

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE POSGRADO

FACTORES QUE CONDICIONAN LOS SISTEMAS DE PRODUCCION AGRICOLA  
Y LA DEGRADACION DE LOS RECURSOS NATURALES EN LA CUENCA ALTA  
DEL RIO OSTUA, GUATEMALA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico  
Académico del Programa de Posgrado en Ciencias Agrícolas y  
Recursos Naturales del Centro Agronómico Tropical de  
Investigación y Enseñanza, para optar el grado de

Magister Scientiae

Por

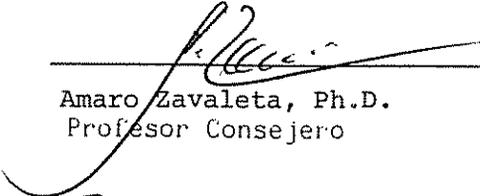
WILFREDO DIAZ LIMA

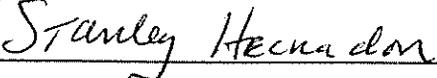
CATIE  
Turrialba, Costa Rica  
1989

Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

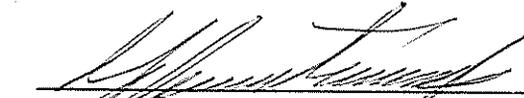
MAGISTER SCIENTIAE

COMITE ASESOR:

  
Amaro Zavaleta, Ph.D.  
Profesor Consejero

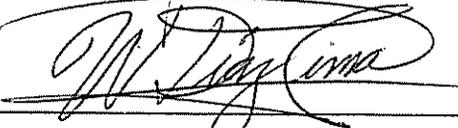
  
Stanley Heckadon, Ph.D.  
Miembro del Comité

  
Jorge Faustino, M.Sc.  
Miembro del Comité

  
Hernán Contreras, M.Sc.  
Miembro del Comité

  
Ramón Lastra Rodríguez, Ph.D.  
Coordinador, Programa de Estudios de Posgrado

  
Dr. José Luis Parisí  
Subdirector General Adjunto de Enseñanza

  
Wilfredo Díaz Lima  
Candidato

## DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso

El atrae las gotas de las aguas,  
Al transformarse el vapor en lluvia,  
La cual destilan las nubes,  
Goteando en abundancia sobre los  
hombres.

Job 36: 27-28

A mi Madre

Maria Ester Lima López  
por su gran esfuerzo y  
fortaleza.

A mi esposa Flor Maria

Con mucho amor

A mis hermanos

Mario Alberto, Alba Marina y  
Gloria Estela

A mis sobrinos

Enma Judith, Beatriz y  
Wilfredo Alberto

A mi Patria

Guatemala

Al Instituto Técnico de Agricultura

Fundamento de mi formación  
profesional

A Mi Alma Mater

Tricentenario Universidad  
Autónoma de San Carlos de  
Guatemala

## AGRADECIMIENTOS

El autor manifiesta el más sincero agradecimiento a:

El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y La Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA), por el apoyo brindado.

El Ing. Agr. Rolando Tobar Herrera, por el valioso apoyo logístico brindado para la ejecución del trabajo de campo del presente estudio.

Amaro Zavaleta Ph.D., Profesor Consejero, por su valiosa colaboración y sugerencias aportadas al presente estudio.

Stanley Heckadon Moreno Ph.D., Jorge Faustino M.Sc. y Hernán Contreras M.Sc., miembros del Comité de tesis, por sus valiosos aportes al presente trabajo.

Manuel Basterrechea Ph.D., Coordinador del PRMC en Guatemala y Alan Gonzales Figueroa M.Sc., por su valioso apoyo.

La Agencia Internacional para el Desarrollo y la Oficina Regional para Centroamérica y Panamá (AID/ROCAP), que por medio del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas, aportó el apoyo financiero para la realización de mis estudios y el presente trabajo de tesis.

Mis colegas y amigos de la promoción 87-89 en general, y en especial a los amigos de la especialidad de Manejo de Cuencas.

## BIOGRAFIA

El autor nació en el municipio de Tiquisate del departamento de Escuintla, Guatemala, el 5 de junio de 1954. Efectuó estudios secundarios en el Instituto Técnico de Agricultura, en Barcenas, Villa Nueva, donde obtuvo el título de Perito Agrónomo.

Realizó estudios universitarios en la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Carlos de Guatemala, y en 1985 obtuvo grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, y el título profesional de Ingeniero Agrónomo.

Ha realizado trabajos de mapeo y clasificación de suelos con fines de riego, para la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento en Guatemala.

En septiembre de 1987 ingresó al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), donde el 25 de octubre de 1989 obtuvo el grado de Magister Scientiae en Recursos Naturales Renovables, con especialidad en Manejo de Cuencas Hidrográficas.

## CONTENIDO

	Pag.
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
BIOGRAFIA	v
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xv
1. INTRODUCCION	1
1.1 Definición del problema	2
1.2 Importancia y justificación	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivos generales	4
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Hipòtesis	5
2. REVISION DE LITERATURA	6
2.1 Antecedentes de desarrollo a nivel de cuencas hidrográficas	6
2.2 Manejo de cuencas en Centroamerica	7
2.3 Manejo de cuencas en Guatemala	8
2.4 Aspectos biofísicos en el estudio de cuencas	9
2.4.1 La relación entre el de uso de la tierra y efectos físicos	9
2.4.2 Estudio de los efectos biofísicos	10
2.5 Aspectos socioeconómicos en el deterioro de la cuenca	12

2.6	Cooperación y participación institucional	13
2.6.1	Extensión y educación	14
2.6.2	Incentivos para la conservación de los recursos naturales	15
3.	MATERIALES Y METODOS	16
3.1	Localización de la Cuenca alta del Río Ostúa	16
3.2	Métodos y Procedimiento	19
3.3	Materiales	24
4.	MARCO BIOFISICO DE LA CUENCA	25
4.1	Características meteorológicas	25
4.1.1	Temperatura	25
4.1.2	Precipitación	27
4.1.3	Radiación solar	30
4.1.4	Vientos y humedad	31
4.1.5	Evaporación y evapotranspiración	31
4.2	Hidrología	32
4.2.1	Estación hidrológica	32
4.2.2	Hidrografía	34
4.2.3	Escurrimiento superficial	36
4.2.4	Sedimentos en suspensión	37
4.2.5	Aguas subterráneas	38
4.3	Fisiografía de la cuenca	40
4.3.1	Geomorfología	40
4.3.2	Topografía y pendientes	41
4.3.3	Hipsometría	42
4.3.4	Geología	43
4.4	Suelos	45
4.4.1	Material parental	45
4.4.2	Clasificación de suelos	47
	- Mapeo en series de suelos	47
	- Clasificación taxonómica	47
4.4.3	Cobertura vegetal	52
4.5	Ecología	55
4.5.1	Zonas de vida	55

4.5.2 Flora y fauna silvestre	56
5. EL MARCO SOCIOECONOMICO	58
5.1 Marco histórico	58
5.1.1 Origen de las comunidades	58
5.1.2 Composición étnica y cultural	61
5.2 Demografía	64
5.2.1 Población total y distribución espacial	64
5.2.2 Densidad de población	66
5.2.3 Natalidad, mortalidad y tasa de crecimiento	67
5.2.4 Estructura de la población	69
5.2.5 Migración	69
5.3 Calidad de vida	70
5.3.1 Salud y alimentación	70
5.3.2 Educación	73
5.3.3 Recreación	74
5.3.4 Vivienda	75
5.4 Aspectos ocupacionales	76
5.4.1 Población económicamente activa -PEA-	76
- Empleo	76
- Ingresos	77
5.4.2 Nivel de capacitación y tecnología	77
5.5 Infraestructura	78
5.5.1 Vías de comunicación	78
5.5.2 Transporte	80
5.5.3 Servicios públicos	81
5.6 Aspectos socioeconómicos	82
5.6.1 Sistemas de tenencia de la tierra	82
5.6.2 Tamaño de las fincas	85
5.6.3 Actividad económica	87
5.6.4 Organización social	89
5.6.5 Apoyo institucional a la producción	90

6.	RESULTADOS Y DISCUSION	96
6.1	Uso y conservación de los recursos naturales renovalbes en el contexto de maenjo de cuencas	96
6.1.1	Características de los sistemas de producción agrícola	96
	- Sistema malz-frijol	97
	- Sistema maiz	100
	- Sistema frijol	103
	- Sistema trigo	104
	- Sistema agroforestal	106
	- Sistema silvopastoril	106
6.1.2	Uso y conservación de los recursos agua y bosque	107
	- Recurso agua	107
	- Recurso bosque	108
6.2	Identificación de áreas críticas	110
6.2.1	Parámetros considerados	110
6.2.2	Subcuencas prioritarias	111
6.3	Apoyo institucional para la conservación de los recursos naturales renovables	113
7.	CONCLUSIONES	116
8.	RECOMENDACIONES	123
9.	BIBLIOGRAFIA	126
10.	ANEXO	
	Anexo 1. Mapa de fisiografía, edafología y sistemas de cultivo.	136
	Anexo 2. Cuestionario de la entrevista, efectuada en la cuenca alta del Río Ostúa, por el método de Entrevista Estructurada a Fondo.	137

## LISTA DE CUADROS

Cuadro	Pag
1 Temperatura media anual y precipitación anual de las estaciones metereológicas con influencia en la cuenca alta del Río Ostúa.	25
2 Precipitación y temperatura media mensual, Estación Agro Santiago.	30
3 Niveles máximos de descarga anual en la estación Casa de Tablas.	32
4 Densidad de drenaje, cuenca alta del Río Ostúa.	34
5 Pendiente media por orden de cauce.	36
6 Probabilidad para caudales máximos del Río Ostúa, Estación Casa de Tablas.	37
7 Sedimentos en suspensión, cuenca del río los Esclavos, estación Hidrométrica Las Sonrisas.	38
8 Parámetros morfométricos, cuenca alta del Río Ostúa.	40
9 Pendientes por microcuenca, cuenca alta del Río Ostúa.	42
10 Distribución altimétrica del área de la cuenca.	43
11 Características de los perfiles de suelos, cuenca alta del Río Ostúa	48
12 Uso de la tierra, cuenca alta del Río Ostúa.	52
13 Sobre uso de la Tierra, cuenca alta del Río Ostúa.	53
14 Capacidad de uso de la tierra, cuenca alta del río Ostúa.	54
15 Población por municipio, cuenca alta del Río Ostúa.	64
16 Densidad de población por subcuenca, cuenca alta del Río Ostúa.	65
17 Crecimiento de la población y densidad poblacional, censos 1950, 1964, 1973, 1981 proyección actual y al año 2000.	66

18	Tasas brutas de natalidad, mortalidad y tasa de crecimiento natural, 1985-1990. (por mil mujeres).	67
19	Distribución por distrito escolar municipal, de las escuelas dentro de la cuenca.	72
20	Densidad vial, cuenca alta del Río Ostúa.	79
21	Area por régimen de tenencia de la tierra, cuenca alta del Río Ostúa.	85
22	Tipificación por estratos del tamaño de finca.	86
23	Número y superficie de fincas, en régimen de tenencia comunal.	86
24	Instituciones estatales y su función.	92
25	Distribución en el tiempo de los sistemas de cultivo.	96
26	Análisis marginal, modalidades de cultivo del sistema de maíz.	103
27	Consumo de leña, y requerimiento de tierra para producción de leña, cuenca alta de Río Ostúa.	109
28	Parámetros evaluados y valor absoluto asignado para la priorización de subcuencas.	111
29	Ordenación prioritaria de las subcuencas de la cuenca alta del río Ostúa.	112

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Pag.
1 Cuenca Ostúa-Güija.	17
2 Localización del área de estudio.	18
3 Mapa de Isotermas. cuenca alta del Río Ostúa.	26
4 Mapa de Isoyetas. cuenca alta del Río Ostúa.	28
5 Curva de duración-intensidad de lluvia.	29
6 Balance hídrico, estación Santiago agrícola.	33
7 Hidrología fluvial y subcuencas. Cuenca alta del Río Ostúa	35
8 Volumen de sedimentos en suspensión, cuenca del Río los Esclavos.	39
9 Curva hipsométrica, Cuenca alta del Río Ostúa.	44
10 Mapa geológico. cuenca alta del Río Ostúa.	46
11 Mapa de suelos, cuenca alta del Río Ostúa.	49
12 División política, cuenca alta del Río Ostúa.	60
13 Infraestructura vial, cuenca alta del Río Ostúa.	78
14 Área comunal, cuenca alta del Río Ostúa.	83

DIAZ LIMA, W. 1989. Factores que condicionan los sistemas de producción agrícola y la degradación de los recursos naturales en la cuenca alta del Río Ostúa, Guatemala. Tesis M.Sc. CATIE. Turrialba, C.R. 140 p.

**Palabras claves:** Cuenca Alta del Río Ostúa, diagnóstico biofísico y socioeconómico, sistemas de cultivo, priorización de subcuencas, degradación de los recursos naturales, Guatemala.

## RESUMEN

Se condujo el estudio en la cuenca alta del Río Ostúa, con un área de 308,9 km<sup>2</sup>, ubicada en los municipios de San Carlos Alzatate y Jalapa del departamento de Jalapa, en Guatemala. Con el objeto de identificar el efecto de los sistemas de producción agrícola en la degradación de los recursos naturales renovables, y el efecto del estado biofísico de la cuenca, sobre el proyecto de riego para el Valle de Monjas, Jalapa.

Se realizó el diagnóstico biofísico de los recursos naturales, y el diagnóstico socioeconómico de la población, se extrajo información cualitativa de la población a través del método de la Entrevista Estructurada a Fondo, con la cual se caracterizaron los sistemas de producción agrícola y las características de uso y explotación de los recursos naturales renovables.

El 76% de la superficie de la cuenca se clasifica en las clases de capacidad de uso entre VI a VIII no aptas para cultivos limpios. el 54,5% del área se encuentra bajo uso agrícola y un 36,9% con bosque secundario mixto con *Pinus* y *Quercus*, en consecuencia un 32,9% del área esta en situación de sobreuso de la tierra. La población en la cuenca alcanza los 17.731 habitantes, que da una densidad funcional promedio de 5,1 habitantes/ha apta para cultivo limpio.

El 37.6% de la población forman un grupo indígena homogéneo, el 44,9% de la población es menor de los 12 años, la población económicamente activa es del 25,4% que trabaja en la agricultura. Hay un abstencionismo escolar de 55,6% y únicamente 7,5% de la población escolar inscrita concluye la escuela primaria, el resto se retira después de cursar el tercer año, para desarrollar actividades agrícolas familiares.

La tenencia de la tierra es de propiedad privada y comunitario. El 80% de las fincas son de tamaño subfamiliar y ocupan el 65.2% del área. Los sistemas de cultivo predominantes son maíz-frijol, maíz, y frijol para subsistencia, trigo, café y granadilla dulce en cultivos comerciales en pequeña escala, y los sistemas agroforestales y silvopastoril. Los sistemas de producción maíz-frijol, frijol y maíz afectan en la degradación del recurso suelo, y la explotación desordenada de leña para consumo y la venta, está incrementando la superficie expuesta a la erosión.

Las subcuencas El Chorro, El Canal y Canoítas a utilizarse como áreas de captación de agua de lluvia, para el embalse del proyecto de riego del Valle de Monjas, son áreas prioritarias por deterioro biofísico.

Se recomienda ordenar la explotación del recurso bosque, por medio de las organizaciones comunitarias, que en forma legal a través de un reglamento interno que motiven el desarrollo de planes dentro del contexto de manejo de cuencas, que conduzcan al uso sostenido de los recursos naturales. Además, los proyectos de diversificación agrícola ya iniciados por la población, apoyados con paquetes tecnológicos, pueden conducir a que los agricultores adopten las prácticas de conservación de suelos. Lo anterior con el fin de lograr el aprovechamiento sostenido de los recursos naturales renovables y a la vez mejorar las condiciones económicas y sociales de la población.

DIAZ LIMA, W. 1989. Constraints on farming systems and the natural resources degradation within the high watershed of the Ostúa River, Guatemala. Thesis M.Sc. CATIE. Turrialba, C.R. 140 p.

**Key words:** high watershed of the Ostúa River, biophysical and socioeconomic diagnostic, farming system, watershed prioritization, natural resources degradation, Guatemala.

#### SUMMARY

The study was conducted within the high watershed Ostúa River. It is located within San Carlos Alzatate and Jalapa municipios in the department of Jalapa, Guatemala, and covers an area of 308,9 Km<sup>2</sup>. The objective of the study was to identify the effect of agriculture production systems on the renewable natural resources degradation, and the effect of biophysical condition of this watershed on the Monjas irrigation project.

Biophysical and socioeconomic diagnostic of the natural resources was carried out. Also qualitative population information was obtained using the in deep structured interview method, which was used for characterization the production farming systems and the use and exploitation of the renewable natural resources.

According to the Land-capability classification, 76% of the watershed was classified as VI and VII capability class, which means not suitable for monocropping; 54,5% of the area is under cultivation and 36,9% has secondary mixed forest trees such as *Pinus* and *Quercus*; therefore, 32,9% of the land is under overuse. Within the watershed, the population is about 17.731 inhabitants, which gives a functional average density of 5,1 inhabitants/ha. There is 37,6% of population conforming an homogeneous indigenous group; 44,9% of the population is less than 12 years old and the economic

population is 25,4%, mainly working on agriculture. The 55,6% are not attending school and only 7,5% complete elementary school, the remaining population are just attending the third degree and they are returning to work on family agricultural activities.

Private and communal land tenure is present. 80% of the land fall in the sub-family category and occupy 65,2% of the area. Corn-beans and corn are the prevailing farming systems. Beans is used for family subsistence consumptions and coffee and sweet "granadilla" are cultivated as a small commercial scale. There also exist agroforestry and silvopastoril systems. It was found that the tillage practices on corn-beans, beans, and corn farming systems contribute and affect land degradation. Increasing erosion is also due to disorganized extraction, of fuelwood for daily consumption and selling purposes.

El Chorro, El Canal and Canoitas micro-watershed are main areas for capturing rainfall in order to be used for the irrigation project within the Monjas Valley, however That areas show severe physical degradation.

It is recommended to organize the extraction of the forest through community organizations, which legally can motivate the specific plans within the context of management of this watershed. This action will contribute for a sustainable use of the natural resource. Also, with the support of the agriculture diversification project already initiated by the population it is possible to conduct, by utilizing the technological packages, the adoption of conservation practices by farmers. The idea is to accomplish a sustainable use of the renewable natural resource and at the same time to bettering the economic and social condition of the population.