CR, IICA. 159 p.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1980. Mapa geológico de Guatemala: hoja Tukurú 2161 IG. Esc. 1:50.000. Color.

IGM (Instituto Geográfico Militar, GT). 1987. Mapa hipsométrico de Guatemala: hoja El Cimientó 2261 II. Esc. 15.000.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1997. Mapa hipsométrico de Guatemala: hoja La Tinta 2261 IV. Esc. 1:50.000.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1997. Mapa hipsométrico de Guatemala: hoja San Jerónimo 2161 II Esc. 1:50.000.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1997. Mapa hipsométrico de Guatemala: hoja Tukurú 2161 I. Esc. 1:50.000.

IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1997. Mapa hipsométrico de Guatemala: hoja Tactic 2161 IV. Esc. 1:50.000.

INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 1994. X Censo de población y V de habitación: población y vivienda a nivel de lugar poblado. 1 disco compacto, 8 mm.

INSIVUMEH (Instituto de sismología vulcanología meteorología e hidrología, GT) 1986. Boletín hidrológico no. 16. Año hidrológico 1985-1986. Área de hidrometeorología Guatemala.

Jacket, Michel. 1993. Alternativas tecnológicas del beneficiado húmedo en relación con la conservación del medio ambiente. *In* seminario regional sobre mejoramiento de la calidad del café. San Pedro Sula, HN, INCAFE/PROMECAFE. 5-10 p.

Juárez, AH; 2001. Conceptos básicos sobre sistemas de producción y sus aplicaciones en el desarrollo productivo sostenible. *En prensa*

Kaimowitz, D. 2001. Cuatro medio verdades: la relación bosque y agua en Centroamérica. *Revista forestal en Centroamérica*. 33:6-10.

- Kaimowitz, D. 2001. Useful Myths and intractable truths: The politics of the link between forest and water in Central America. San José, CR, CIFOR. 31 p. (borrador)
- Landell-Mills, N; Bishop J; Porras, I. 2000. Markets for Forest Environmental Services: Silver Bullet or Fool's Gold? Markets for Forest Environmental Services and the Poor (First Draft). United Kingdom, IIED.
- Larson, B.; Perez, JM: 1999. Sustainability and agricultural externalities in Central America at the intensive margin: A critical review and synthesis of the literature. Harvard, US, Institute for International Development/Harvard University. 49 p.
- Lindarte, E; Benito, C. 1993. Sostenibilidad y agricultura de laderas en America Central. Cambio tecnológico y cambio institucional. San José CR, IICA. 118 p.
- Matuk V., V.; Puerta Q., G.I.; Rodriguez V., N 1997. Impacto biológico de los efluentes del beneficio húmedo del café. Cenicafe 48(4): 234- 252 p.
- Méndez B, JC; 2000. Valoración económica de los impactos del Huracan Mitch y sus consecuencias en la población: Estudio de casos en las Cuencas del Motagua y Polochic. Guatemala, GT. 28 p.
- MAGA (Ministerio de Agricultura y Alimentación, GT). 2000. Unidad de Normas y Regulaciones, Area de Agua y Suelo. Guatemala, GT. 7 p.
- MAGA (Ministerio de Agricultura y Alimentación, GT). 2000. Lecciones aprendidas del huracán MITCH. Guatemala, GT.
- Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE, CR). 2000. El desarrollo del sistema de pago de servicios ambientales en Costa Rica. San José, CR. 64 p.
- Molina, LV. 1999. Gastos defensivos para el aprovechamiento / disposición de subproductos del beneficio del café en la zona Pacifica Central de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 43 p.
- Muller, S. 1996. ¿Como medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. San José, CR, IICA. 55 p. (Serie documentos de discusión sobre agricultura sostenible y recursos naturales no. 1)
- Muller, S; Nuñez, J; Ramirez, L. 1998. Indicadores para el uso de la tierra: El caso de la cuenca del río reventado, Costa Rica. San José, CR, IICA. 58 p.(Serie documentos de discusión sobre agricultura sostenible y recursos naturales no. 5)

- Nittler, JB; Barahona, R. 1993. El manejo de cuencas en el proyecto de desarrollo agrícola de Guatemala. Guatemala, GT, MAGA. 92 p.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas, GT). 2000. Guatemala: la fuerza incluyente del desarrollo humano. *In* Informe de Desarrollo humano. Guatemala, GT. 312 p.
- Ortiz, A. 2000. Valoración económica de los bienes y servicios productivos por las áreas protegidas de Guatemala. Guatemala, GT, CONAP. 95 p.
- Pape, YE; Ixcot, L. 1998. Economía ambiental y desarrollo sostenible. Valoración económica del lago de Amatitlan. Guatemala, GT, serviprensa. 308 p.
- Pearce, DW. 1985. Economía ambiental. México, MX. 259 p.
- Pearce, DW; Turner, RK. 1990. Economía de los recursos naturales y del Medio Ambiente. Madrid, Celeste. 448 p.
- Pineda, W; Pineda, C; Ordoñez, M. 1998. Caracterización de contaminantes en la cuenca del río frío, Tegucigalpa D.C. Tegucigalpa, HN, IHCAFE. 436 p.
- Ramakrishna, B; 1997. Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: Conceptos y experiencias. San José, CR, IICA. 319 p.
- Ramírez, AJ; Ramírez, SA; Velerio VR. 2000. Valoración Institucional de los servicios ambientales. Heredia, CR, UNA. 120 p.
- Richards, M; 1999. Internalización de las externalidades de la forestería Tropical: Estudio de los Mecanismos innovadores de financiación e incentivación. 41 p.
- Richters, EJ; 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central. Hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, CR, IICA. 439 p. (Colección Investigación y Desarrollo no. 28).
- Robledo, W. 2000. Manual para la caracterización y diagnóstico de cuencas hidrográficas: la cuenca es la cuna del agua. Guatemala, GT. MAGA. 52 p.
- Rodas, CO; 1996. Evaluación automatizada de tierras con fines de producción forestal y conservación hidrológica. Estudio de caso, microcuenca del río Chilascó, Baja Verapaz, Guatemala. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 198 p.
- Romero, C. 1994. Economía de los recursos ambientales y naturales. Madrid, Alianza. 180 p.

- Salguero Zeceña, E.R.T. 1996. Valoración económica de la contaminación de las fuentes de agua por los desechos de la industria del beneficiado húmedo del café: el uso del concepto de costos defensivos. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 127 p.
- Sanción, J; 1996. Valoración económica de un ecosistema bosque subtropical: Estudios de caso San Miguel la Palotada, Petén, Guatemala. Tesis Mag Sc. Turrialba, CR, CATIE. 132 p.
- Sánchez, O. 2001?. Pago de servicios ambientales a raíz del proyecto Ecomercados y otros proyectos. San José, CR. s.p.
- Simmons, CS; Tarano, JM; Pinto, Jh; (1959). Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad. Por Pedro Tirano Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- Scheaffer, R; Mendenhall, W. 1987. Elemento de muestreo. Trad. G Rendón; JR Gómez. 3 ed. México, MX, Iberoamerica. 321 p.
- Stadtmuller, T. 1994. Impacto hidrológico del manejo forestal de bosques naturales, medidas para mitigarlo. Turrialba, CR, CATIE. 62 p. (Informe técnico no 10).
- Steiner, R; McLaughlin, L; Faeth, P; Janke, R; 1995 Incorporating externality cost into productivity measures: A case study agriculturre. In economic, environmental and statistical cosiderations. Chichester, 209-230 p.
- Tietenberg, T. 1991. The Role of Economic Incentives Policy. *In Economic Development and Environmental Protección in Latin América.* Ed. Tulchin. Woodrow, Wilson Center/Current Studies in Latin America. p. 17 - 25.
- Universidad Rafael Landivar, GT. 1987. Perfil ambiental de la República de Guatemala. 2 ed. Guatemala, GT. t2, 249 p.

9. ANEXO

Anexo 1. Instrumento de encuesta para la caracterización de la subcuenca Matanzas.

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
CATIE. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación
ESCUELA DE POSGRADO

INSTRUMENTO DE ENCUESTA

- No _____
1. Nombre de la comunidad: _____ Fecha _____
 2. Es originario de:
 3. Número de miembros de su familia:
 4. Idioma que habla:
 5. Migración (falta de trabajo):
 6. Desplazamiento a otros lugares: _____ Prcio del Jornal:
 7. Infraestructura y servicios publicos:
 8. Hay escuela: _____ Hasta que grado se estudia _____
 9. Tenencia de la tierra:
 10. Organización comunitaria:
 11. Instituciones del Gobierno que apoyan a su comunidad:
 12. Actividad de estas Instituciones:
 13. La actividad es permanente o temporal de estas instituciones:
 14. Instituciones no Gubernamentales:
 15. Cuales son las principales actividades productivas:
 16. En Agricultura:
 17. Tipos de cultivos:
 18. Paquete tecnologico que práctica:
 19. Practica conservación de suelos:
 20. Extensión que siembra:
 21. Rendimiento por manzana:
 22. Comercialización:
 23. Precios promedio por quintal:
 24. Tipo de propiedad de la tierra:
 25. Tipo de fertilizantes:
 26. Como controla las plagas, enfermedades y malezas:
 27. Cuanto bosque hay en su comunidad:
 28. El bosque es privado:
 29. Le dan manejo al bosque _____ que tipo de manejo: _____
 30. Como maneja su huerto familiar:
 32. Otros.

Principalmente para el cultivo de café:

1. Extensión de siembra
2. Rendimiento
3. Que tipo de beneficio utiliza
4. De donde toma el agua.
5. A donde va el agua luego que es utilizada.
6. Epoca de cosecha: _____ Epoca pico: _____

SALUD:

1. Tiene agua potable:
2. De donde toma el agua:
3. Principales enfermedades:
4. Porque se dan estas enfermedades:
5. En caso de enfermarse a donde acuden:
6. Cuanto paga por consulta:
7. Cuanto paga por transporte:

OTROS:

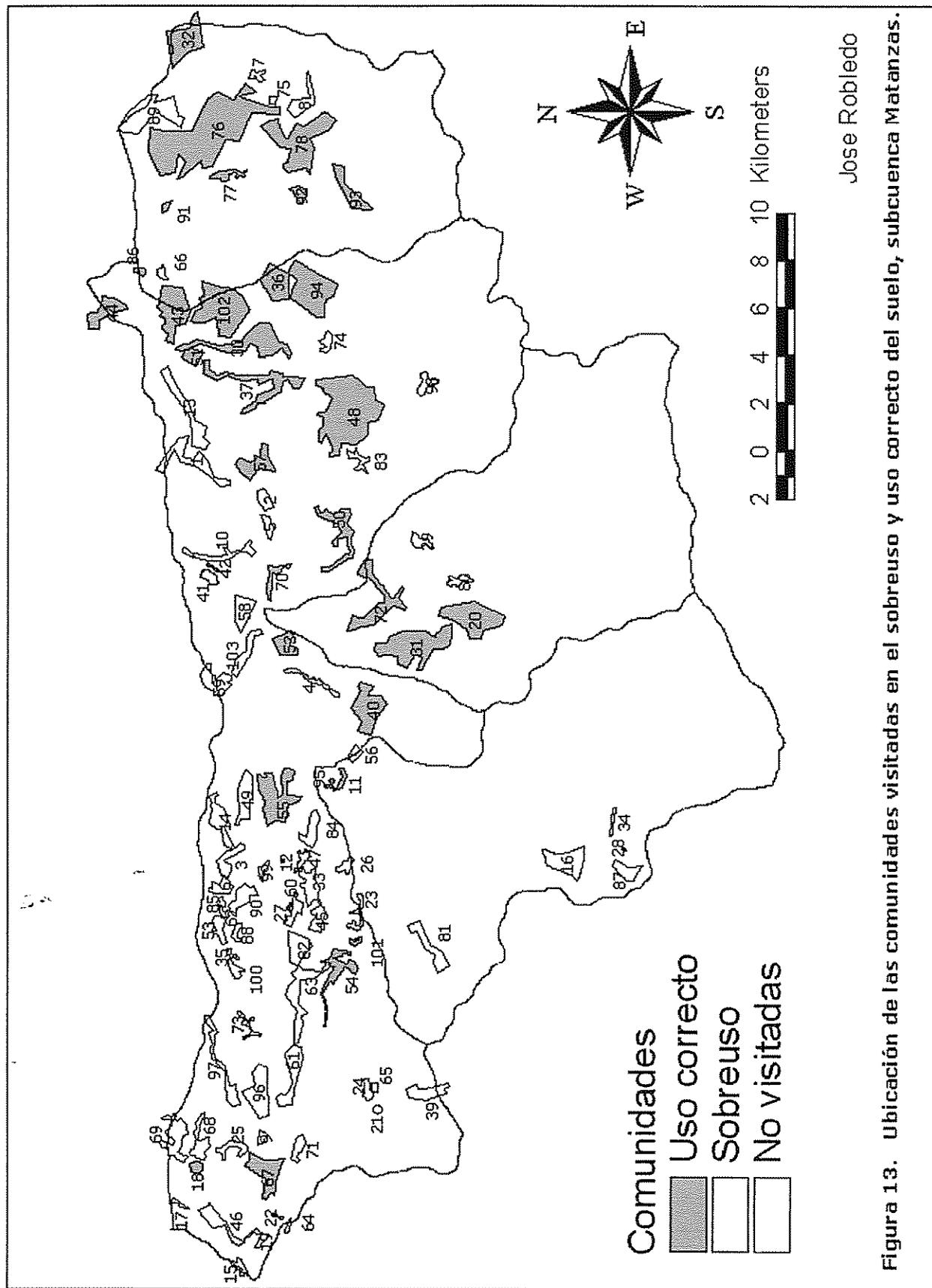
Anexo 2. Comunidades estudiadas y ubicadas en el uso correcto y sobre uso del suelo.

Comunidades seleccionadas según el muestreo bietápico

No.	Uso correcto	Ren.Maíz/Mz	No.	Sobre Uso	Ren.Maíz/Mz
27	El Zapote	14	75	Samilha II	12
92	Santo Domingo II	14	56	Pampacay	14
11	Comunidad Chacalte	14	49	Monte Verde	14
95	Sinanja	15	63	Peña del Angel	12
48	Monte Blanco	14	66	Puente Viejo	22
94	Sibija	14	47	Monjon Panima	12
37	La Pinada	14	84	San Rafael	12
43	Matanzas	36	53	Orejuelo	14
44	Mutucuy I	36	19	El Astillero	14
98	Tixilja	14	46	Mocohan	14
18	Eben Eser	14			
26	El Milagro	15			

Ubicación de las comunidades visitadas en el uso correcto y sobreuso del suelo, subcuenca Matanzas

No.	Uso correcto	Ren.Maiz/Mz	No.	Sobre Uso	Ren.Maiz/Mz
86	Santa Catalina	28	62	Panzal	12
27	El Zapote	14	75	Samilha II	12
92	Santo Domingo II	14	33	La Colina	14
11	Comunidad Chacalte	14	28	Floresa	16
40	Comunidad Las Flores	14	56	Pampacay	14
95	Sinanja	15	49	Monte Verde	14
50	Moxante	15	74	Salija	14
57	Pancajoc	60	82	San Luis	12
48	Monte Blanco	14	100	Tres Cruces	12
36	La Esperanza	16	63	Peña del Angel	12
78	San Francisco I	14	14	Chejel	14
94	Sibija	14	61	Panimaquito	12
52	Olimpia	35	66	Puente Viejo	22
31	Jalaute	14	47	Monjon Panima	12
93	Santo Domingo III	14	3	Bremen	12
37	La Pinada	14	84	San Rafael	12
91	Santo Domingo	25	59	Panchisivic	12
54	Pacayal	25	29	Guaxabaja	14
43	Matanzas	36	2	Balamche	16
30	Helvetia	28	41	Los Gavilanes	14
72	Sacsamani	25	99	Tres aguas	14
32	Jolomjixito III	25	58	Pancalá	14
20	El Carmen	14	97	Suquinay	14
44	Mutucuy I	36			
51	Mululja	30			
102	Wešťfalia	14			
77	San Antonio I	14			
101	Washington	14			
70	Ribaco	35			
76	Samilja I	28			
55	Pampa	28			
16	Chilasco	28			
67	Purulha	50			
18	Eben eser	22			
42	Los pinos	16			



Jose Robledo

Figura 13. Ubicación de las comunidades visitadas en el sobreuso y uso correcto del suelo, subcuenca Matanzas.

Anexo 3. Matriz de la capacidad productiva (clase agrológica USAD).

Cat. De Uso y Cobertura	Capacidad Productiva (clases Agrológicas USDA)									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Urbano	
Uso Urbano	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
Cultivos Anuales	2	2	2	2	1	1	1	1	4	
Cultivos Permanentes	3	3	2	2	2	1	1	1	4	
Pastos	3	3	3	3	2	1	1	1	4	
Bosque de Coníferas	3	3	3	2	2	2	2	2	4	
Bosque de Latifoliadas	3	3	3	2	2	2	2	2	4	
Matorrales y/o arbustos	3	3	3	3	1	1	1	2	4	

- 1.- **Sobre Uso:** Se considera la utilización en áreas que sobrepasan su capacidad de uso.
- 2.- **Uso Correcto:** Se considera el empleo adecuado que se le da a un área, sin llegar a un deterioro de sus recursos naturales.
- 3.- **Sub Uso:** Es la utilización de aquellas áreas en actividades de menor intensidad que su capacidad de uso
- 4.- **Urbano**

Comparación de áreas

# \ mapa	cuencas	uso	capacidad de uso	intensidad	presión	zonificación
1	5356.7934570	350.4453125	101.4058685	18649.7929688	16860.0566406	15142.5058594
2	13161.4892578	12084.7753906	1763.7902832	30548.7753906	53930.8281250	21044.4101563
3	12052.5449219	1925.6984863	1838.9511719	33290.4609375	12052.5449219	46291.4843750
4	14550.6718750	6719.8398438	5799.5312500	364.9302063	82843.4296875	364.9302063
5	4411.9155273	6101.7470703	4388.2749023	82853.9595032		82843.3305970
6	2377.2951660	37454.5585938	8907.1025391			
7	3952.2158203	18217.6367188	59927.8359375			
8	2673.2360840	82854.7014161	110.0630341			
9	5199.2153320		82836.9549866			
10	9686.0761719					
11	2763.0920410					
12	6666.2363281					
	82850.7819823					

% de error: 0.02

Tabla utilizada para generar categorías de Zonificación de Uso de la Tierra

Situación de Servicio	Sobre Uso	Uso Correcto	Sub Uso
Baja presión	B	A	B
Mediana Presión	B	C	B
Alfa Presión	B	C	C

- A. Mantener: Areas con la finalidad de manejar sostenidamente manteniendo los sistemas de producción existentes, así como cobertura arbórea y otros.
- B. Corregir: Areas las cuales sugieren el desarrollo de los proyectos con la finalidad de aumento de producción y mejoras en condiciones edáficas y biológicas del sitio.
- C. Desarrollar: Impulso a las actividades de producción agrícola, forestal y de mejoras en las condiciones de vida.

Anexo 4. Informe de resultados del análisis de organoclorados y organofosforados.



Inlasa
INDUSTRIA Y LABORATORIO DE ANALISIS

INFORME DE RESULTADOS

EMPRESA:

CARE

#1-2001

hoja 1 de 1

Fecha de ingreso:	27/06/01	Responsable del muestreo:
Hora de ingreso:	3:00 PM	Jose Robledo
Fecha de análisis:	28/06/01	
Hora de análisis:	8:45 AM	

Análisis solicitado: Determinación de Organoclorados y Organofosforados

Metodología utilizada: US, FDA, Pesticide Analytical Manual 3rd ed 1994, Metodo 302 E1 303

No.	Muestra	Organoclorados	Organofosforados
2777	Agua (Peña del Angel)	No detectable	No detectable

Estos resultados corresponden únicamente a las muestras recibidas por el personal del Laboratorio.
Se prohíbe la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización del Director Técnico de INLASA

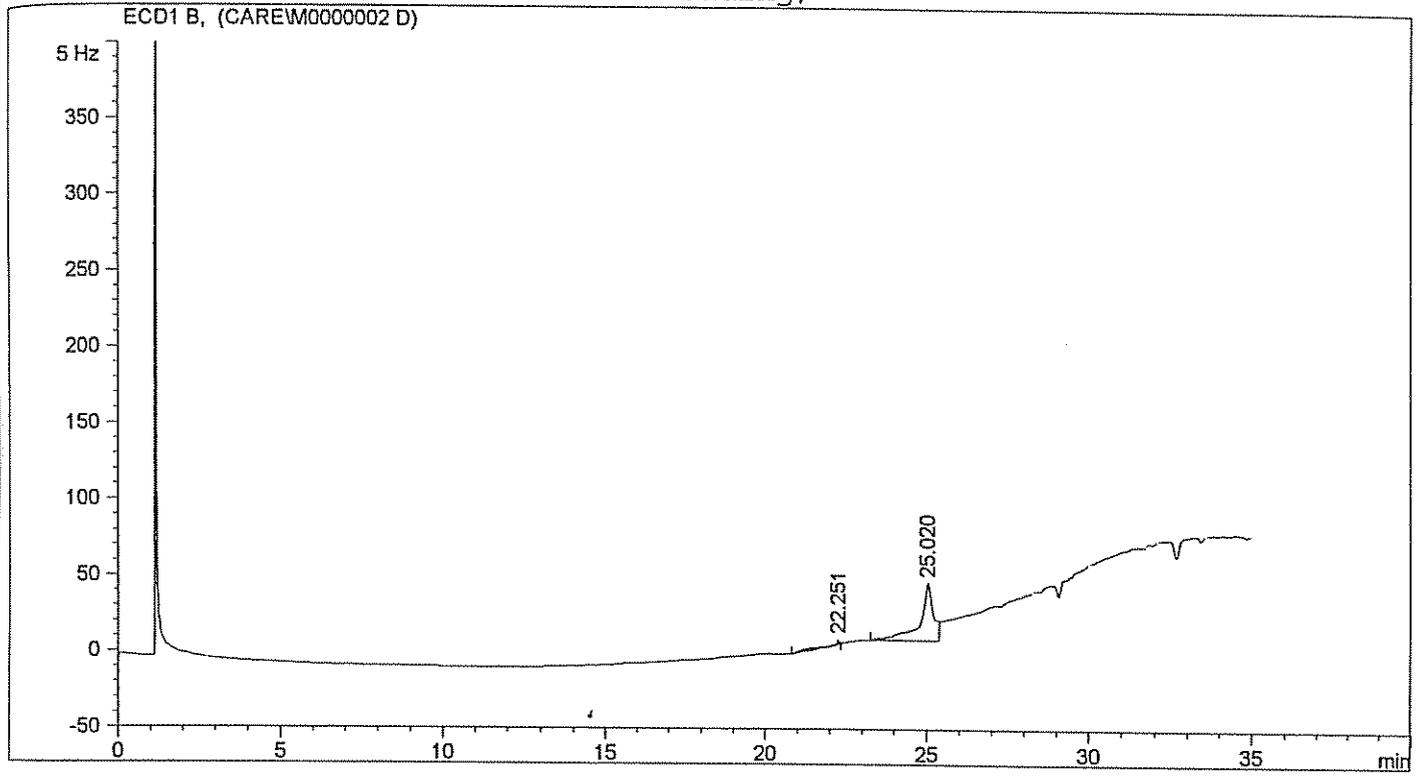

Lic. Raúl Paniagua Piloña
Químico Biólogo, Col 1347
Director Técnico INLASA

Muestra 2777, Agua. CARE. 6/7/2001

```

=====
Injection Date   : 7/6/2001 10:24:45 AM
Sample Name     : Muestra 2777
Acq. Operator   : INLASA
Vial           : 1
Inj            : 1
Inj Volume     : Manually
Acq. Method    : C:\HPCHEM\1\METHODS\CLORADOS.M
Last changed   : 7/6/2001 10:23:17 AM by INLASA
                 (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\CLORADOS.M
Last changed   : 7/7/2001 9:44:27 AM by INLASA
                 (modified after loading)
=====

```



```

=====
Height Percent Report
=====

```

```

Sorted By      : Signal
Calib. Data Modified : Monday, June 25, 2001 8:38:36 AM
Multiplier     : 1.0000
Dilution      : 1.0000

```

Signal 1: ECD1 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Height [5 Hz]	Height %	Name
1	17.294		0.0000	0.00000	0.00000	Endosulfan I
2	19.683		0.0000	0.00000	0.00000	Endrin
3	20.229		0.0000	0.00000	0.00000	Endosulfan II
4	22.569		0.0000	0.00000	0.00000	Endosulfan sulfato

```

Totals : 0.00000 0.0000

```

Uncalibrated Peaks:

peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Height [5 Hz]	Height %	Name
1	22.251	PV	0.3770	3.41372	8.35307	?
2	25.020	BV	0.3722	37.45415	91.64693	?

Uncalib. totals : 40.86787 100.0000

1 Warnings or Errors :

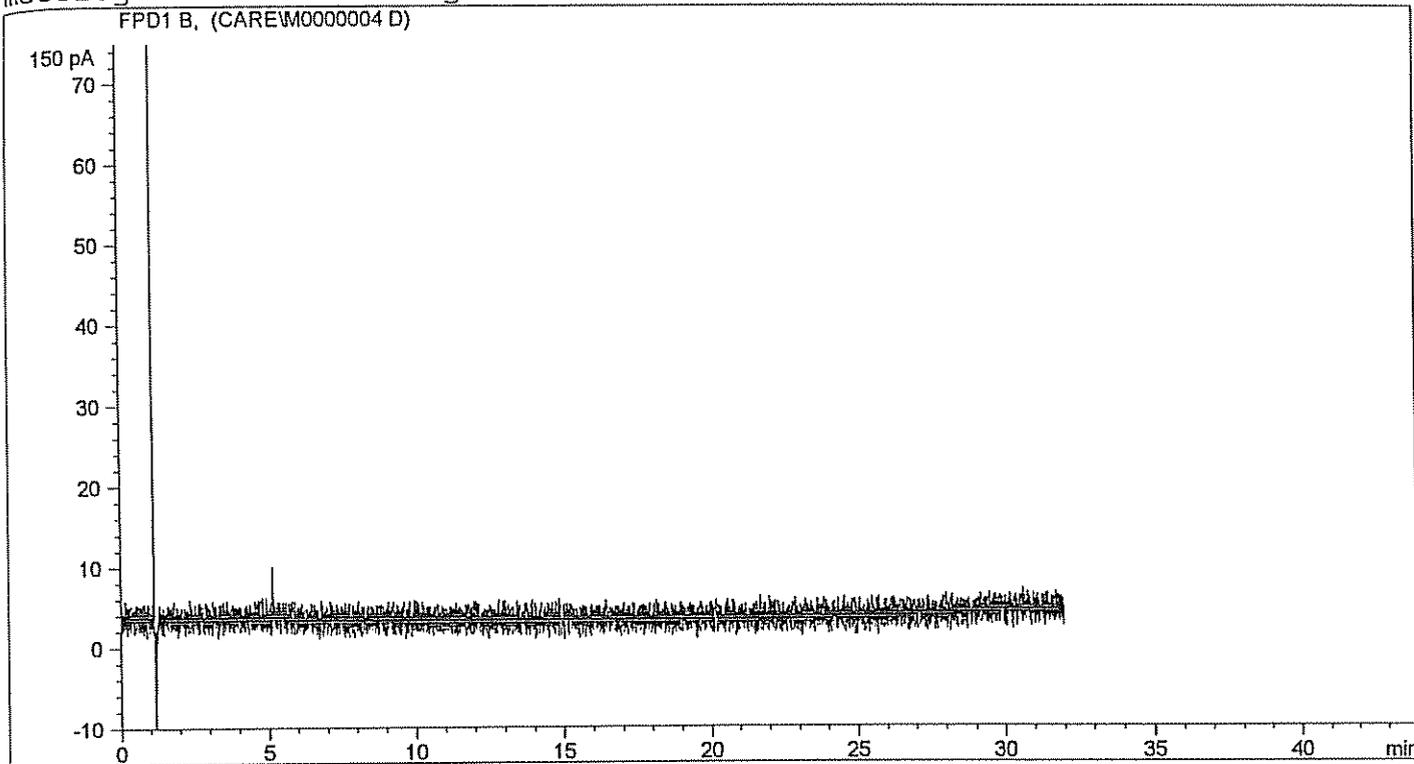
Warning : Calibrated compound(s) not found

=====
*** End of Report ***

```

=====
Injection Date   : 7/4/2001 7:20:42 PM
Sample Name     : 2777
Acq. Operator  : RAPP/INLASA
Method         : C:\HPCHEM\2\METHODS\OFOSFO.M
Last changed   : 6/8/2001 9:18:33 PM by RAPP/INLASA
metologia fosforados segun EPA 507
Vial           : 1
Inj           : 1
Inj Volume    : Manually
=====

```



```

=====
                          Area Percent Report
=====

```

```

Sorted By           : Signal
Calib. Data Modified : 1/26/2001 9:02:57 AM
Multiplier          : 1.0000
Dilution            : 1.0000

```

Signal 1: FPD1 B,

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area 150 pA*s	Area %	Name
1	15.429		0.0000	0.00000	0.00000	Pirimifos metil
2	16.916		0.0000	0.00000	0.00000	Malation
3	20.762		0.0000	0.00000	0.00000	Captan

Totals : 0.00000

Results obtained with enhanced integrator!
1 Warnings or Errors :

Warning : Calibrated compound(s) not found

=====
*** End of Report ***

Anexo 5. Informe de resultados del análisis de agua con fines de riego.



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
 Telefax 337-4173 Tel. 337-3720
 E-mail: analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN:	7319
FINCA:	SUBCUENCA MATANZAS
PROPIETARIO:	ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN:	Puruliá, BAJA VERAPAZ
IDENTIFICACIÓN:	MUESTRA #1
Nº. DE LAB:	40271

PARAMETRO								
pH	Partes por millón (ppm)			dS/m				
	Alcalinidad	Dureza (CaCO ₃)			Conductividad Eléctrica (C.E.)			
5.5 - 7.0	< 100	Suave 0 - 100	* Mod. Dura 100 - 150	Dura > 150	Baja 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 0.75 - 2.25	Muy Alto > 2.25
6.80	55.00	70.70			0.13			

* Moderadamente Dura

PARAMETRO							
RAS							
Riego					Fertirriego		
Baja 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 0.75 - 2.25	Muy Alto > 2.25	>	Pilones < 2.0	Cultivos en General < 4.0	
0.001							

partes por millón (ppm)								
CATIONES				ANIONES				
Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Carbonatos	Bicarbonatos	Cloruros	Sulfatos	Nitratos
0 - 120	0 - 25	0 - 70	0 - 60	0 - 5	0 - 40	0 - 70	0 - 900	0 - 20
10.34	8.20	0.33	0.02	18.00	12.20	8.51	0.01	0.26

Partes por millón (ppm)					
ELEMENTOS					
Fósforo	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro
0 - 5	0 - 0.2	0 - 5	0 - 0.2	0 - 0.5	0 - 0.5
0.00	0.01	0.06	0.01	0.02	0.01

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso :
 Fecha Entrega :



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
Telefax: 337-4173 Tel: 337-3720
E-mail: analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
FINCA: SUBCUENCA MATANZAS
PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMÉNEZ

LOCALIZACIÓN: Puntilla, BAJA VERAPAZ
IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #1
No. DE LAB: 40271

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y RECOMENDACIONES

Clasificación: C1S1- - -

1. Puede usarse en la mayoría de riego y cultivos
2. Agua baja en Sodio y Salinidad
3. No es un agua dura, ni alcalina

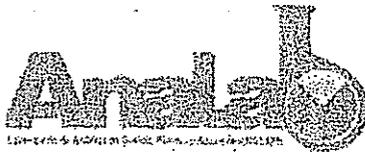
Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso:

Fecha Entrega:

Guatemala Martes 23 de Octubre de 2001

Ing. Humberto Jiménez G.
Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
 Telefax 337-4173 Tel. 337-3720
 E-mail analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
 FIRCA: SUBCUENCA MATANZAS
 PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACION: Purulhá, BAJA VERAPAZ
 IDENTIFICACION: MUESTRA #2
 No. DE LAB: 40272

PARAMETRO								
pH	Partes por millón (ppm)			dS/m				
	Alcalinidad	Dureza (CaCO ₃)		Conductividad Electrica (C.E.)				
5.5 - 7.0	< 100	Suave 0 - 100	Mod. Dura 100 - 150	Dura > 150	Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 0.75 - 2.25	Muy Alto > 2.25
6.80	36.25	12.52			0.03			

* Moderadamente Dura

PARAMETRO							
RAS							
Riego				Fertirriego			
Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 2.25	Muy Alto > 2.25	Pilones < 2.0	Cultivos en General < 4.0		
0.008							

partes por millón (ppm)								
CATIONES				ANIONES				
Calcio 0 - 120	Magnesio 0 - 25	Potasio 0 - 70	Sodio 0 - 60	Carbonatos 0 - 5	Bicarbonatos 0 - 40	Cloruros 0 - 70	Sulfatos 0 - 900	Nitratos 0 - 20
2.15	1.12	0.55	0.06	0.00	44.53	17.01	0.01	0.04

Partes por millón (ppm)					
ELEMENTOS					
Fósforo 0 - 5	Cobre 0 - 0.2	Hierro 0 - 5	Manganeso 0 - 0.2	Zinc 0 - 0.5	Boro 0 - 0.5
0.00	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso
 Fecha Entrega:



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
Telefax 337-4173 Tel. 337-3720
E-mail analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
FINCA: SUBCUENCA MATANZAS
PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN: Purulhá, BAJA VERAPAZ
IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #2
No. DE LAB: 40272

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DEL AGUA Y RECOMENDACIONES

Clasificación: C1S1

- 1 Agua baja en Sodio y Salinidad lo que puede usarse para riego en la mayoría de cultivos
- 2 Esta alta en bicarbonatos
- 3 Es un agua suave y no es alcalina

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso:

Fecha Entrega:

Guatemala Martes 23 de Octubre de 2001

Ing Humberto Jiménez G
Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
 Telefax: 337-4173 Tel. 337-3720
 E-mail: analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN:	7319
FINCA:	SUBCUENCA MATANZAS
PROPIETARIO:	ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN:	Purullá; BAJA VERAPAZ
IDENTIFICACIÓN:	MUESTRA #3
Nº. DE LAB:	10273

PARAMETRO								
pH	Partes por millón (ppm)			dS/m				
	Alcalinidad	Dureza (CaCO ₃)			Conductividad Eléctrica (C.E.)			
5.5 - 7.0	< 100	Suave 0 - 100	* Mod. Dura 100 - 150	Dura > 150	Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 0.75 - 2.25	Muy Alto > 2.25
7.40	105.00	100.29			0.18			

* Moderadamente Dura

PARAMETRO							
RAS							
Riego					Fertirriego		
Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 2.25	0.75	Muy Alto 2.25	>	Pilones < 2.0	Cultivos en General < 4.0
0.0014							

partes por millón (ppm)								
CATIONES				ANIONES				
Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Carbonatos	Bicarbonatos	Cloruros	Sulfatos	Nitratos
0 - 120	0 - 25	0 - 70	0 - 60	0 - 5	0 - 40	0 - 70	0 - 900	0 - 20
17.80	8.60	0.16	0.03	36.00	18.00	14.18	0.01	0.27

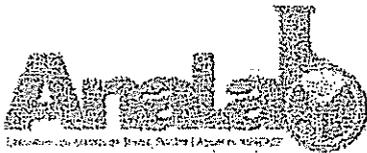
Partes por millón (ppm)					
ELEMENTOS					
Fósforo	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro
0 - 5	0 - 0.2	0 - 5	0 - 0.2	0 - 0.5	0 - 0.5
0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso:
 Fecha Entrega:

Guatemala Martes 23 de Octubre de 2001

Ing. Humberto Jiménez G.
 Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
Telefax: 337-4173 Tel: 337-3720
E-mail: analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
FINCA: SUBCUENCA MATANZAS
PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LÓCALIZACIÓN: Purullá, BAJA VERAPAZ
IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #3
Nº DE LAB: 40273

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y RECOMENDACIONES

Clasificación: **C1S1**

- 1 Agua de baja Salinidad puede usarse para riego en la mayor parte de cultivos
- 2 Es agua baja en Sodio con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de Sodio Intercambiable
- 3 Es un agua ligeramente dura y alcalina

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso : _____
Fecha Entrega : _____

Guatemala Miércoles 23 de Octubre de 2001

Ing. Humberto Jiménez G.
Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
 Telefax 337-4173 Tel 337-3720
 E-mail analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
 FIRCA: SUBCUENCA MATANZAS
 PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN: Purulhá, BAJA VERAPAZ
 IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #4
 No. DE LAB: 40274

PARAMETRO								
pH	Partes por millón (ppm)			uS/m				
	Alcalinidad	Dureza (CaCO ₃)		Conductividad Eléctrica (C.E.)				
5.5 - 7.0	< 100	Suave 0 - 100	* Mod. Dura 100 - 150	Dura > 150	Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 0.75 - 2.25	Muy Alto > 2.25
7.50	31.50	6.46			0.03			

* Moderadamente Dura

PARAMETRO							
RAS							
Riego				Fertirriego			
Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 2.25	Muy Alto 0.75 - 2.25	>	Pilones < 2.0	Cultivos en General < 4.0	
0.04							

partes por millón (ppm)								
CATIONES				ANIONES				
Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Carbonatos	Bicarbonatos	Cloruros	Sulfatos	Nitratos
0 - 120	0 - 25	0 - 70	0 - 60	0 - 5	0 - 40	0 - 70	0 - 900	0 - 20
1.42	0.47	0.44	0.23	0.00	38.13	11.34	0.01	0.03

Partes por millón (ppm)					
ELEMENTOS					
Fósforo	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro
0 - 5	0 - 0.2	0 - 5	0 - 0.2	0 - 0.5	0 - 0.5
0.00	0.01	0.06	0.01	0.01	0.00

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso: _____
 Fecha Entrega: _____

Guatemala Miércoles 23 de Octubre de 2001

Ing. Humberto Jiménez G
 Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
Telefax: 337-4173 Tel: 337-3720
E-mail: analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7919
FINCA: SUBCUENCA MATANZAS
PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN: Purulhá, BAJA VERAPAZ
IDENTIFICACION: MUESTRA #4
Nº. DE LAB: 40274

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DEL AGUA Y RECOMENDACIONES

Clasificación: **C1S1**

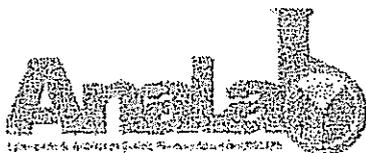
- 1 Se puede usar en la mayoría de suelos ya que presenta poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de Sodio Intercambiable
- 2 Es agua baja en Sodio y Salinidad
- 3 No es agua dura ni alcalina

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso :
Fecha Entrega :

Guatemala Martes 23 de Octubre de 2001

Ing. Humberto Jiménez G
Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
 Telefax 337-4173 Tel 337-3720
 E-mail analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
 FINCA: SUBCUENCA MATANZAS
 PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN: Purullán, BAJA VERAPAZ
 IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #5
 No. DE LAB: 40275

PARAMETRO								
pH	Partes por millón (ppm)				dS/m			
	Alcalinidad	Dureza (CaCO ₃)			Conductividad Eléctrica (C.E.)			
5.5 - 7.0	< 100	Suave 0 - 100	* Mod. Dura 100 - 150	Dura > 150	Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 0.75 - 2.25	Muy Alto > 2.25
7.40	120.00	117.16			0.22			

* Moderadamente Dura

PARAMETRO								
RAS								
Riego						Fertirriego		
Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 2.25	0.75	Muy Alto 2.25	>	Pilones < 2.0	Cultivos en General < 4.0	
0.002								

partes por millón (ppm)								
CATIONES				ANIONES				
Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Carbonatos	Bicarbonatos	Cloruros	Sulfatos	Nitratos
0 - 120	0 - 25	0 - 70	0 - 60	0 - 5	0 - 40	0 - 70	0 - 900	0 - 20
21.78	8.20	0.29	0.05	24.00	73.20	11.34	0.00	0.26

Partes por millón (ppm)					
ELEMENTOS					
Fósforo	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro
0 - 5	0 - 0.2	0 - 5	0 - 0.2	0 - 0.5	0 - 0.5
0.00	0.01	0.46	0.01	0.01	0.00

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso:

Fecha Entrega:

Guatemala Martes 23 de Octubre de 2001

Ing Humberto Jiménez G
 Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
Telefax: 337-4173 Tel: 337-3720
E-mail: analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
FINCA: SUBCUENCA MATANZAS
PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN: Purullán, BAJA VERAPAZ
IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #5
No. DE LAB: 40275

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL AGUA Y RECOMENDACIONES

Clasificación: C1S1

- 1 Es un agua alcalina y dura
- 2 Posee bicarbonatos altos
- 3 Es un agua baja en Sodio y Salinidad
- 4 Puede usarse para riego de la mayor parte de cultivos

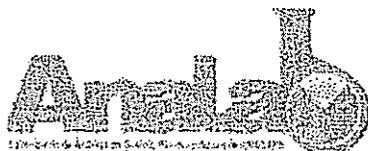
Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso:

Fecha Entrega:

Guatemala Martes 23 de Octubre de 2001

Ing. Humberto Jiménez G
Jefe del Laboratorio Analab



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
 Telefax 337-4173 Tel 337-3720
 E-mail analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319
 FINCA: SUBCUENCA MATANZAS
 PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN: Purulhá, BAJA VERAPAZ
 IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #6
 No. DE LAB: 40276

PARAMETRO								
pH	Partes por millón (ppm)			µS/m				
	Alcalinidad	Dureza (CaCO ₃)			Conductividad Eléctrica (C.E.)			
5.5 - 7.0	< 100	Suave 0 - 100	* Mod. Dura 100 - 150	Dura > 150	Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 0.75 - 2.25	Muy Alto > 2.25
7.50	132.50	125.24			0.23			

* Moderadamente Dura

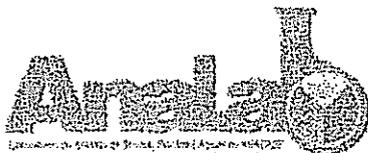
PARAMETRO							
RAS							
Riego					Fertiriego		
Bajo 0.1 - 0.25	Medio 0.25 - 0.75	Alto 2.25	0.75	Muy Alto 2.25	>	Pilones < 2.0	Cultivos en General < 4.0
0.0009							

partes por millón (ppm)								
CATIONES				ANIONES				
Calcio	Magnesio	Potasio	Sodio	Carbonatos	Bicarbonatos	Cloruros	Sulfatos	Nitratos
0 - 120	0 - 25	0 - 70	0 - 60	0 - 5	0 - 40	0 - 70	0 - 900	0 - 20
24.45	6.70	0.43	0.02	27.00	79.30	8.51	0.00	0.34

Partes por millón (ppm)					
ELEMENTOS					
Fósforo	Cobre	Hierro	Manganeso	Zinc	Boro
0 - 5	0 - 0.2	0 - 5	0 - 0.2	0 - 0.5	0 - 0.5
0.00	0.01	0.02	0.01	0.03	0.00

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso:
 Fecha Entrega:



5ta Calle 0-50, Zona 14 Edificio de ANACAFE
Telefax 337-4173 Tel 337-3720
E-mail: analab@anacafe.org

ANALISIS DE AGUAS

ORDEN: 7319

FINCA: SUBCUENCA MATANZAS

PROPIETARIO: ING. HUMBERTO JIMENEZ

LOCALIZACIÓN: Purulhá, BAJA VERAPAZ

IDENTIFICACIÓN: MUESTRA #6

Nº. DE LAB: 40276

DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERISTICAS DEL AGUA Y RECOMENDACIONES

Clasificación: C1S1

- 1 Agua baja en Sodio y Salinidad
- 2 Se presenta como un agua dura y alcalina, el pH es alcalino
- 3 Posee bicarbonatos altos que puede ser de Calcio o Magnesio

Observación: Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio.

Fecha Ingreso:

Fecha Entrega:

Guatemala Martes 23 de Octubre de 2001

Ing. Humberto Jiménez G
Jefe del Laboratorio Analab

Anexo 6. Informe de resultados del análisis de agua con fines bacteriológicos.



**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA**



Id BVZ1001C **Fecha** 26/08/01 **Lugar** / PEÑA DEL ANGEL PURULA
Tipo Fuente RIO **Cloro Residual** 0.00 mg/L **Cloro Total** 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.78x10⁴ **Resultado E. Coli NMP/100 ml.** 3.32x10³

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA**



Id BVZ1001C **Fecha** 26/06/01 **Lugar** PEÑA DEL ANGEL PURULA
Tipo Fuente RIO **Cloro Residual** 0.00 mg/L **Cloro Total** 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.78x10⁴ **Resultado E. Coli NMP/100 ml.** 3.32x10³

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA**



Id BVZ1001C **Fecha** 26/06/01 **Lugar** PEÑA DEL ANGEL PURULA
Tipo Fuente RIO **Cloro Residual** 0.00 mg/L **Cloro Total** 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.78x10⁴ **Resultado E. Coli NMP/100 ml.** 3.32x10³

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ2002C Fecha 26/06/01 Lugar RIO CHILASCO, PURULA
Tipo Fuente RIO CHILASCO Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.58×10^4 Resultado *E. Coli* NMP/100 ml. 3.65×10^2

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y *E. Coli* debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ2002C Fecha 26/06/01 Lugar RIO CHILASCO, PURULA
Tipo Fuente RIO CHILASCO Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.58×10^4 Resultado *E. Coli* NMP/100 ml. 3.65×10^2

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y *E. Coli* debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ2002C Fecha 26/08/01 Lugar RIO CHILASCO, PURULA
Tipo Fuente RIO CHILASCO Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.58×10^4 Resultado *E. Coli* NMP/100 ml. 3.65×10^2

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y *E. Coli* debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ3003C Fecha 28/08/01 Lugar PURULA
Tipo Fuente RIO PANIME Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.92×10^4 Resultado E. Coli NMP/100 ml. 8.66×10^2

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ3003C Fecha 26/08/01 Lugar PURULA
Tipo Fuente RIO PANIME Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.92×10^4 Resultado E. Coli NMP/100 ml. 8.66×10^2

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ3003C Fecha 26/06/01 Lugar PURULA
Tipo Fuente RIO PANIME Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 1.92×10^4 Resultado E. Coli NMP/100 ml. 8.66×10^2

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales



**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA**



Id BVZ4004C **Fecha** 26/06/01 **Lugar** PURULA
Tipo Fuente RIO CACAJE **Cloro Residual** 0.00 mg/L **Cloro Total** 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 2.76x10⁴ **Resultado E. Coli NMP/100 ml.** 2.72x10²

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA**



Id BVZ4004C **Fecha** 26/08/01 **Lugar** PURULA
Tipo Fuente RIO CACAJE **Cloro Residual** 0.00 mg/L **Cloro Total** 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 2.76x10⁴ **Resultado E. Coli NMP/100 ml.** 2.72x10²

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



**LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA**



Id BVZ4004C **Fecha** 26/06/01 **Lugar** PURULA
Tipo Fuente RIO CACAJE **Cloro Residual** 0.00 mg/L **Cloro Total** 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 2.76x10⁴ **Resultado E. Coli NMP/100 ml.** 2.72x10²

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ5005C Fecha 26/06/01 Lugar PURULA
Tipo Fuente RIO PURULA Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 9.21×10^4 Resultado E. Coli NMP/100 ml. 2.40×10^4

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml, y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ5005C Fecha 26/06/01 Lugar PURULA
Tipo Fuente RIO PURULA Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 9.21×10^4 Resultado E. Coli NMP/100 ml. 2.40×10^4

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml, y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ5005C Fecha 26/06/01 Lugar PURULA
Tipo Fuente RIO PURULA Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 9.21×10^4 Resultado E. Coli NMP/100 ml. 2.40×10^4

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml, y E. Coli debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ6008C Fecha 26/06/01 Lugar MUNICIPALIDAD
Tipo Fuente CASA MUNICIPAS Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 9.80×10^2 Resultado *E. Coll* NMP/100 ml. 4.28×10^1

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y *E. Coll* debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ6006C Fecha 26/06/01 Lugar MUNICIPALIDAD
Tipo Fuente CASA MUNICIPAS Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 9.80×10^2 Resultado *E. Coll* NMP/100 ml. 4.28×10^1

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales deben de ser <2 UFC/100 ml. y *E. Coll* debe ser <1 UFC/100 ml



LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MERTU/G - UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
REPORTE DE ANALISIS DE MUESTRAS DE AGUA



Id BVZ6006C Fecha 28/06/01 Lugar MUNICIPALIDAD
Tipo Fuente CASA MUNICIPAS Cloro Residual 0.00 mg/L Cloro Total 0.00 mg/L
Resultado coliformes totales NMP/100 ml. 9.80×10^2 Resultado *E. Coll* NMP/100 ml. 4.28×10^1

Potabilidad NO POTABLE

RECOMENDACIONES: EL AGUA NO ES APTA PARA CONSUMO HUMANO SE RECOMIENDA LA CLORACION DEL AGUA

Observaciones: NINGUNA

La clasificación de potabilidad se refiere solamente a resultados bacteriológicos, sin tomar en cuenta su nivel de cloro. Según la norma COGUANOR, NGO 29-00:99, para agua potable el cloro residual debe estar entre 0.5 y 1 mg/L (ppm).

En caso de emergencia el Cloro puede mantenerse en un máximo de 2 mg/L de cloro. Por otro parte las bacterias coliformes totales

Anexo 7. Informe de resultados del análisis de aguas mieles.

Analab

Laboratorio de Suelos, Plantas y Aguas de Anacafé
Telefax : 337 - 4173, Tel. 337 - 3720
E-mail : analab@anacafe.org

ANÁLISIS MUESTRA DE AGUAS MIELES

# de Orden : 7319	Remitente : Ing. José Robledo
Cliente : Ing. José Robledo	Localización : Subcuenca Matanzas, Alta Verapaz

RESULTADOS DE LABORATORIO

Número de LAB.	Identificación de la muestra	pH	Sólidos Sedimentables	miligramos/litro			% * S. T.	* ds/m
				* D.Q.O.	* D.B.O ₅	* S. T. D.		
40271	Muestra No. 1	6.8	0.1 ml. / 1000 ml.	75	4	57	0.02	0.132
40272	Muestra No. 2	6.8	0.15 ml. / 1000 ml.	69	2	14	0.016	0.0316
40273	Muestra No. 3	7.4	0.1 ml. / 1000 ml.	267	20	79	0.016	0.184
40274	Muestra No. 4	7.5	0.1 ml. / 1000 ml.	73	2	13	0.004	0.030
40275	Muestra No. 5	7.4	0.2 ml. / 1000 ml.	62	8	96	0.016	0.222
40276	Muestra No. 6	7.5	0.0 ml. / 1000 ml.	71	2	100	0.008	0.234
Límite propuesto a CONAMA				3000	1500	-----	5	-----

* D.Q.O. = Demanda Química de Oxígeno D.B.O₅ = Demanda Biológica de Oxígeno

* S. T. D. = Sólidos Totales Disueltos S. T. = Sólidos Totales C. E. = Conductividad Eléctrica

* ms / cm = milisiemens / centímetro = decisimenes / metro (ds / m) = milimhos / cm (mmhos / cm)

Fecha: 9 - Julio - 2001



Ing. Humberto Jiménez G.
Jefe del laboratorio Analab

Anexo 8. Informe del análisis de algunos indicadores para la planificación de uso de la tierra.

Anexo 9. Presentación del programa de PINFOR para Guatemala.

PRESENTACIÓN DE LOS INCENTIVOS:

El programa de Incentivos Forestales, PINFOR, es una herramienta de la política forestal nacional de largo plazo que promueve el Instituto Nacional de Bosques INAB, con miras a impulsar el fomento de la producción forestal sostenible en el país, mediante el estímulo a la inversión en las actividades de forestación, reforestación y manejo de bosques naturales.

ANTECEDENTES:

A fines de 1996, el Decreto Legislativo 101-96, crea el Instituto Nacional de Bosques, INAB, delegándole, en coordinación con el Ministerio de Finanzas Públicas, la responsabilidad de otorgar incentivos a los propietarios de tierras de vocación forestal, que se dediquen a la ejecución de proyectos forestales. De ahí nace el PINFOR, que en 1997 inicia sus acciones.

¿QUÉ SON LOS INCENTIVOS?

Son un pago en efectivo que el Estado otorga al propietario de tierras de vocación forestal por ejecutar proyectos de reforestación o manejo de bosques naturales.

MISION DEL PINFOR:

El PINFOR fomenta la creación de núcleos de producción forestal regional de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y empleo en el área rural.

VISION DEL PINFOR:

Es el instrumento de política forestal que promueve una mayor incorporación de la población guatemalteca al sector forestal. El PINFOR incentiva la inversión para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales, el manejo sostenido de bosques naturales y la silvicultura con fines ambientales. El PINFOR convierte a Guatemala en el líder de la producción de bienes y servicios ambientales de la región.

¿QUIÉNES PUEDEN BENEFICIARSE DE PINFOR?

Municipalidades y comunidades
Pequeños, medianos y grandes propietarios
Grupos sociales y organizados

OBJETIVOS DEL PINFOR:

1. Mantener y mejorar la producción forestal sostenible, incorporando los bosques naturales a la producción económica productiva.
2. Incorporar tierras de vocación forestal desprovistas de bosques a la actividad forestal, a través del establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales y/o la regeneración natural.
3. Generar una masa crítica de bosques productores de materia prima, para el desarrollo de la industria forestal.
4. Incentivar el mantenimiento y la creación de bosques para la generación de servicios ambientales.

DURACION DEL PROGRAMA:

El PINFOR estará vigente hasta el año 2017. Durante este período de tiempo, el Estado otorgará incentivos forestales a los propietarios de tierras de vocación forestal, una

sola vez para la misma área de acuerdo al plan de reforestación y/o manejo aprobado por el INAB.

MONTOS A INCENTIVAR:

El incentivo para la actividad de reforestación será hasta por seis años conforme se indica en el cuadro a la derecha:

Año	Incentivos(Q/ha)
0	5,000
1	2,100
2	1,800
3	1,400
4	1,300
5	800
Total	12,400

Para el manejo de bosques naturales con fines de producción se otorgará un incentivo anual por hectárea, hasta por cinco años, como se indica en el cuadro de abajo:

Area (ha)	Incentivo (Q)	
De 02 a 15	346.00	Por hectárea
De 15 a 45	5,190.00 + 143.00	Por ha adicional hasta 45 ha
De 45 a 90	9,480.00 + 63.00	Por ha adicional hasta 90 ha
De 90 a 450	12,315.00 + 51.00	Por ha adicional hasta 450 ha
Mayor a 450	30,675.00 + 51.00	Por ha adicional

También se otorgarán incentivos para el manejo de bosques naturales con fines de protección de la manera como se indica a continuación:

Area (ha)	Incentivo (Q)	
De 02 a 15	134.00	Por hectárea
De 15 a 45	2,010.00	Por las primeras 15 ha + 81.00/ha adicional hasta 45 ha
De 45 a 90	4,440.00	Por las primeras 45 ha + 66.00/ha adicional hasta 90 ha
De 90 a 450	7,410.00	Por las primeras 90 ha
Mayor a 450	55.00/ha adicional hasta 450 ha	
	27,210.00	Por las primeras 450 ha + 55.00/ha adicional

METAS:

Por ser un programa de largo plazo, las metas se han definido para el período 1997-2017, las cuales aparecen en el siguiente cuadro:

Actividad	Metas (ha)
1. Plantaciones forestales	285,000
2. Manejo de bosques naturales	650,000
3. Mantenimiento de Plantaciones	285,000