

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

DESARROLLO DE UN MODELO PARA EVALUACION
AUTOMATIZADA DE TIERRAS EN PUEBLO NUEVO,
ESTELI, NICARAGUA

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

ELDYS ORLANDO MONCADA SANDOVAL

CATIE
Turrialba, Costa Rica
1990

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:



José Arze Borda, M.Sc.
Profesor Consejero

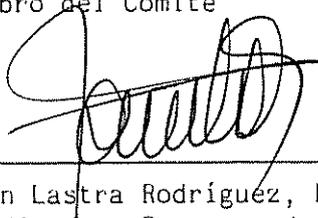


Donald L. Kass, Ph.D.
Miembro del Comité



Pedro Oñoro, Ph.D.
Miembro del Comité

Miembro del Comité



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

Dr. José Luis Parisí
Subdirector General Adjunto de Enseñanza



Eldys Orlando Moncada Sandoval.
Candidato

DEDICATORIA

A mis madres
eternas formadoras
del amor, la justicia
y la dignidad.

Olga Moncada Gómez
Emilia Moncada Sánchez (q.e.p.d.)

A mi esposa y mis
hijos, por su amor
y comprensión

Maritza Chavarria Torres
Maryeldys Moncada Chavarria
Orlando Moncada Chavarria

A mis hermanos
queridos

Miriam, Martha, Sovieth y
Fernando

A mis trece tíos (as)

Trece hermanos (as), fieles
cumplidores (as) de los princi-
pios maternos.

Al Pueblo heroico de Sandino y en especial a los Mártires y
Héroes que murieron por la justicia.

RECONOCIMIENTO

Al M.Sc., José Arze Borda, Consejero Principal y amigo, prototipo del profesional creativo, gran crítico y forjador de hombres.

Al Ph.D. Donald Kass, extraordinariamente consecuente, profesor y amigo de muchos años.

Al Ph.D. Pedro Oñoro, por sus enseñanzas y contribuciones para llevar a cabo este trabajo.

A mi profesor, compañero de trabajo y gran amigo, José Andrés Mejía Torres (q.e.p.d.) que siempre estuvo pendiente de mi persona y situación de estudiante.

Un agradecimiento muy especial al M.Sc. Romero Solano quien me brindó amplio y desinteresado apoyo y amistad para poder realizar mis estudios.

Al M.Sc. Roberto Díaz Romeu por su sincera y constante colaboración para el éxito del trabajo.

A mi profesor PhD. Ludwing E. Muller, Miembro temporal del Comité de Tesis donde brindó buena parte de su experiencia.

Al grupo de expertos: Ph.D. José Valente Moraes, Representante Técnico de FAO en Nicaragua; M.Sc. Edgardo Mejía, Róger Urbina, Miguel A. Rodríguez y al Ing. Julio Molina.

A los compañeros Nicaraguenses quej incondicionalmente me apoyaron: M.Sc. Víctor Cedeño y Tomás García.

A la Directora del Centro Nacional del Café Ing. Patricia Contreras y personal del laboratorio de suelos.

A mis compañeros de estudio por su sincera amistad y gran unión, un ejemplo, los Dominicanos, Colombianos, Peruanos y Mexicanos, amigos de gran hospitalidad. Un lugar especial a Juan C. Chacón con quien compartimos la vida estudiantil y nuestras experiencias.

Especial agradecimiento al grupo de estudiantes Nicaraguenses promoción 1990-1992, símbolo de amistad y camaradería.

Al personal técnico de Pueblo Nuevo, Nicaragua, que durante 1990 brindaron todo su apoyo: Ulises Zeas, Inocencio Corea, Gloria E. Córdoba, Ramón Rivas, Alejandro Rubí, Gonzalo Gámez y Frank Carrasco.

A los especialistas de dibujo y fotointerpretación Sergio Fiallos y Vicente Núñez, Estelianos colaboradores.

Al incansable Segundo Marín, colaborador y amigo.

Al Proyecto y Personal de PRONORTE (NICARAGUA) quienes financiaron y colaboraron con mis estudios.

A Zaritza Chávez, por su gran amistad y apoyo secretarial.

Al personal de CATIE que siempre me brindó su amistad y sus apreciables servicios: Mario, Flor, Gerardo, Campos, Jorge, Tati, Lisset, Lilliam, j Favio, Jesús, Edgardo, Julio, Víctor, Washington y todos los demás compañeros de labores, que son bastantes.

BIOGRAFIA

El autor nació en Cacaúlí, Somoto, Nicaragua, en 1952.

Obtuvo el título de Ing. Agrónomo Fitotecnista en la Escuela Nacional de Agricultura y Ganadería de Managua, Nicaragua en el año de 1977.

Laboró como Supervisor de Asistencia Técnica en el Instituto de Bienestar Campesino de 1977 a 1978.

Se desempeñó como Coordinador del Proyecto "Investigación en Sistemas de Cultivos para Productores de Escasos Recursos en Estelí, Nicaragua", de 1978 a 1983.

Fue Director Regional de Producción de Reforma Agraria en Estelí, Nicaragua, de 1983 a 1984.

Ingresó como Director Regional de Agricultura del Ministerio de Desarrollo Agrario y Reforma Agraria, Región I, Nicaragua, de 1984 a 1988.

En setiembre de 1988 ingresó al Programa de Posgrado en Sistemas de Producción Agrícola del CATIE y obtuvo el grado Magister Scientiae el 12 de diciembre de 1990.

CONTENIDO DE LA TESIS

RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
Lista de cuadros.....	xiii
Lista de figuras.....	xv
1. INTRODUCCION.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. SUPUESTOS.....	3
4. REVISION DE LITERATURA.....	4
4.1 Conceptos.....	5
4.1.1 Clase primordial de uso.....	5
4.1.2 Tipos de utilización.....	5
4.1.3 Requisitos de uso de la tierra.....	5
4.1.4 Características de la tierra.....	6
4.1.5 Calidad de la tierra.....	6
4.1.6 Unidad de mapeo de la tierra.....	6
4.1.7 Arboles de desición.....	7
4.1.8 Armonización.....	7
4.1.9 Evaluación física.....	7
4.1.10 Evaluación económica.....	7
4.1.11 Modelos de simulación y sistemas expertos.....	8
4.2 El Sistema Automatizado para Evaluación de Tierras (ALES).....	10
4.3 Evaluación y Clasificación.....	12
4.4 Sistemas de Clasificación.....	13
4.4.1 El Sistema USDA.....	13
4.4.2 Enfoque de la Dirección Ejecutiva del Catastro de Honduras (EDEC).....	13
4.4.3 El Sistema Marín de Nicaragua.....	14
4.4.4 El Sistema Sheng.....	14
4.4.5 El Sistema Tablas.....	15
4.4.6 El Sistema Michaelsen.....	15
4.4.7 Sistema del Centro Científico Tropical (CCT).....	16

4.5	El Sistema de Evaluación de Tierras según la FAO.....	16
5.	MATERIALES Y METODOS.....	21
5.1	Localización y descripción de la zona de estudio.....	21
5.2	Aspectos Socioeconómicos y Productivos.....	22
5.3	Procedimiento para evaluación de tierras.....	23
5.3.1	Aspectos físicos.....	23
5.3.2	Aspectos biológicos.....	23
5.3.3	Aspectos teóricos.....	25
5.4	Consultas iniciales.....	26
5.4.1	Definición de la zona de estudio, clase primordial de uso y tipos de uso de tierra.....	26
5.4.2	Recolección de información.....	27
5.5	Definición de las cualidades, características, requisitos de uso y clase de aptitud de la tierra.....	29
5.6	Determinación de unidades de mapeo de la tierra.....	36
5.6.1	Fotointerpretación.....	36
5.6.2	Delimitación de unidades de mapeo de la tierra.....	37
5.7	Determinación de características de la tierra en unidades de mapeo.....	38
5.8	Entrenamiento con el Sistema Automatizado para Evaluación de Tierras (ALES).....	45
5.9	Construcción y manejo del sistema experto con el Sistema Automatizado para Evaluación de Tierras (ALES).....	45
5.9.1	Estructura del programa (Anexo 2.1)	
5.9.2	Procesos de cómputo para evaluación de tierras.....	47
6.	RESULTADOS.....	49
6.1	Generación de mapas.....	49
6.1.1	Mapa Base.....	49

6.1.2	Mapa de uso actual de la tierra.....	49
6.1.3	Mapa de geomorfología.....	50
6.1.4	Mapa de unidades de tierras homo- géneas.....	51
6.1.5	Mapa de Isoyetas.....	51
6.2	Unidades de tierras homogéneas.....	51
6.3	Características de la Tierra.....	54
6.4	El Sistema Experto.....	60
6.4.1	Comparación del sistema experto Vs el sistema real.....	61
6.4.1.1	Modelo de café.....	61
6.4.1.2	Modelos de maíz y papa.....	64
6.4.1.3	Prueba de sensibilidad.....	64
6.4.2	Resultados de la evaluación econó- mica y física.....	70
7.	DISCUSION.....	73
7.1	Generación de mapas.....	73
7.2	Unidades de tierras homogéneas.....	73
7.3	Características de la tierra.....	73
7.4	El Sistema Experto.....	77
7.4.1	Veracidad de resultados y consultas.....	78
7.4.2	Evaluación económica y física.....	78
7.4.3	Algunas consideraciones.....	79
7.4.3.1	Construcción de modelos.....	79
7.4.3.2	Manejo de sistema.....	81
8.	CONCLUSION.....	82
9.	RECOMENDACION.....	83
10.	BIBLIOGRAFIA.....	84
11.	APENDICE.....	89
	ANEXO 1.....	89
	ANEXO 2.....	103
	ANEXO 3.....	121

MONCADA SANDOVAL, E. O. 1990. Desarrollo de un modelo automatizado para evaluación de tierras en Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua. Tesis M. Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 156 p.

RESUMEN

El municipio de Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua posee un área de 200 Km² con a) un relieve moderadamente escarpado y reducido potencial productivo; y b) un valle plano a ligeramente ondulado con buen potencial. Existe sobre-explotación del bosque, áreas para uso amplio o perenne no utilizadas como tales y suelos para uso especial sin el manejo debido. Estos factores, más la falta de planificación de la tierra han conducido a procesos erosivos, vegetación rala, degradación y deterioro de los recursos naturales, con impactos negativos en los sistemas productivos.

Las metodologías para evaluación de tierras han evolucionado en dos sentidos, a) la clasificación, que es de vigencia temporal, de consideraciones físicas y de carácter conservacionista, y b) la evaluación de tierra y su uso, que además de lo anterior incluye aspectos de vegetación y socioeconómicos para identificar usos probables.

Los objetivos fueron a) determinar, evaluar y proponer tipos de utilización de la tierra respecto a la aptitud hacia los sistemas de producción predominantes, y b) determinar la factibilidad del uso del sistema FAO para la evaluación de tierras y del sistema ALES como instrumento dinámico de evaluación.

Los supuestos fueron a) el sistema FAO para evaluación de la tierra es aplicable en zonas específicas para determinar su aptitud en cuanto a usos y b) el Programa ALES es para la evaluación de tierras y permite construir un sistema experto.

Para este estudio se aplicó el sistema de evaluación de tierras y su uso desarrollado por FAO desde 1976. Está constituido por los subsistemas a) uso de la tierra, a su vez con dos componentes (tipos de utilización y requerimientos de uso de la tierra) y b) la tierra, con dos componentes (unidad de la tierra y propiedades).

Las entidades evaluadas fueron unidades de mapeo definidas por el uso actual y la geomorfología. Mediante la armonización entre requisitos de uso de la tierra y las cualidades de dichas unidades, se determinaron las clases de aptitud. Para ello se utilizó el Sistema Automatizado para la Evaluación de Tierras (ALES). Este programa no contiene conocimiento de la tierra, es un esqueleto donde el evaluador concentra información lógica que le permite construir su propio sistema experto.

Como resultado se determinaron tres tipos de utilización: maíz tecnificado con bueyes, papa tecnificada con bueyes y café semi-tecnificado (nivel intermedio de insumos); se construyó un sistema experto para dichos usos y se determinaron y evaluaron 16 unidades de tierras homogéneas en términos físicos y económicos.

El modelo construido simuló adecuadamente los rendimientos para cada rubro; también es un sistema que permite aumentar la base de datos y de conocimientos, cambiar parámetros y hacer evaluaciones en cualquier tiempo.

MONCADA S. O. 1990. Development of a Model for Land Evaluation Automatization in Pueblo Nuevo, Esteli, Nicaragua. Thesis M. Sc., Turrialba, C.R., CATIE. 156 p.

SUMMARY

The municipality of Pueblo Nuevo, Esteli, Nicaragua, has an area of 200 km² with: a) a moderate steep relief and a reduced production potential; and b) a plain to slightly undulating valley with a good agricultural potential. There exist an overexplotation of the forest, areas for ample or perennial use not exploited as such due to different structural reasons, and soils for special use without the appropriate management. These factors, plus the lack of soil planning have lead to an erosion process, scarce vegetation and the degradation and deterioration of the natural resources, with negative impacts in production systems.

The methodologies for land evaluation have changed in two ways: a) classification, which is temporary, includes physical considerations as well as conservationist; and b) land evaluation and its use, that besides the above considerations, include vegetative and socio-economic aspects in order to identify probable uses.

The objectives were: a) to determine, evaluate and propose types of land use in relation to aptitude towards predominating production systems; and b) determine the feasibility of the use of FAO's system for land evaluation and ALES system as a dynamic evaluation instrument.

The hypothetical framework were: FAO system for land evaluation as applied in specific zones in order to determine their aptitude in relation to uses; and b) ALES program is for land evaluation and facilitate construct an expert system.

For this study, FAO's evaluation system developed since 1976, was used. It is constituted by different subsystems: a) land use, with two components (types of utilization and requirements of land use); and b) the land, with two components (land unit and properties).

The entities being evaluated were the mapping units defined by the actual land use and geomorphology. Through the harmonization between land use requirements and qualities of such units, the classes of aptitude were determined. For this procedure the Automated Land Evaluation System was used. This program does not have a

knowledge of land, it is a skeleton where the evaluation concentrates logical information which will enable it to construct its own expert system.

As a result, three types of utilization were determined: technified corn with oxenpower, technified potato with oxenpower and semi-technified coffee (intermediate level of input). An expert system was constructed for those uses and 16 units of homogeneous lands were determined and evaluated in its physical and economic terms.

The model constructed simulated adequately the output for each item. It is also a system that will permit increase the data base and knowledge change the parameters and make evaluations at any time.

LISTA DE CUADROS

Cuadro N ^o	Página N ^o
1. Area, rendimiento y producción de los cultivos predominantes en Pueblo Nuevo Estelí, Nicaragua. 1990 (Estadísticas MIDINRA, Región I. Sondeo CATIE, 1987).....	23
2. Cualidades y características de la tierra evaluada en Pueblo Nuevo. Estelí, Nicaragua. 1990.....	30
3. Requisitos de uso de la tierra para maíz. Nicaragua, 1990.....	32
4. Requisitos de uso de la tierra para café. Nicaragua, 1990.....	33
5. Requisitos de uso de la tierra para papa. Nicaragua, 1990.....	34
6. Procedencia de la información utilizada para determinar características de la tierra. Pueblo Nuevo, Estelí Nicaragua. 1990.....	39
7. Descripción ubicación y área de unidades de tierras homogéneas identificadas en Pueblo Nuevo. Estelí, Nicaragua 1990.....	52
8. Valores de las características de la tierra en las unidades de mapeo evaluadas en Pueblo Nuevo. Estelí, Nicaragua. 1990.....	55
9. Rendimiento observado y simulado en Kg/ha de café para cada unidad de tierra homogénea antes y después de cada ajuste para Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua. 1990.....	61
10. Rendimientos en Kg/ha de maíz y Tm/ha de papa simulados y observados para.....	65
11. Resultados de rendimiento y variables económicas en la prueba de sensibilidad para el modelo con café en Pueblo Nuevo. Estelí, Nicaragua. 1990.....	69

12. Aptitud económica (Margen Bruto) y
aptitud física para unidades de mapeo
de tierras en pueblo Nuevo. Estelí,
Nicaragua. 1990..... 71

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº	Fágina Nº
1. Diagrama de flujo para evaluación de tierras con el ALES (Automated Land Evaluation system).....	24
2. Regresión entre rendimiento observado y simulado para el cultivo de café.....	63
3. Regresión entre rendimiento observado y simulado para el cultivo de maíz.....	66
4. Regresión entre rendimiento observado y simulado para el cultivo de la papa.....	67

APENDICE DE FIGURAS

Figura Nº	Fágina Nº
1A. Mapa de isoyestas para el área del proyecto FRONORTE.....	89
2A. Mapas topográficos de Hojas 2956 III (Condega).....	90
3A. Mapas topográficos de Hojas 2856 III (Somoto).....	91
4A. Mapas topográficos de Hojas 2855 I (San Juan de Limay).....	92
5A. Mapas topográficos de Hojas 2955 IV (Río Estelí).....	93
6A. Mapa base del Municipio de Fueblo Nuevo, Estelí.....	94
7A. Geomorfología de la zona en Fueblo Nuevo, Estelí.....	95
8A. Fotointerpretación del uso actual de la tierra.....	97

9A. Unidades de mapeo de la tierra.....	99
10A. Computación de valores para cuali- dades de la tierra.....	100
11A. Computación de costos predichos.....	101
12A. Computación para clases de aptitud física y económica.....	102