

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA  
SUBDIRECCIÓN GENERAL DE ENSEÑANZA  
PROGRAMA DE POSGRADO

EVALUACION DE LAS TIERRAS Y DE SU USO EN LA SUBCUENCA  
DEL RIO PENSATIVO EN GUATEMALA Y DIRECTRICES  
GENERALES PARA SU MANEJO SOSTENIDO

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

**Magister Scientiae**

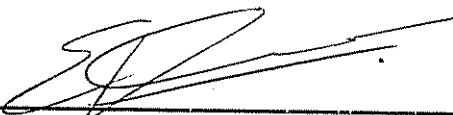
Por

CARLOS ROLANDO ROSAL DEL CID

CATIE  
Turrialba, Costa Rica  
1988

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

*Magister Scientiae*



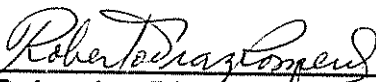
Eric Richters M. Sc.  
Profesor Consejero



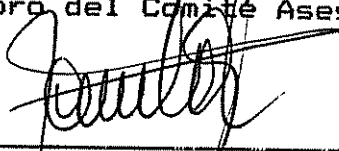
Enrique Blair M. Sc.  
Miembro del Comité Asesor



Carlos Reiche M. Sc.  
Miembro del Comité Asesor



Roberto Díaz-Romero M. Sc.  
Miembro del Comité Asesor



José Ramón Lastra Ph. D.  
Coordinador del Programa de  
Posgrado



Dr. José Luis Parisi  
Sub-Director General Adjunto  
de Enseñanza



Carlos R. Rosal Del Cid  
Candidato



## Agradecimientos

Al M. Sc. Eric Richters, Profesor Consejero, por su amistad, invaluable colaboración y constante dedicación en la guía de este trabajo de tesis. Al igual que por su destacada participación como profesor de la especialidad en mi formación profesional

A los miembros del Comité Asesor, M. Sc. Enrique Blair, M. Sc. Roberto Díaz-Romeu y M. Sc. Carlos Reiche, por sus acertadas correcciones y valiosos aportes al documento original.

Al Ph. D. Manuel Basterrechea, Coordinador en Guatemala del PRMC, por las facilidades y la colaboración brindada para lograr el apoyo institucional local.

Al Sociólogo M. Sc. José Carlos Chinchilla, por la revisión y comentarios a la boleta de encuesta.

A Ing. Leticia Oliva de Rosal, por su continuo e incondicional apoyo, así como por la revisión y comentarios al primer borrador de este documento.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza y al Programa de Estudios de Posgrado y Capacitación, por permitirme la oportunidad de llevar a feliz término estos estudios.

A la Oficina Regional para Centroamérica y Panamá de la Agencia Internacional para el Desarrollo (AID/ROCAP), que a través del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas, brindó el apoyo financiero para la realización de mis estudios y de este trabajo de tesis.

Al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación y a la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre, por la autorización y el apoyo brindado para lograr mi perfeccionamiento profesional.

Al personal Técnico y Administrativo del PRMC en CATIE, y en particular a Edgar Flores, por la amistad y muy valiosa colaboración brindada.

A mis Colegas y compañeros de la promoción 86-88 en general y en particular a los de la especialidad de Manejo de Cuencas, con quienes compartimos largas jornadas de trabajo.

## Reconocimientos

El autor desea expresar su reconocimiento a las siguientes personas e instituciones, quienes de manera directa o indirecta colaboraron en la realización de esta investigación y al mismo tiempo presenta las disculpas del caso por las omisiones que haya.

- Profesor Amilcar Campagnac, Gobernador Departamental de Sacatepéquez.
- Ing. Julio Alfredo Trejo, Director General. Dirección General de Servicios Agrícolas -DIGESA-.
- Ing. Hugo Tobías, Director IIA, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos.
- Ing. Miguel Fuentes, Coordinador Proyecto de Conservación de Suelos de DIGESA en Sacatepéquez.
- P. A. René Patal, Jefe subregional de INAFOR en Sacatepéquez.
- Ing. Inf. Walter Chávez, Jefe a.i. Depto. de Cuencas hidrográficas de INAFOR.
- Ing. Inf. Laurencio Catú, Técnico del Depto. de Cuencas hidrográficas de INAFOR.
- Ing. Sergio Godínez, Asistente de suelos en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.
- A los Técnicos de las oficinas de INAFOR y DIGESA en Sacatepéquez.
- A la Dirección de Catastro y Avalúo de Bienes Inmuebles - DICABI-.
- Br. José Sánchez, Técnico del Instituto Geográfico Militar.
- Directores de las Escuelas de Educación Primaria que funcionan dentro de la subcuenca de el río Pensativo.
- Alcaldes municipales y alcaldes auxiliares que desarrollan su actividad dentro del área estudiada.

- Lic. Carmen A. Castellanos E., Asesora de System S. A.
- Rosario de Monzón, Secretaria del PRMC en Guatemala.
- Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola.

## Tesis que dedico

A Dios Todo poderoso:

Guía y fortaleza en  
en todo momento

A mis padres:

Margarita de Rosal y  
Carlos A. Rosal  
Por sus múltiples  
esfuerzos

A la memoria de mi  
hermana:

Eugenia M. Rosal C.  
Como postrer homenaje  
QEPD

A mi esposa:

Ing. Leticia de Rosal  
Por su comprensión y  
constante estímulo.

A mis pequeños hijos:

Khevin y Arnim  
Con todo mi amor

A mis hermanos:

Edgar, Hugo, Marco,  
Aura y Lucky  
Con cariño.

A las familias:

Rosal Barrios  
Oliva Catalán  
Rámirez Del Cid  
Con aprecio

A mi patria:

Guatemala  
Con añoranza

Al Instituto Técnico de  
Agricultura:

Pilar en mi forma-  
ción profesional.

A la gloriosa y tricentenaria  
Universidad de San Carlos de  
Guatemala:

Mi alma mater

Al profesor:

Ricardo Augusto Ortega  
Inmensa gratitud.

## **Biografía**

El autor nació en Ciudad de Guatemala el 22 de marzo de 1957. Realizó sus estudios secundarios en el Instituto Técnico de Agricultura, obteniendo en 1975 el título de Perito Agrónomo.

En 1976 ingresó a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo en 1980.

Durante los años de 1980 a 1982, se desempeñó como Ayudante de cátedra II, Ayudante de cátedra I y Profesor Titular de diferentes asignaturas en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos. En 1983, ingresó al Instituto Nacional Forestal (hoy Dirección General de Bosques y Vida Silvestre), donde fungió como Jefe del departamento de Estudios y Proyectos y posteriormente como Jefe de la Unidad de Administración de Recursos Forestales.

En 1985, fue nombrado Jefe del Programa Nacional de Ordenación de Cuencas Hidrográficas, desempeñándose a la vez como Catedrático en las Universidades de San Carlos y Rafael Landívar.

En septiembre de 1986, ingresó al Programa de Estudios de Posgrado y Capacitación del CATIE, de donde egresó en Octubre de 1988 con el Diploma de Magister Scientiae en Recursos Naturales, en la especialidad de Manejo de Cuencas.



EVALUACION DE LAS TIERRAS Y DE SU USO EN LA SUBCUENCA DEL  
RIO PENSATIVO EN GUATEMALA Y PROPUESTA DE DIRECTRICES  
GENERALES PARA SU MANEJO SOSTENIDO

CONTENIDO

	PAGINA
LISTA DE CUADROS EN EL TEXTO	XVI
LISTA DE CUADROS EN LOS ANEXOS	XIX
LISTA DE FIGURAS	XXVI
RESUMEN	XXVIII
SUMMARY	XXXIII
I. INTRODUCCION	1
II OBJETIVOS	3
2.1 General	3
2.2 Específicos	3
III. HIPOTESIS	4
IV. REVISION DE LITERATURA	5
4.1 Conceptos Básicos	5
4.2 La Cuenca Hidrográfica como Sistema y como Unidad de Planificación	6
4.3 El Manejo de Cuencas Hidrográficas	9
4.4 Importancia y Necesidad de Conservar y Manejar las Cuencas	12
4.5 Criterios para Ordenar e Intervenir las Cuencas	14

PAGINA

4.6	Los Impactos Ambientales en la Ordenación y Manejo de Cuencas	18
4.7	Los Conflictos Biofísicos y Socio-económicos en las Cuencas Hidrográficas	23
4.8	El Escurrimiento Superficial y la Calidad del Agua	29
4.9	La Problemática de los Recursos Naturales en las Cuencas Altas	31
4.10	La Necesidad de la Evaluación de Tierras	34
4.11	La Evaluación de Tierras en el Contexto de las Cuencas Hidrográficas y su Contribución al Ordenamiento de las Mismas	40
4.12	Los Orígenes de las Problemática en la Subcuenca del Río Pensativo	44
4.13	Los Estudios y Evaluaciones Realizadas y la Situación Actual	45
V.	METODOLOGÍA	62
5.1	Planificación del Estudio	62
5.2	Diseño de la Muestra	64
5.2.1	Población Total y Espacio Muestral	64
5.2.2	Objetivos del Muestreo	64
5.2.3	Unidad de Muestreo	65
5.2.4	Definición de Variables y Método de Medición	65
5.2.5	Esquema de Muestreo	66
5.2.6	Prueba Piloto	66
5.2.7	Tamaño de la Muestra	67
5.2.8	Ejecución	68
5.2.9	Análisis e Interpretación de Resultados	69

	PAGINA
5.3 Muestreo, Análisis y Clasificación de Suelos	69
5.4 Diagnóstico de la Situación Actual	70
5.4.1 Aspectos Biofísicos	70
5.4.2 Aspectos Socioeconómicos	71
5.4.3 Aspectos Institucionales	71
5.4.4 Aspectos de Infraestructura	72
5.5 Identificación y Descripción de los Tipos de Utilización	73
5.6 Identificación y Derivación de las Cualidades de la Tierra	74
5.7 Identificación y Descripción de las Unidades de tierra	78
5.8 Identificación y Ponderación de los Requisitos del Uso de la Tierra	78
5.8.1 Requisitos de los Cultivos	81
5.8.2 Requisitos de Manejo	82
5.8.3 Requisitos de Conservación	83
5.9 Armonización de los Requisitos de Uso de la Tierra con las Cualidades de la Tierra	83
5.9.1 Armonización de las Cualidades de la Tierra Relacionadas con el Cultivo	84
5.9.2 Armonización de las Cualidades de la Tierra Relacionadas con los Requisitos de Manejo	86
5.9.3 Armonización de las Cualidades de la Tierra Relacionadas con los Requisitos de Conservación	86
5.10 Revisión de los Resultados Preliminares de Aptitud de la Tierra	87
5.11 Mejoramiento de la Tierra	87

	PAGINA
5.12 Análisis Económico y Social	88
5.13 Integración de la Información, Presentación y Ajustes Finales	88
<b>VI. UBICACION Y BREVE CARACTERIZACION DEL AREA</b>	<b>89</b>
6.1 Ubicación y Extensión de la Subcuenca	89
6.2 Subsistema Biofísico	90
6.2.1 Elementos Hidroclimáticos	90
- Temperatura	90
- Precipitación	90
- Humedad Relativa	94
- Evapotranspiración	95
- Caudales	96
- Balance Hidrológico	102
- Aguas Subterráneas	104
6.2.2 Elementos Geomorfológicos	105
- Características Topográficas	105
- Morfometría	108
- Geología	111
- Fisiografía	115
6.2.3 Elementos Edafológicos	123
- Génesis de los Suelos	123
- Clasificación de los Suelos	123
- Cobertura y Uso Actual de las Tierras	130
6.2.4 Elementos Biológicos	133
- Zonas de Vida Vegetal	133
- Flora	134
- Fauna	134
- El Aprovechamiento del Bosque y el Consumo de Leña	136

	PAGINA
6.3 Subsistema Demográfico	141
6.3.1 Elementos Poblacionales	141
- Población Total	141
- Estructura de la Población	141
- Crecimiento	142
- Movilidad y Densidad de Población	145
6.4 Subsistema Sociocultural	146
6.4.1 Elementos Sociales	146
- Marco Histórico	146
- Marco Social	148
- Necesidades Sentidas	150
- Calidad de Vida	153
- Expectativas de Vida	156
6.4.2 Elementos Culturales	157
- Origen Etnico	157
- Niveles de Formación	158
- Principales Tradiciones y Costumbres	163
- Prácticas Culturales	164
6.5 Subsistema Socioeconómico	167
6.5.1 Elementos Ocupacionales	167
- Población Económicamente Activa	167
- Mano de Obra Calificada y no Calificada	167
- Empleo	170
- Migración	172
6.5.2 Elementos Productivos	173
- Principales Actividades Productivas	173
- Tecnología Empleada y Nivel de Producción	175
- Ingresos	178

	PAGINA
- Tenencia de la Tierra y Extensión de los Predios	179
- Asistencia Técnica	183
- Asistencia Crediticia	185
6.5.3 Elementos de Infraestructura	187
- Energía	187
- Comunicaciones	187
- Transporte	189
- Centros Educativos	190
- Centros de Salud	191
<b>VIII. RESULTADOS Y DISCUSION</b>	<b>193</b>
7.1 Susceptibilidad a la erosión	193
7.2 Definición e identificación de las unidades de tierra	195
7.3 Identificación y derivación de las cualidades de la Tierra	202
7.4 Descripción de los tipos de de utilización de la tierra	206
7.5 Identificación y ponderación de los Requisitos de Uso de la Tierra	217
7.6 Armonización de los requisitos de uso de la tierra con las cualidades de la tierra misma	220
7.7 Clasificación de aptitud actual de de la tierra	224
7.8 Identificación y clasificación de de Areas Críticas y priorización de microcuencas	229
7.9 Análisis financiero y económico de los mejoramientos a la tierra	236
7.10 Clasificación de aptitud potencial de la tierra	248

	PAGINA
VII. CONCLUSIONES	251
IX. RECOMENDACIONES	257
X. BIBLIOGRAFIA	263
XII. ANEXO A: Boleta de Encuesta	274
XIII. ANEXO B: Análisis de Laboratorio de Suelos	285
XIV. ANEXO C: Cuadros de descripción de las características de de las unidades de tierra 2 - 13	304
XV. ANEXO D: Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra	328
XVI. ANEXO E: Armonizaciones para las unidades 2-13	352
XVII. ANEXO F: Resultados del análisis financiero para los mejoramientos a la tierra	376

## Lista de Cuadros en el texto

Cuadro	Pag.
1 Posibles cualidades de la tierra a considerar para la agricultura en secano	76
2. Clasificación general por categoría de los requisitos de los tipos de utilización de la tierra para producción de cultivos en secano	80
3. Estaciones meteorológicas en y alrededor de la subcuenca del río Pensativo	95
4. Caudales diarios en lts/seg en la estación San Juan Gascón, año hidrológico 1981-1982	98
5. Caudales diarios en lts/seg en la estación San Juan Gascón, año hidrológico 1982-1983	100
6. Detalles de los principales parámetros morfo-métricos de la subcuenca del río Pensativo	114
7. Detalle de las características fisográficas de la subcuenca del río Pensativo	120
8. Principales rasgos demográficos de la población que habita en la subcuenca del río Pensativo	143
9. Población urbana y rural en la subcuenca del río Pensativo	144
10. Priorización de las principales necesidades sentidas por localidad en la subcuenca del río Pensativo	152



11. Datos sobre la disposición de excretas, basuras, abastecimiento de agua y condiciones de las viviendas en tres comunidades rurales dentro de la subcuenca del río Pensativo	154
12. Distribución de la población escolar por grado y localidad en la subcuenca del río Pensativo	162
13. Resumen de las principales características demográficas, sociculturales y socioeconómicas de la población que habita la subcuenca del río Pensativo	169
14. Ingresos estimados por hectárea y cultivo para los agricultores de la subcuenca de el río Pensativo, año 1988, una sola cosecha.	181
15. Principales rasgos de las unidades de tierra identificadas en la subcuenca del río Pensativo	201
16. Descripción de las cualidades de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 1 en la subcuenca del río Pensativo	204
17. Principales características de los tipos de utilización que se practican en la subcuenca del río Pensativo	216
18. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de maíz	217
19. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 1	222

20.	Aptitud actual de cada unidad de tierra por tipo de utilización en la subcuenca del río Pensativo	228
21.	Combinaciones tipo de uso actual-tipo de susceptibilidad a la erosión hídrica que definen los niveles críticos	232
22.	Priorización de microcuencas en función de sus áreas críticas	234
23.	Rendimientos, costos e ingresos por cuerda de los agricultores en la subcuenca del río Pensativo con mejoramientos a los sistemas de manejo de los cultivos	238
24.	Resultados del análisis financiero de los mejoramientos a los sistemas de explotación en la subcuenca del río Pensativo	239
25.	Resultados del análisis financiero de los mejoramientos a la tierra por cultivo en la subcuenca del río Pensativo	243
26.	Aptitud potencial de cada unidad de tierra por tipo de utilización en la subcuenca del río Pensativo	250

## Anexo B

Cuadro	Pag.
1B. Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -1	287
2B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -2	290
3B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -3	293
4B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -5	294
5B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -6	295
6B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -7	298
7B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -8	301
8B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -9	302
9B Análisis físicos y químicos pedón A <sub>c</sub> -10	303

## Anexo C

Cuadro	Pag.
1C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 2 en la subcuenca del río Pensativo	304
2C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 3 en la subcuenca del río Pensativo	306
3C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 4 en la subcuenca del río Pensativo	308
4C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 5 en la subcuenca del río Pensativo	310
5C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 6 en la subcuenca del río Pensativo	312
6C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 7 en la subcuenca del río Pensativo	314
7C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 8 en la subcuenca del río Pensativo	316
8C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 9 en la subcuenca del río Pensativo	318

- 9C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 10 en la subcuenca del río Pensativo 320
- 10C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 11 en la subcuenca del río Pensativo 322
- 11C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 12 en la subcuenca del río Pensativo 324
- 12C. Descripción de las características de la tierra pertenecientes a la unidad de tierra 13 en la subcuenca del río Pensativo 326

## Anexo D

Cuadro	Pag.
1D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de frijol	328
2D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de brocólí	331
3D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de arveja china	334
4D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de lechuga y repollo	337
5D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de zanahoria y remolacha	340
6D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de coliflor	343
7D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de güicoy zuchinni	346
8D. Clasificación por factores de los requisitos de uso de la tierra en la subcuenca del río Pensativo para el cultivo de ejote francés	349

## Anexo E

Cuadro	Pag.
1E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 2	352
2E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 3	354
3E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 4	356
4E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 5	358
5E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 6	360
6E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 7	362
7E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 8	364
8E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 9	366
9E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 10	368

- 10E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 11 370
- 11E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 12 372
- 12E. Armonización de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización con las cualidades de la tierra en la unidad de tierra 13 374



Anexo F

Cuadro	Pag.
1E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de maíz	376
2E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con acequias para el cultivo de maíz	377
3E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de frijol	378
4E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de brócoli	379
5E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de arveja china	380
6E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de lechuga	381
7E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de repollo	382
8E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de remolacha	383
9E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de coliflor	384
10E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de ejote francés	385
11E. Análisis financiero de los mejoramientos a la tierra con terrazas para el cultivo de guicoy zuchinni	386

## Lista de figuras en el texto

Figura	Pag.
1. Proceso de armonización entre los requisitos de uso de los tipos de utilización de la tierra con las cualidades de la misma tierra en cada unidad de tierra	85
2. Localización de la subcuenca del río Pensativo	91
3. Isoyetas medias anuales	93
4. Curva de duración de caudales	97
5. Topografía básica de la subcuenca del río Pensativo	106
6. Pendientes	107
7. Patrón de drenaje	109
8. Curva hipsométrica de la subcuenca del río Pensativo	112
9. Curva área-distancia-perfil	113
10. Geología subcuenca del río Pensativo	116
11. Fisiografía subcuenca del río Pensativo	122
12. Ubicación de puntos de muestreo de suelos	128
13. Clasificación de suelos en la subcuenca del río Pensativo	129
14. Uso actual de la tierra en la subcuenca del río Pensativo	132
15. Zonas de vida	135
16. Concentración de tierras en la subcuenca del río Pensativo	180
17. Susceptibilidad a la erosión	194

18. Unidades de tierra	203
19. Clases primordiales de uso de la tierra	207
20. Ubicación de áreas por su nivel crítico	233
21. Priorización de microcuencas	235

ROSAL DEL CID, C. R. 1988. Evaluación de las tierras y de su uso en la subcuenca del río Pensativo en Guatemala y directrices generales para su manejo sostenido. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C.R. 386 p.

**Palabras claves:** Uso de la tierra, evaluación de la tierra, aptitud de la tierra, hidrometeorología, geomorfología, suelos, deterioro, demografía, manejo de cuencas, productos forestales, leña, análisis económico, Guatemala.

## RESUMEN

Aunque las severas inundaciones que ocurren en la ciudad de Antigua Guatemala se deben en gran parte a las características geomorfológicas naturales de la subcuenca del río Pensativo, el uso inadecuado de las tierras y el consecuente deterioro acelerado que evidencian tiene un fuerte efecto sobre este fenómeno.

El objetivo del presente estudio es contribuir a definir un plan de manejo integral para dicha subcuenca, mediante una evaluación de las tierras y de su uso, utilizando la propuesta de FAO para este propósito. Se busca un claro entendimiento del recurso tierra por un lado y de sus usos por el otro en el contexto local.

Para ello, se caracterizan y priorizan aspectos relevantes de carácter biofísico, socioeconómico, político-legal, institucional y de infraestructura social y productiva. Sus interrelaciones y la influencia directa o indirecta que ejercen en el patrón de usos actuales.

Se distinguen trece unidades de tierra y nueve tipos de utilización, cada uno con 10 requisitos básicos de uso, resultando en un total de 1.170 comparaciones para

determinar la aptitud actual y potencial de las unidades de tierra identificadas respecto al establecimiento de los tipos de utilización considerados.

La investigación da mayor importancia a los requisitos de conservación con la finalidad de buscar un rendimiento sostenido y a la vez evitar su erosión y degradación.

Se analizan los efectos financieros de la ejecución de prácticas de conservación de suelos necesarias para mejorar la aptitud de las tierras. También se presenta una priorización de microcuencas para identificar las áreas más críticas que requieren urgente atención.

Se describen los beneficios directos e indirectos que se obtendrán con la ejecución de las propuestas para el uso adecuado de las tierras, tanto en la cabecera de la subcuenca como a nivel del valle. Se demuestra que aún con las inversiones que requieren los mejoramientos para lograr un uso sostenido de las tierras, a excepción del maíz, los cultivos son financieramente aceptables para el productor local.

Se enfatiza que el problema básico en cuanto al uso de la tierra en esta subcuenca radica en las explotaciones agrícolas. La mayor parte de ellas se localizan en terrenos de fuertes pendientes; en donde los suelos, de origen volcánico y en estado no consolidado, son muy susceptibles a la erosión.

La situación se agrava por el empleo de prácticas agrícolas rudimentarias por los campesinos, que no utilizan medidas de protección y conservación de suelos y aguas. En algunos casos, establecen los surcos a favor de la pendiente

y después de levantada la cosecha dejan los suelos desprovistos de cobertura y expuestos a la erosión eólica y a los efectos erosivos de las primeras lluvias.

Del total de tierras dedicadas a la agricultura, 48% son marginalmente aptas para ese uso en las condiciones actuales en que esta actividad se realiza. La principal limitante es la fuerte erosión a que se ven sometidas. Un 22% de las mismas, solo son moderadamente aptas por la misma razón. En total, 70% de las tierras agrícolas presentan serios problemas de erosión.

También el lento pero continuo avance de la frontera agrícola amenaza las masas boscosas en las áreas de pendientes más escarpadas, poniendo en peligro la estabilidad de los suelos y aumentando los efectos erosivos de la escorrentía. Estos bosques, que no han sido sometidos a ningún manejo forestal, son aprovechados intensamente por las comunidades para satisfacer la demanda de leña, lo cuál se realiza sin ningún conocimiento técnico.

Se concluye que los factores que más han contribuido al deterioro que hoy por hoy sufren los recursos naturales en la subcuenca, sobretodo de las tierras, son el régimen de tenencia de la tierra (66% de las explotaciones son menores de una hectárea), alta fragmentación de los predios, elevada densidad de población (367 habitantes/Km<sup>2</sup>), tradiciones y costumbres agrícolas, concepciones culturales, conflictos sociales por el uso de los recursos, elevado consumo de leña (100% de los hogares la emplean como combustible) y la escasa asistencia estatal de carácter permanente e integral.

Por las condiciones sociopolíticas actuales, no es posible efectuar cambios radicales en el esquema de uso de las tierras. Entonces, los tipos de utilización identificados continuarán practicandose en forma

tradicional, independientemente de la aptitud que esas tierras poseen. Ello justifica y demanda la pronta intervención estatal para detener el proceso de deterioro generalizado que hoy se observa.

Si las áreas identificadas como prioritarias no son atendidas de inmediato, las medidas para su rehabilitación y mejoramiento en el futuro serán de tal magnitud que su ejecución alcanzará costos financieros y sociales extremadamente elevados.

Con base en la ordenación definida, se recomienda, como acción primordial, utilizar las tierras de acuerdo a su aptitud potencial. Se indica que solo en las unidades tierra UT1, UT2, UT4, UT6, UT7, UT8 y UT10, es posible buscar una intensificación de las actividades agrícolas, ejecutando las medidas necesarias para ese propósito. En las unidades de tierra UT3, UT5, UT9, UT12 Y UT13, se debe propiciar el manejo y aprovechamiento sostenido de los bosques o el establecimiento de cultivos perennes.

Se recomienda educar y organizar a la población para el adecuado aprovechamiento de sus recursos naturales. El objetivo debe ser buscar un desarrollo socioeconómico sostenido en la subcuenca, en el cuál las comunidades participen por autogestión en los proyectos a ejecutar.

Aunque las acciones propuestas no erradicarán totalmente la sedimentación aguas abajo y las consiguientes inundaciones, si contribuirán a aliviar la situación. Disminuirán los costos de dragado, reparación y mantenimiento de las obras de protección física en el cauce inferior del río y otra infraestructura. Además, y tal vez lo más importante, evitarán la pérdida irrecuperable de los suelos y de la productividad de la zona.

Para evitar las inundaciones se deben implementar medidas conservacionistas en el lugar de origen del problema, en la cabecera de la subcuenca, donde preferentemente se deben detener los sedimentos, en vez de solo aplicar costosas medidas en el de su ocurrencia.

Las acciones fisico-preventivas deben ser parte de planes o proyectos de carácter integral, que satisfagan las necesidades básicas de la población y mejoren su bienestar socioeconómico, para que lo usuarios de la subcuenca se vean motivados a conservar su unico patrimonio, la tierra.

Para implementar las acciones, se debe propiciar la efectiva coordinación intra e interinstitucional con un carácter multisectorial, su reforzamiento físico y financiero y la capacitación del personal técnico en los aspectos básicos del manejo de cuencas, con énfasis en los recursos agua, suelo y bosque. Se debe buscar un claro entendimiento de la estrecha relación entre la problemática ambiental y la planificación territorial.



Rosal Del Cid, C. R. 1988. Evaluation of land and land use in the Pensativo River Basin in Guatemala and guidelines for its management. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, C. R. 386 p.

**Key words:** Land use, Land use evaluation, land suitability, hydrometeorology, geomorphology, deterioration, soils, demography, social requirements, fuelwood, conservation, economic analysis, river basin management, Guatemala.

### SUMMARY

Although the yearly flooding problems in the city of Antigua Guatemala are in part caused by the natural characteristics of the region, inadequate land use and consequent accelerated land deterioration have had a distinctly negative effect.

The study's objective is to contribute to a river basin management plan with a comprehensive land use evaluation, applying the FAO approach, similar to that presented by FAO in 1976.

A detailed biophysical and socioeconomic survey is presented, leading to a description of: a) the morphometric characteristics of the sub river basin in general, b) of four physiographic landscapes with twenty one landscape elements, c) of five soil orders and d) of demographic, sociocultural and socioeconomic characteristics.

Thirteen land units and nine land utilization types are distinguished, each with ten basic implementation requirements, resulting in a total of 1.170 comparisons to determine the suitability of each land unit with respect to the implementation of each utilization type.

The economic effect of the implementation of two soil conservation measures is incorporated in a potential land suitability assessment. Furthermore, to guide government action, the most problematic area in the sub river basin is determined through a prioritization process.

Next to the flooding problems downstream, the urgency of the matter is expressed by the fact that seventy percent of the agricultural land is being affected by soil erosion. Basically this factor has caused forty-eight percent of the agricultural land to be marginally suitable for its present use and technological level, while twenty-two percent moderately suitable for the same reason.

Intensive forest use by the local population and a slow but certain advance of the agricultural frontier into more erosion prone forested land is noted, together with a general lack of forest management.

Population density, land ownership, land fragmentation, agricultural traditions and habits, cultural beliefs, social conflicts, high fuelwood consumption and lack of an integrated and permanent state assistance, are distinguished as mayor causes.

An institutional, coordinated and integrated approach toward the management of the river basin is recommended, stressing the implementation of an assistance program toward the establishment of the potentially suitable uses with each land use type. With respect to land units UT3, UT5, UT9, UT12 and UT13 a gradual change to permanent crops or forestry, is recommended.

In a general sense, land user education and organization with respect to the better use of water, soil and forestry resources, and aimed at sustainable socioeconomic development of the river basin, is recommended.