

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA
SUBDIRECCION GENERAL ADJUNTA DE ENSEÑANZA
PROGRAMA DE POSGRADO

ESTUDIO DE LA DEGRADACION FISICA DE LOS SUELOS EN
LA CUENCA ALTA DEL RIO CHIRIQUI VIEJO CON FINES DE
CONSERVACION. CHIRIQUI, PANAMA.

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

Magister Scientiae

Por

JULIO ZUNIGA BALEBUENA

Turrialba, Costa Rica

1989

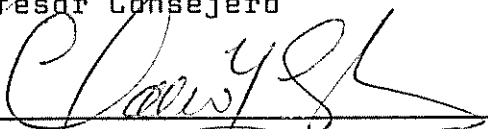
Esta tesis ha sido aceptada, en su presente forma, por la Coordinación del Programa de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales Renovables del CATIE, y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

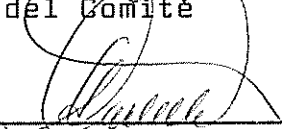
COMITE ASESOR:



Jorge Faustino Manco, M.Sc.
Profesor Consejero



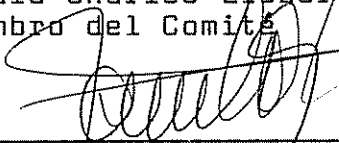
Claudio Gutiérrez Huete, M.Sc.
Miembro del Comité



Sergio Castillo Martínez, Ph.D
Miembro del Comité



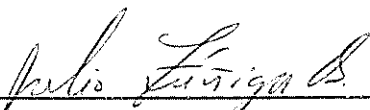
Donald Charles Lieber Kass, Ph.d
Miembro del Comité



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



Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Julio Zúñiga Balbuena
Candidato

DEDICATORIA

Con eterno agradecimiento y cariño:

Para mis padres: Silvia María y Julio Zúñiga.

Con amor paterno:

Para mis hijos: Karen Estefanía y Julio.

Para Yalvicia Solano con amor, cariño y gratitud eterna.

Para mis queridos hermanos María De Los Angeles, Yolanda,
Camilo, Efraín y Guillermo.

Para mis sobrinos Joel, Guillermito, Leslie, Ivonne,
Hayskel, Idania, Jarisol, Fredy, Efraín, Luis, Jovana,
Graciela, Yamileth y Camilo.

Para mis amadas abuelas Agustina y Gerardina.

Para Trinidad con cariño.

Para Doris Elena con cariño y gratitud.

Para todos mis familiares y amigos.

Para mi pueblo Macaracas, provincia de Los Santos con honor
y respeto.

Para mi amada patria Panamá con amor, honor y respeto.

Para Costa Rica mi agradecimiento eterno.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus sinceros agradecimientos para las siguientes personas e instituciones:

Para los técnicos del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), MSc. Jorge Faustino consejero principal, MSc. Claudio Gutierrez, PhD. Sergio Castillo y PhD. Donald Kass, miembros del comité asesor de tesis; mi eterno agradecimiento por la valiosa contribución ofrecida durante la realización de esta investigación.

Para el MSc. Ivanor Ruiz y el Lic. Moisés Darwish, por la gran colaboración brindada en la representación del CATIE en Panamá.

Para todos los funcionarios del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas de CATIE, por su gran cooperación.

Para el Señor Jeremy Haggar, por su gran ayuda en la traducción del resumen.

Para todos mis compañeros estudiantes latinoamericanos del programa de maestría - CATIE, promoción 1987 - 1989. En especial para Amilcar Beitia, Karl Williams, Jaime Johnson, José Banegas, Miguel Mendieta, Alvaro Hernández, René Ochoa, Carlos Fuentes, Mariubska Calderón, Rudi Herrera, Edwin Oliva, Vera Sánchez, Jorge Alas José Andino, Adolfo Lantigua, José Tavares y Jose Mendez.

Para todo el personal del Club Internacional - CATIE; con especial y eterno Agradecimiento a Yalvicia Solano y Elizabeth Torres (Tica).

Para todo el personal del comedor en especial Carlos Cedeño y Jorge, mi eterna gratitud.

Para todos los funcionarios del CATIE, mi eterno agradecimiento.

Para el Ing. MSc. David Arauz por su gran apoyo y excelentes consejos.

Para la Oficina Regional para Centro América y Panamá (ROCAF), de la Agencia Internacional de Desarrollo de los Estados Unidos (AID), por la ayuda económica que me brindaron para la culminación de mis estudios.

Para el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, por su apoyo institucional en la realización de mis estudios. Especialmente para mis compañeros Lic. Olmedo Romero, Lic. Kenia Jaén, Ing. Victor Young, Nisla Castroverde y Damaris de Amaya.

Para el Departamento de Manejo de Cuencas del Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación (IRHE), especialmente a los Ing. Milciades Concepción y Anel Canto, por su valioso apoyo en la realización del presente estudio.

Para el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INRENARE) y el Ministerio de Desarrollo Agropecuario (MIDA) por su cooperación.

Para el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), por la gran oportunidad que se me ofreció, para la obtención de mi grado de Magister Scientiae en Manejo de Recursos naturales con especialidad en Manejo de Cuencas.

BIOGRAFIA

El autor nació en Macaracas, provincia de Los Santos, República de Panamá, en el año 1956.

Realizó sus estudios primarios en la escuela Unión Panamericana, Panamá en 1969.

Los estudios secundarios los realizó en el Instituto Nacional, Panamá; , donde obtuvo el título de Bachiller en Ciencias en 1975.

Realizó sus estudios universitarios en la Facultad de Agronomía, Universidad de Panamá, de 1976 a 1981, donde obtuvo el grado de Licenciado en Ingeniería Agronómica con especialización en Zootecnia.

Laboró como administrador agrícola en Melo y Cía S.A, de 1982 a 1984.

De 1984 a 1987 laboró como Ingeniero Agrónomo en la Unidad de Manejo de Cuencas Hidrográficas, del Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales (IDAAN).

En septiembre de 1987 ingresó al Programa de Maestría del CATIE, en donde obtuvo el grado de Magister Scientiae en Manejo de Recursos Naturales con especialización en Manejo de Cuencas Hidrográficas.

CONTENIDO

Página

1.	INTRODUCCION.....	1
1.1	Importancia de la problemática de los recursos naturales.....	1
1.2	Justificación.....	6
1.3	Objetivos.....	7
1.3.1	Objetivo general.....	7
1.3.2	Objetivos específicos.....	8
1.4	Hipótesis.....	8
2.	REVISION DE LITERATURA.....	9
2.1	Reseña histórica sobre el uso de la tierra y los suelos en Panamá.....	9
2.2	El problema del uso de la tierra en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	19
2.3	El concepto de uso de la tierra.....	22
2.3.1	Uso actual de la tierra.....	22
2.3.2	La capacidad de uso de la tierra.....	22
2.3.3	Sistemas de clasificación de uso de la tierra.....	24
2.4	La conservación de suelos y la cuenca hidrográfica.....	27
2.5	La degradación física del suelo en la cuenca hidrográfica.....	31
2.5.1	La degradación física del suelo inducida por el hombre.....	31
2.5.2	Diagnóstico físico conservacionista....	38
3.	MATERIALES Y METODOS.....	40
3.1	Materiales y equipos.....	40
3.2	Metodología.....	40
3.2.1	Recopilación de la información disponible sobre la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	42
3.2.2	Obtención de información en el área de estudio	42

3.2.3	Interpretación de la información obtenida.....	42
3.2.4	Caracterización biofísica.....	42
3.2.5	Aplicación de metodologías.....	42
3.2.5.1	Metodología de evaluación Global de la Degradación del Suelo (GLASOD).....	43
3.2.5.2	Diagnóstico físico - conservacionista	47
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	65
4.1	Análisis de la caracterización biofísica.....	65
4.1.1	Localización.....	65
4.1.2	Fisiografía y relieve.....	67
4.1.3	Morfometría.....	67
4.1.3.1	Perímetro y área.....	68
4.1.3.2	Altura mediana.....	68
4.1.3.3	Pendiente media.....	68
4.1.3.3	Longitud de los cursos principales.....	73
4.1.3.4	Perfil del cauce principal....	75
4.1.3.5	Pendiente media del río principal.....	77
4.1.3.6	Red de drenaje.....	79
4.1.4	Geología	83
4.1.5	Suelos.	88
4.1.6	Uso de la tierra.....	94
4.1.6.1	Uso actual.....	94
4.1.6.2	Capacidad de uso.....	100
4.1.6.3	Determinación de áreas críticas por medio de uso de la tierra.....	103
4.1.7	Zonas de vida.....	109
4.1.8	Climatología.....	114
4.1.8.1	Frecipitación.....	116
4.1.8.2	Temperatura.....	120
4.1.8.3	Evapotranspiración poten- cial.....	120

4.1.9	Caudales	122
4.2	Evaluación global de la degradación física del suelo inducida por el hombre.....	124
4.3	Diagnóstico físico-conservacionista.....	132
4.3.1	Datos generales.....	132
4.3.2	Índice de zonas de vida (ZV).....	132
4.3.3	Degradación específica (D).....	133
4.3.4	Sedimentos medidos en la esta- ción (d).....	136
4.3.5	Pendiente media (F).....	142
4.3.6	Geología (Litología L) y Eroda- bilidad de las rocas (E).....	142
4.3.7	Cobertura actual del proceso erosivo (e).....	143
4.3.8	Vegetación (V).....	144
4.3.9	Cálculo de la fórmula descriptiva del proceso erosivo.....	146
5.	CONCLUSIONES.....	148
6.	RECOMENDACIONES.....	155
7.	BIBLIOGRAFIA.....	166
8.	ANEXO.....	175
1A.	Aspectos socioeconómicos.....	176

ZURIGA BALBUENA, JULIO. 1989. Estudio de la degradación física de los suelos en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo con fines de conservación. Chiriquí, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 204 p.

Falabras claves: Cuenca alta, suelos, degradación física, erosión hidrica, áreas criticas y uso de la tierra.

RESUMEN

La cuenca alta del río Chiriquí Viejo, localizada en la región occidental de la provincia de Chiriquí, República de Panamá; con una superficie aproximada de 60300 has, tiene una gran importancia socioeconómica para el país, por ser una zona agropecuaria muy productiva; y por la variedad de actividades agroindustriales que allí se desarrollan.

Los recursos naturales en esta zona están sometidos a una gran presión, presentándose serios problemas de deterioro biofísico, en especial el recurso suelo como espacio en donde el hombre desarrolla sus actividades.

Los suelos en el área en estudio están compuestos de un horizonte epipedón úmbrico profundo con alto contenido de materia orgánica; alta capacidad de infiltración, densidad aparente muy baja y textura franco arenosa. Están cubiertos por una capa de cenizas volcánicas, característico de ambientes volcánicos; en este caso como producto de la actividad del volcán Barú.

La degradación física a que están sometidos los suelos volcánicos de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, por efecto de la remoción del horizonte superficial a causa de la erosión hidrica, es intensa y creciente. A esto contribuyen las fuertes precipitaciones, las pendientes pronunciadas, el sobreuso de la tierra, la deforestación, el sobrepastoreo y la falta de programas de conservación de suelos.

El presente estudio tiene como objetivos, evaluar la degradación física de los suelos en la cuenca alta, producto de la erosión hídrica. Además se busca identificar áreas críticas de uso de la tierra, que nos indiquen la extensión superficial de la misma.

Las metodologías aplicadas en la evaluación de la degradación física de la cuenca alta; entre las cuales se tienen la Evaluación Global de la Degradación de los Suelos Inducida por el Hombre (GLASOD) y el Diagnóstico físico conservacionista; permiten establecer criterios sobre el estado actual del área en estudio, con el fin de aplicar medidas correctivas planificadas.

La metodología GLASOD al aplicarse en el área de estudio; permitió la identificación de una superficie aproximada de 34.006,75 ha con signos de degradación física de los suelos inducida por el hombre, como consecuencia de la erosión hídrica.

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta metodología, nos permiten concluir que en la cuenca alta el 56,40 por ciento de los suelos están afectados por la erosión hídrica; como una consecuencia de la falta de planificación de las actividades del hombre. Esto se hace más crítico por la falta de aplicación de medidas y prácticas de conservación de suelos.

El diagnóstico físico conservacionista, que permite establecer mediante la obtención del factor E, y el cual define el estado actual de la cuenca alta con respecto al fenómeno erosivo; basándose en parámetros biofísicos como las zonas de vida, la degradación específica, sedimentos medidos en la estación, relieve, geología, erodabilidad de las rocas, cobertura actual del proceso erosivo y vegetación.

La evaluación de estos parámetros permite obtener que el valor de $E = 31$; el cual comparado con los valores máximos de $E = 8$ que indica una cuenca en buen estado y $E = 40$ que describe a una cuenca en mal estado físico con respecto al fenómeno erosivo; nos hace concluir que la cuenca alta del río Chiriqui Viejo presenta un estado medio de degradación física.

La importancia de la determinación de la degradación física en la cuenca alta del río Chiriqui Viejo, es que permite la planificación de acciones y de propuestas de manejo y conservación de recursos naturales, especialmente el suelo; con el fin de minimizar el efecto de deterioro que sufre actualmente la cuenca alta; lo que evitará futuros transtornos socioeconómicos.

ZURIGA BALBUENA, JULIO. 1989. Study of the soils physics degradation in the upper watershed of the Chiriquí Viejo river with conservation objects. Chiriquí, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 204 p.

Keywords: Upper watershed, soils, physical degradation, water erosion, critical areas and land use.

SUMMARY

The upper watershed of the Chiriquí Viejo river, in the western part of the province of Chiriquí, Republic of Panamá; with an area of approximately 60.300 ha, is of great socioeconomic importance for the country, being agriculturally very productive and developing a variety of agroindustries.

The natural resources of the zone are subject to great pressure causing serious biophysical deterioration, particularly of soils in areas utilised by man.

The soils of the study area are composed of a deep umbric epipedon horizon, with a high concentration of organic matter, high infiltration rates, very low density y sandy - franc texture, covered with a layer of volcanic ash, a product of the activity from Barú volcano.

The removal of the surface layer of the soil by water erosion is an intense and growing problem, contributed to by the heavy rains, steep gradients, overuse of soil, deforestation, overgrazing and lack of soil conservation programmes.

The objective of the present study is to evaluate the physical degradation of the soils of the upper watershed. Also critical areas of land use that demonstrate these problems will be identified.

Evaluation of the physical degradation was done using "Global Analysis of the Soil Degradation by Man Induced" and "Physical Conservationist Analysis", which permitted the establishment of criteria of the status of the study area with the aim of applying planned corrective measures.

The GLASOD methodology demonstrate an area of 34.006,75 ha with signs of physical degradation of the soil by man, through water erosion. Thus we conclude that 56,4 % of the upper watershed is affected by water erosion as a result of the lack of planning of mans activities, most particularly soil conservation measures.

The Physical Conservationist Analysis, calculated on E factor, which defines the erosive state of the watershed, based on lifezones, specific degradation, sediment loads, relief, geology, erodability of the rocks, areas under erosion y vegetation. From the evaluation of these parameter an E value of 31 is obtained; values $E=8$ indicate a watershed in good condition, and $E=40$ a watershed badly affected by erosion, therefore it is concluded that the upper watershed of the Chiriquí Viejo river is in a state of medium physical degradation.

The importance of determining the physical state of the watershed is to permit the planning of actions and proposals the manage and conserve natural resources, particularly soil, to limit the deterioration occurring in the watershed so that future socioeconomic problems may be avoided.

LISTA DE CUADROS

En el texto	Página
1. Pérdidas de suelo en terrenos con diferentes coberturas.....	34
2. Valores del índice de zonas de vida.....	52
3. Índices asignados a los distintos valores medios de degradación.....	53
4. Aportes de sedimentos.....	55
5. Simbología utilizada para la caracterización del relieve.....	56
6. Disgregabilidad de las rocas.....	57
7. Erodabilidad de las rocas ígneas.....	58
8. Erodabilidad de las rocas sedimentarias.....	59
9. Erodabilidad de las rocas metamórficas.....	60
10. Cobertura actual del procesos erosivo.....	61
11. Grado de protección hidrológica.....	62
12. Tabla de clasificación de índices de protección.....	64
13. Curva hipsométrica del río Chiriquí Viejo hasta Caizán.....	70
14. Rangos de pendientes y distribución superficial en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	73
15. Longitud de los ríos principales en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	75
16. Datos de elevación y distancia del río Chiriquí Viejo desde su nacimiento hasta la confluencia con el río Caizán.....	76
17. Parámetros morfométricos de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	76
18. Representación del número de orden, número de segmento y relación de bifurcación en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	81

19.	Distribución superficial de las asociaciones de suelos en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	89
20.	Categorías de uso actual de la tierra en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	95
21.	Capacidad de uso de la tierra en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	100
22.	Distribución superficial de áreas críticas en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	104
23.	Distribución de áreas erosionadas en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	109
24.	Distribución superficial de las zonas de vida en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	112
25.	Red de estaciones hidrometeorológicas en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	114
26.	Precipitación promedio anual en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	117
27.	Evapotranspiración potencial en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	122
28.	Estaciones limnimétricas en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	122
29.	Evaluación de la degradación física del suelo inducida por el hombre (GLASOD), en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	125
30.	Precipitación promedio mensual de la estación Caizán Arriba en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	136
31.	Nómina de muestreos de sedimentos en suspensión en la estación Chiriquí Viejo - Paso Canoas.....	139
32.	Determinación del índice de protección para las diferentes coberturas vegetales en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	145
33.	Valores para los parámetros del diagnóstico físico - conservacionista en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	147

En el anexo	Página
1A. Resumen de la actividad agropecuaria en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	177
2A. Superficie estimada en cultivos temporales en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.	178
3A. Superficie estimada en cultivos permanentes en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	179
4A. Servicios de educación en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	185
5A. Servicios privados en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	186
6A. Población total en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	187
7A. Valor de la tierra en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	189
8A. Instituciones públicas en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	191
9A. Instituciones privadas en la cuenca alta del río Chiriquí Viejo.....	194
10A. Costo del establecimiento de acequias de ladera. Proyecto de conservación de suelos MIDA - AID. Cerro Punta.....	195
11A. Prácticas y medidas de conservación de suelos y aguas.....	196
12A. Resumen de caudales promedios mensuales río Chiriquí Viejo - Volcán.....	199
13A. Resumen de caudales máximos observados río Chiriquí Viejo - Volcán.....	200
14A. Resumen de caudales mínimos diarios río Chiriquí Viejo - Volcán.....	201
15A. Resumen de caudales promedios mensuales río Candela - río Sereno.....	202

16A.	Resumen de caudales máximos observados río Candela - río Sereno.....	203
17A.	Resumen de caudales mínimos diarios río Candela - río Sereno.....	204

LISTA DE FIGURAS

En el texto	Página
1. Fases de aplicación metodológica en el estudio de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, Panamá.....	41
2. Nomograma para determinar la degradación específica.....	54
3. Localización de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	66
4. Mapa de curvas de nivel, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Panamá.....	71
5. Curva hipsométrica de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	72
6. Mapa de pendientes, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	74
7. Perfil y pendiente media del río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	78
8. Mapa de red de drenaje, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	80
9. Mapa de número de orden de corrientes, cuenca alta río Chiriquí viejo, Chiriquí, Panamá.....	82
10. Mapa geológico, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	86
11. Mapa geomorfológico, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	87
12. Mapa de suelos, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	90
13. Mapa de uso actual de la tierra, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	96
14. Mapa de capacidad de uso de la tierra, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	101
15. Mapa de áreas críticas de uso de la tierra, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	105
16. Representación gráfica de áreas críticas, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	106

17.	Mapa de erosión, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	110
18.	Representación gráfica de áreas erosionadas, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	111
19.	Mapa de zonas de Vida, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	113
20.	Red hidrometeorológica, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	115
21.	Mapa de isoyetas, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	119
22.	Mapa de isotermas, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	121
23.	Mapa de degradación física de suelos (metodología GLASOD), cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	126
24.	Representación gráfica de áreas degradadas por remoción de suelos, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	127
25.	Mapa de polígonos de Thiessen, cuenca alta río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	135
26.	Curva de calibración de sedimentos en suspensión de la cuenca alta del río Chiriquí Viejo, Chiriquí, Panamá.....	141