

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
SISTEMA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

DETERMINACION DE PRIORIDADES Y FORMULACION DE OPCIONES DE
MANEJO PARA CONSERVACION DE SUELOS Y AGUAS EN LA
CUENCA DEL RIO CALDERA, BOQUETE, PANAMA

Tesis sometida a la consideración de la Comisión del Programa
Conjunto de Estudios de Posgrado en Ciencias Agrícolas y
Recursos Naturales de la Universidad de Costa Rica y
el Centro Agronómico Tropical de Investigación y
Enseñanza, para optar al grado de

Magister Scientiae

por

NOE AGUILAR VALDES

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Departamento de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica
1988

DEDICATORIA

A mis padres
Carlos Aguilar (q.e.p.d.)
Valentina Valdés

A mis hermanas

Dalys

Damisela

Cristina

A mis

sobrinos

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su sincero agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

A Jorge Faustino M. S. por la orientación, apoyo y constante estímulo en calidad de profesor consejero.

A Donald Kass Ph. D., Eric Richters M. S. y Hernán Contreras Ph. D., por su participación como miembros del comité asesor.

A Ivanor Ruiz De León M. S. por la colaboración prestada para la realización de este trabajo

A Gerardo Budowski Ph. D., anterior jefe del Departamento de Recursos Naturales Renovables del CATIE, por sus valiosas enseñanzas.

Al personal de apoyo del Proyecto Regional de Manejo de Cuencas del CATIE por su amistad, apoyo y estímulos recibidos.

Al Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación, en especial al personal técnico y de apoyo que labora en la Oficina de Manejo de Cuencas en Boquete, Panamá, por la amistad y constante apoyo durante los trabajos de campo.

A la Oficina Regional de Programas para Centroamérica y Panamá (ROCAP) de USAID, por la beca que garantizó mis estudios en CATIE.

Al Proyecto Regional de Manejo de Cuencas del CATIE/ROCAP, por la ayuda económica en la realización de la tesis.

A los compañeros estudiantes de Manejo de Cuencas del Programa de Posgrado UCR/CATIE, por la amistad que nos unió durante los dos años de estudios.

BIOGRAFIA

El autor nació en Penonomé, Panamá en 1958. Realizó sus estudios secundarios en el Instituto Fermín Naudeau, Panamá, en donde obtuvo el título de Bachiller en Ciencias en 1976.

De 1977 a 1982 cursó estudios en la Universidad de Panamá, en donde obtuvo el título de Licenciado en Ingeniería Agronómica con especialización en Fitotecnia.

De 1982 a 1985 se desempeñó como Profesor Asistente en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá en David, en el área de Ingeniería Agrícola y Conservación de Suelos y Aguas.

En abril de 1985 ingresó al Programa de Posgrado Universidad de Costa Rica/CATIE y en 1988 obtuvo el grado de Magister Scientiae en Recursos Naturales Renovables con especialización en Manejo de Cuencas Hidrográficas.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN.....	x
SUMMARY.....	xii
LISTA DE CUADROS.....	xiv
LISTA DE FIGURAS.....	xvii
1. INTRODUCCION.....	1
1.1. Definición de la problemática.....	1
1.2. Importanciá y justificación del estudio.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.4. Metas del estudio.....	4
2. REVISION DE LITERATURA.....	6
2.1. Manejo de cuencas y conservación de suelos y aguas.....	6
2.2. La asignación de prioridades para el manejo de cuencas hidrográficas.....	7
2.2.1. Definición y conceptos básicos.....	7
2.2.2. Antecedentes metodológicos.....	9
2.3. Problemas de degradación de suelos y aguas asociados a la agricultura de ladera.....	14
2.3.1. Concepto de zonas de ladera.....	14
2.3.2. Aspectos físicos de la problemática.	15
2.3.3. Aspectos socioeconómicos de la problemática.....	16
2.4. Consideraciones sobre experiencias anteriores en conservación de suelos y aguas en América Central.....	18
2.5. Evolución y situación actual del uso de la tierra en la cuenca del río Caldera, Panamá.....	24

3.	MATERIALES Y METODOS.....	29
3.1.	Actividades preliminares.....	29
3.1.1.	Selección del área de estudio.....	29
3.1.2.	Identificación de las instituciones de interés para el estudio y viaje de reconocimiento preliminar.....	29
3.2	Métodos.....	30
3.2.1.	Pasos para el desarrollo de la metodología.....	30
3.2.1.1	PRIMERA ETAPA. Actividades preli- minares.....	31
3.2.1.2	SEGUNDA ETAPA. Revisión de litera- tura sobre aspectos metodológicos en la asignación de prioridades.....	31
3.2.1.3	TERCERA ETAPA. Recopilación de información bibliográfica, carto- grafía y temática sobre la cuenca en estudio.....	31
3.2.1.4	CUARTA ETAPA. Evaluación y análisis de la información compilada y reco- nocimiento de campo.....	32
3.2.1.5	QUINTA ETAPA. Diagnóstico del uso de la tierra.....	32
3.2.1.6	SEXTA ETAPA. Selección de parámetros y asignación de coeficientes de ponderación.....	33
3.2.1.7	SEPTIMA ETAPA. Elaboración y ajuste de procedimiento metodológico.....	33
3.2.1.8	OCTAVA ETAPA. Procedimiento para la valoración de los parámetros y asignación de prioridades.....	34
3.2.2.	Aplicación de la metodología a la cuenca del río Caldera.....	34
3.2.2.1	Area de estudio.....	34

3.2.2.2	Delimitación de las unidades de análisis.....	36
3.2.2.3	Asignación de prioridades.....	36
3.2.3.	Formulación de recomendaciones de manejo para conservación de suelos y aguas.....	36
3.3	Consulta y apoyo.....	38
3.4	Materiales.....	38
4.	RESULTADOS.....	42
4.1.	Metodología propuesta para asignar prioridades en conservación de suelos y aguas.....	42
4.1.1.	Definición de objetivos.....	42
4.1.2.	Elaboración del plan y escala de trabajo.....	42
4.1.3.	Diagnóstico del uso de la tierra en la cuenca del río Caldera.....	43
4.1.4.	Selección de parámetros y asignación de coeficientes de ponderación.....	46
4.1.5.	Procedimiento para la valoración de los parámetros.....	50
4.2.	Aplicación de la metodología a la cuenca en estudio.....	65
4.2.1.	Los objetivos nacionales para el desarrollo y la conservación de suelos y aguas en Panamá.....	65
4.2.2.	Diagnóstico físico conservacionista	67
4.2.3.	Diagnóstico socio-económico.....	78
4.2.4.	Delimitación de las unidades de análisis.....	89
4.2.5.	Valoración de los parámetros.....	93
4.2.6.	Asignación de prioridades a las diferentes unidades de análisis....	110

4.3.	Formulación de recomendaciones de manejo para conservación de suelos y aguas.....	115
4.3.1	Recomendaciones de manejo propuestas.....	115
4.3.2.	Estrategias para el desarrollo de la conservación de suelos y aguas.....	127
5.	DISCUSION.....	132
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	136
7.	BIBLIOGRAFIA.....	140
8.	APENDICE	
Apéndice 1.	Determinación de la capacidad de uso de la tierra.....	149
Apéndice 2.	Determinación de la precipitación media y el índice de Fournier.....	153

ARRIJILAR VALDES, N. 1988. Determinación de prioridades y formulación de opciones de manejo para conservación de suelos y aguas en la cuenca del río Caldera, Boquete, Panamá. Tesis Mag. Sc. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 172 p.

RESUMEN

En Panamá, así como en la mayoría de los países de América Tropical, se tienen problemas de deterioro del suelo por erosión, que además causa impactos negativos aguas abajo en las cuencas hidrográficas.

La cuenca del río Caldera, está localizada en una de las regiones donde la erosión hídrica es de mayor magnitud en Panamá; las tierras altas de la Provincia de Chiriquí. Esta región es de gran importancia económica para el país, en la producción de hortalizas y café y en la generación de energía hidroeléctrica.

En este estudio se determinó el diagnóstico de la situación actual en la cuenca del río Caldera, en términos físico-conservacionistas y socioeconómicos. Este diagnóstico sirvió como marco para establecer un orden de prioridad para el tratamiento conservacionista de las cuencas menores y para formular recomendaciones y estrategias para el desarrollo y adopción de prácticas de conservación de suelos y aguas.

Para establecer el orden de prioridad se adaptó a la región en estudio una metodología que considera 15 parámetros agrupados en aspectos biofísicos, socioeconómicos e impactos negativos.

Para aplicar la metodología, la cuenca del río Caldera se subdividió en cuatro cuencas menores o microcuencas, resultando el siguiente orden de prioridad: 1º Alto Caldera, 2º río Palo Alto, 3º río Agua Blanca y 4º Bajo Caldera.

El ordenamiento prioritario obtenido logró separar en forma aceptable aquellas microcuencas que necesitan con mayor urgencia la conservación del suelo y el agua; y al mismo tiempo presentan mayores posibilidades de adopción y generación de efecto multiplicador en las prácticas conservacionistas.

Las recomendaciones para conservación de suelos y aguas se

formularon considerando aquellas prácticas sencillas y fáciles de adoptar, según las características de la región y de los agricultores. Estas prácticas se agrupan en prácticas para cultivos en limpio (hortalizas), para cultivos permanentes (café), para tierras de pastoreo, para zonas no agrícolas y para zonas especiales.

KEY WORDS: Soil and water conservation, watershed management and priorities classification

AGUILAR VALDES, N. 1988. Determination of priorities and formulation of management options for soil and water conservation in the rio Caldera watershed, Boquete, Panamá. Thesis M. Sc. UCR/CATIE. Turrialba, Costa Rica. 172 p.

SUMMARY

In Panama, as well as in the majority of Tropical American countries, deterioration problems due to erosion exist, which also cause negative impacts downstream in the watersheds.

The Rio Caldera watershed is located in the uplands of Chiriqui Province, one of the areas with the highest hydric erosion in Panama. This region is important for the country because of its production of vegetables, coffee and hydroelectric energy.

Through this study the diagnostic of the actual situation of the Rio Caldera watershed was defined in physical, conservationist, and socioeconomic terms. This diagnostic served as a frame to establish a priorities classification for the conservation management of minor watershed and to propose recommendations and strategies for the development and implementation of soil and water conservation practices.

A methodology which considers parameters assembled in biophysical, socioeconomic, and negative impact aspects was adopted to the area of study in order to establish the priorities classification.

As a result, four minor watersheds were distinguished and given the following priority rating: Alto Caldera: 1, Palo Alto: 2, Agua Blanca: 3, and Bajo Caldera: 4.

With the obtained classification it was possible to separate those minor watersheds with high soil and water conservation need and potential.

Simple and adaptable soil and water conservation practices, based on the characteristics of the area and of the farmers were recommended. These practices were grouped as follows: practices related to vegetable growing (gardens), practices related to the cultivation of perennial crops (coffee), practices for pasture areas, for areas that are not appropriate for agriculture and practices for special areas.

Finally, it is recommend to study in more detail a series of directed and undirected incentives to promote, develop and continue the recommended conservation practices.

PALABRAS CLAVES: Conservación de suelos y aguas, manejo de cuencas, determinación de prioridades

LISTA DE CUADROS

Página

En el texto

Cuadro no.

1.	Superficie de zonas de ladera, área de cultivo por persona y porcentaje de tierras erosionadas en los países de América Central.....	20
2.	Asignación de coeficientes de ponderación a los parámetros.....	49
3.	Puntaje según la capacidad de uso de la tierra..	51
4.	Puntaje según el grado de erosión.....	52
5.	Puntaje para el nivel de sobreuso del suelo.....	55
6.	Puntaje según la receptividad del agricultor....	57
7.	Puntaje según las prácticas y/o proyectos de conservación de suelos.....	58
8.	Puntaje para la producción y disponibilidad hídrica.....	59
9.	Puntaje según la existencia de obras hidráulicas.....	60
10.	Puntaje según las actividades económicas.....	61
11.	Puntaje según la accesibilidad.....	62
12.	Puntajes según la contaminación del agua.....	63
13.	Puntaje según los problemas de inundaciones.....	65
14.	Resumen de las principales características biofísicas de la cuenca del río Caldera.....	77
15.	Valoración de la capacidad de uso de la tierra..	94
16.	Valoración de la erosión actual.....	95
17.	Valoración de la erosión potencial.....	96
18.	Valoración del nivel de sobreuso del suelo.....	97
19.	Valoración de la relación área de ladera/ área plana.....	98
20.	Valoración de la densidad de la población rural.....	99

21.	Valoración de la receptividad del agricultor.....	101
22.	Valoración de la existencia de prácticas y/o proyectos de conservación de suelos y aguas.....	102
23.	Valoración de la producción y disponibilidad hídrica.....	103
24.	Valoración de la existencia de obras hidrau- licas.....	104
25.	Valoración de las actividades económicas.....	105
26.	Valoración de la accesibilidad.....	106
27.	Valoración de la contaminación del agua.....	108
28.	Valoración de problemas de inundaciones.....	109
29.	Valoración del déficit hídrico en el suelo.....	110
30.	Puntaje por parámetro, por grupo de pará- metros y total en las microcuencas.....	112

En el apéndice

Cuadro no.

1A.	Esquema de clasificación de la capacidad de uso de la tierra para suelos profundos (más de 90 cm) derivados de cenizas volcánicas.....	151
2A.	Estaciones meteorológicas utilizadas para el trazado de las isoyetas.....	154
3A.	Valores de algunos indicadores de calidad de agua en varios puntos de la cuenca del río Caldera... ..	156
4A.	Caudales promedios mensuales (m ³ /s) para tres estaciones hidrométricas del río Caldera.....	157
5A.	Características de las zonas de vida la cuenca del río Caldera.....	158
6A.	Población total por corregimiento, lugar poblado y sexo en la cuenca del río Caldera: censos de 1960, 1970 y 1980.....	159
7A.	Población del Distrito de Boquete por sexo y edad: censo de 1980 y proyección para el año 1990.....	160
8A.	Algunas características importantes de las	

viviendas particulares ocupadas de la cuenca del río Caldera por corregimiento y lugar poblado: censo de 1980.....	161
9A. Algunas características importantes de la población de la cuenca del río Caldera por corregimiento y lugar poblado: censo de 1980...	162
10A. Inventario de infraestructura de carreteras y caminos en la cuenca del río Caldera.....	163
11A. Número y superficie de las explotaciones agropecuarias según su tamaño en el Corregimiento Cabecera del Distrito de Boquete: censo de 1981.	164
12A. Régimen de tenencia y superficie de las explotaciones agropecuarias ocupadas según su tamaño en el Corregimiento Cabecera del Distrito de Boquete: censo de 1981.....	165
13A. Peso en toneladas de café húmedo procesado por los beneficios de café de la cuenca del río Caldera: 1980-85.....	166

LISTA DE FIGURAS

Página

En el texto

Figura no.

1. Localización de la cuenca del río Caldera.....	35
2. Esquema de las etapas metodológicas desarrolladas.....	39
3. Nomograma para determinar la erosión potencial...	54
4. Mapa de microcuencas.....	90
5. Orden de prioridad de las microcuencas.....	114

En el apéndice

Figura no.

1A. Mapa de geología y geomorfología.....	167
2A. Mapa de suelos y fertilidad.....	168
3A. Mapa de suelos.....	169
4A. Mapa de isoyetas.....	170
5A. Climadiagrama de las estaciones meteorológicas...	171
6A. Mapa de zonas de vida.....	172
7A. Mapa de formas de erosión.....	173
8A. Mapa de capacidad de uso de la tierra.....	174
9A. Mapa de niveles de sobreuso.....	175
10A. Mapa de lugares poblados y vías de acceso.....	176