

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE
INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
AREA DE POSTGRADO

DESARROLLO DE MODELOS PARA EVALUACION
DE TIERRAS EN EL TROPICO SECO DE JUTIAPA,
GUATEMALA: APLICACION DEL SISTEMA
AUTOMATIZADO -ALES-

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

Magister Scientiae

Por

Juan Ernesto Celada Robles

CATIE

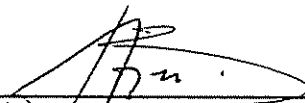
Turrialba, Costa Rica

1993

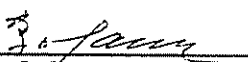
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

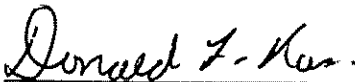
FIRMANTES:




José Arze Borda, M.Sc.
Profesor Consejero



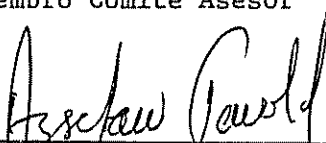
Romeo Solano, M.Sc.
Miembro Comité Asesor



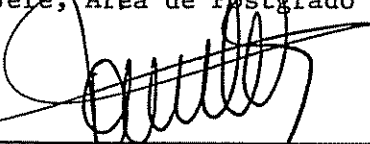
Donald Kass, Ph.D.
Miembro Comité Asesor



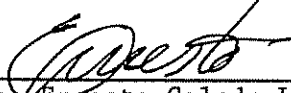
Pedro Oñoro, Ph.D.
Miembro Comité Asesor



Assefaw Tewelde, Ph.D.
Jefe, Área de Postgrado



Ramón Lastra, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza



Juan Ernesto Celada L.
Candidato

AGRADECIMIENTO

El autor desea constancia de su agradecimiento a las siguientes personas e instituciones:

M.Sc. José Arze Borda, consejero principal, quien me compartió conocimientos, experiencias profesionales y una invalorable amistad.

M.Sc. Romeo Solano A., miembro comité asesor, paisano y amigo de grandes virtudes.

Ph.D. Donald L. Kass, miembro comité asesor, por su apoyo y amistad.

Ph.D. Pedro Oñoro, miembro comité asesor, por las valiosas contribuciones al trabajo.

M.Sc. Leopoldo Gómez, por el apoyo y amistad compartida.

M.Sc. Carlos Heer y Licda. Claudia María Velasquez por su desinteresada cooperación durante el trabajo de campo y apreciada amistad.

Proyecto SAREC/AFN/CATIE por el apoyo brindado para realizar el trabajo de campo.

A la Sra. Marlen Romero por la revisión final.

Proyecto RENARM/CUENCAS por el patrocinio de la beca de posgrado.

A los técnicos y especialistas guatemaltecos del ICTA región IV y Proyecto Madeleña del CATIE, por sus contribuciones como expertos para el desarrollo del trabajo.

DEDICATORIA

A DIOS

A la memoria de mis padres Juan Ernesto y Elena de la Luz.

A mi esposa MIRIAM HAYDEE , a quien le comparto el logro de esta meta, admirando su inquebrantable fé, amor y apoyo recibido.

Especialmente a mis hijos GUSTAVO ERNESTO y JUAN ALBERTO , quienes en su sagrada inocencia, supieron comprender nuestra separación y alentaron mi espíritu en todo momento.

A mis hermanos Ma. Jeannette, Gustavo Adolfo, Ana Concepción, Alarick Antonio, Roxana Elena y familiares en general.

A la familia Solano Roca por la amistad brindada.

A la invalorable amistad de los compañeros de posgrado, especialmente de: Galileo Rivas, Carlos A. Quiróz, Héctor Lobos, Carlos León, Humberto Sánchez, Evelyn Franco, Victoria Mainardi, Octavio Sánchez, Oscar Valenzuela, Julio César Aguilar y Napoleón Mejía.

BIOGRAFIA

El autor nació en la ciudad de San Miguel Totonicapán, Guatemala, en 1956.

Ingresó a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en 1975, donde obtuvo el título de Ingeniero Agrónomo.

Laboró como Investigador Profesional en el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA, entre 1980 y 1983.

Se desempeñó como Director Técnico de la Región IV, del Instituto Nacional de Comercialización en el área de mercadeo y comercialización agrícola en 1983.

Fue Director del Centro Universitario de Suroriente de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con sede en la ciudad de Jalapa; desarrollándose en docencia, investigación, servicios y apoyo al desarrollo regional entre 1985 y 1990.

Laboró en la Facultad de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícola de la Universidad Rafael Landívar entre 1981 y 1983.

Se desempeñó en tres oportunidades como investigador en proyectos orientados a sistemas de producción y recursos naturales, impulsados por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE- en la región centroamericana.

Ha ejercido como consultor individual y asociado; fue socio fundador de la Asociación Guatemalteca para el Desarrollo Sustentable y representante de la consultora ECOPREDE realizando estudios y proyectos en atención al ambiente y la pobreza.

En setiembre de 1991, ingresó con el apoyo becario del Proyecto RENARM/CUENCAS al Programa de Estudios de Posgrado del CATIE, haciendo énfasis en las áreas de Agroforestería y Manejo de Cuencas Hidrográficas donde obtuvo el grado de Magister Scientiae, en octubre de 1993.

CONTENIDO

| | |
|--|-----|
| RESUMEN..... | vi |
| SUMMARY..... | vii |
| I. INTRODUCCION..... | 1 |
| III. OBJETIVOS..... | 3 |
| Objetivo general..... | 3 |
| Objetivos específicos..... | 3 |
| IV. HIPOTESIS..... | 3 |
| V. REVISION DE BIBLIOGRAFIA..... | 4 |
| 5.1 Evaluación de tierras..... | 5 |
| 5.2 Sistemas de clasificación y evaluación..... | 6 |
| 5.3 Sistemas de expertos..... | 11 |
| 5.4 Principales características bio físicas y socioeconómicas del Departamento de Jutiapa.... | 12 |
| 5.4.1 Población y densidad | 12 |
| 5.4.2 Ríos y escorrentía..... | 13 |
| 5.4.3 Topografía y geología..... | 13 |
| 5.4.4 Suelos..... | 14 |
| 5.4.5 Uso de la tierra y cobertura..... | 15 |
| 5.4.6 Tenencia de la tierra..... | 17 |
| 5.4.7 Agricultura..... | 19 |
| 5.4.8 Situación de los recursos naturales..... | 20 |
| 5.4.8.1 Zonas de vida..... | 20 |
| 5.4.8.2 Principales problemas ambientales..... | 21 |
| 5.4.9 Infraestructura vial..... | 23 |
| 5.5 Tipos de uso de la tierra actuales y alter- tivos y sus requerimientos..... | 24 |
| 5.5.1 Requisitos del maíz (<i>Zea mays</i>)..... | 24 |
| 5.5.2 Requisitos del frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)..... | 26 |
| 5.5.3 Requisitos del sorgo (<i>Sorghum vulgare</i>)..... | 27 |
| 5.5.4 Requisitos del eucalipto (<i>Eucaliptus camal - dulensis</i>)..... | 28 |
| VI. MATERIALES Y METODOS..... | 30 |
| 6.1 Localización..... | 30 |
| 6.2 Descripción bio física y socioeconómica..... | 31 |
| 6.2.1 Clima..... | 31 |
| 6.3 Materiales..... | 32 |
| 6.4 Procedimiento..... | 34 |
| 6.4.1 Identificación, selección del área y unida- de la tierra..... | 34 |

| | | |
|--------------|---|-----------|
| 6.4.2 | Selección y descripción de los tipos de uso de la tierra..... | 35 |
| 6.4.2.1 | Cultivos asociados maíz+frijol+sorgo..... | 36 |
| 6.4.2.2 | Sistema taungya maíz+frijol+eucalipto..... | 38 |
| 6.5.2.3 | Plantación bosque eucalipto..... | 39 |
| 6.4.3 | Identificación de los expertos..... | 40 |
| 6.4.4 | Definición de los requisitos de uso..... | 40 |
| 6.4.5 | Determinación de las características de uso de la tierra..... | 44 |
| 6.4.6 | El sistema de expertos..... | 56 |
| 6.5 | Manejo del sistema y construcción de los modelos..... | 58 |
| VII. | RESULTADOS Y DISCUSION..... | 60 |
| 7.1 | Unidades de mapeo..... | 60 |
| 7.2 | Uso actual de la tierra | 61 |
| 7.3 | Características de la tierra..... | 63 |
| 7.5 | El sistema de expertos..... | 67 |
| 7.6 | Modelo de cultivos asociados..... | 70 |
| 7.6.1 | Aptitud física..... | 70 |
| 7.6.2 | Aptitud económica..... | 71 |
| 7.7 | Modelo del sistema taungya..... | 72 |
| 7.7.1 | Aptitud física..... | 72 |
| 7.7.2 | Aptitud económica..... | 72 |
| 7.8 | Modelo plantación <i>Eucalyptus camaldulensis</i> | 74 |
| 7.8.1 | Aptitud física..... | 74 |
| 7.8.2 | Aptitud económica..... | 75 |
| 7.5 | Calibración del modelo cultivos asocio..... | 77 |
| VII. | CONCLUSIONES..... | 87 |
| VIII. | RECOMENDACIONES..... | 88 |
| IX. | BIBLIOGRAFIA | 89 |
| XI. | ANEXOS | |
| | Localización Departamento Jutiapa..... | 98 |
| | Esquema Evaluación tierras FAO..... | 99 |
| | Descripción unidades de mapeo..... | 104 |
| | Leyenda uso actual de la tierra..... | 109 |
| | -Mapa base..... | 110 |
| | -Mapa de hidrología..... | 111 |
| | -Mapa de unidades de la tierra (mapeo)..... | 112 |
| | -Mapa de uso actual de la tierra..... | 113 |
| | -Aptitud física, flujo de caja y rendimiento proporcional por tipo de uso de la tierra y unidad de mapeo..... | 114 |

CELADA ROBLES, J.E. 1993. Desarrollo de modelos para evaluación de tierras en el trópico seco de Jutiapa, Guatemala: aplicación del sistema automatizado -ALES-

Palabras claves: Aptitud, cultivos asociados, *Eucaliptus camaldulensis*, evaluación tierras, modelos, Jutiapa, planificación, sistemas agroforestales, trópico seco, uso de la tierra.

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el Departamento de Jutiapa, localizado al suroriente de Guatemala, C.A. El propósito del mismo, fue desarrollar modelos de evaluación automatizada de tierras en tipos de uso actuales como sistemas de cultivos anuales, un sistema taungya y una plantación de eucaliptos (*E. camaldulensis*). El área de estudio tiene una extensión de 3,219 kms²; la zona de vida predominante es el bosque seco subtropical (Holdridge, L. 1958). La precipitación media anual es de 1,222 mm con una temperatura media anual de 26.5 °C. La vocación natural es forestal y áreas de reserva, predominan las clases agrológicas VI a VIII (SGCNPE, 19981); el uso predominante es de cultivos anuales, pastos y vegetación arbustiva. Factores asociados como las pendientes e inadecuadas prácticas de cultivos han provocado conflictos en el uso de la tierra y un acelerado deterioro de los recursos naturales. Los supuestos planteados se orientaron a verificar los patrones y categorías del uso de la tierra y la precisión del Sistema Automatizado de Evaluación de Tierras ALES, en la construcción de modelos de evaluación, del marco de la FAO, (1976). A través del proceso de armonización entre los requisitos de uso y las características de la tierra, se determinó la aptitud física y económica en las unidades de mapeo evaluadas. El tipo de uso de plantación de *Eucaliptus camaldulensis*, reporta una mejor aptitud, seguido por el sistema taungya y posteriormente, los cultivos anuales; la aptitud económica evaluada a través del valor de margen bruto y la relación beneficio/costo muestra una relación directa con la aptitud física. Finalmente, se observó una marcada influencia de que los factores socioeconómicos tienen sobre la distribución del uso de la tierra y se aprecia que el ALES es una herramienta que orienta la toma de decisiones para la planificación del uso de la tierra.

CELADA ROBLES, J.E. 1993. Development of land evaluation models in the dry tropics of Jutiapa, Guatemala: Application of automated land evaluation system (ALES).

KEY WORDS: Annual food crops models, agroforestry systems, automated system, associated crops, expert system, dry tropics, land evaluation, Jutiapa, Guatemala, land use, planning, taungya.

SUMMARY

This study was carried out in the Jutiapa Department, located in the southeastern part of Guatemala. Its main objective was to develop automated land evaluation system on different land uses such as annual food crops, one taungya system and eucalyptus like a forest alternative (*E. camaldulensis*). The area of study covers an extension of 3,219 km². Subtropical dry forest is the predominant life zone (Holdridge, 1958). The mean annual rainfall and temperature are 1,222 mm and is 26.5 °C respectively. The natural occupancy is forestry and reserve areas; agrological classes VI and VIII are the most predominant (SGCNPE, 1981); the main land use are associated crops, pastures and shrub vegetation. Associated factors such as slopes and inadequate crop practices have incited land use conflicts and an accelerated environmental deterioration. The hypothesis stated were addressed to verify the land use patterns and categories and the accuracy of the Automated Land Evaluation System (ALES), on the model construction of the FAO scheme (1976). Through the comparison process between the use requirements and land features, the physical and economical occupation of the assessed mapping units were determined. *Eucalyptus camaldulensis* land use showed the best occupation, followed by the taungya system and annual crops. The economical occupation evaluated, through the gross margin value and the benefit/cost relation, showed a direct relation with physical occupation. Finally, there is a marked influence that socioeconomic factors have on the distribution of land use and that ALES is a tool to address decision-making for land use planning.

LISTA DE CUADROS

| Número cuadro. | Número página |
|---|---------------|
| 1. Aptitud y área de las tierras del Departamento de Jutiapa, Guatemala | 7 |
| 2. Uso y cobertura de las tierras del Departamento de Jutiapa, Guatemala..... | 16 |
| 3. Tenencia de la tierra por tamaño de finca y superficie del Departamento de Jutiapa, Guatemala..... | 18 |
| 4. Relaciones de características y requisitos de uso de la tierra..... | 42 |
| 5. Características de la tierra por unidad mapeo..... | 46 |
| 6. Características de la tierra por unidad mapeo..... | 47 |
| 7. Características de la tierra por unidad mapeo..... | 48 |
| 8. Características de la tierra por unidad mapeo..... | 49 |
| 9. Características de la tierra y procedencia de la información..... | 56 |
| 10. Unidades de mapeo y extensión en hectáreas..... | 61 |
| 11. Clases de aptitud física de cada unidad de la tierra por tipo de utilización..... | 82 |
| 12. Clases de aptitud económica de margen bruto y valor presente neto..... | 83 |
| 13. Aptitud económica por relación beneficio/costo..... | 84 |
| 14. Aptitud física y económica de la unidades mapeo..... | 85 |

LISTA DE FIGURAS

| Número Figura | Número página |
|---|---------------|
| 1. Precipitación media anual..... | 32 |
| 2. Esquema metodológico usado en la evaluación de tierras de Jutiapa, Guatemala..... | 59 |
| 3. Uso actual de la tierra en el Departamento de Jutiapa, Guatemala..... | 62 |
| 4. Aptitud física por tipo de uso de la tierra..... | 79 |
| 5. Aptitud económica por margen bruto..... | 79 |
| 6. Aptitud económica por relación beneficio/costo.... | 80 |
| 7. Aptitud económica por valor presente neto..... | 80 |
| 8. Rendimientos promedio simulados para el modelo cultivos anuales..... | 81 |
| 9. Método gráfico de calibración del modelo de cultivos asociados..... | 81 |
| 1. Anexo. Localización Departamento de Jutiapa, Guatemala..... | 98 |
| 2. Anexo. Esquema de evaluación de tierras de FAO... | 99 |
| 1. Mapa. Mapa base del área de estudio, Jutiapa,... Guatemala | 100 |
| 2. Mapa. Mapa de hidrología..... | 101 |
| 3. Mapa. Mapa de unidades de la tierra (mapeo) de la zona de estudio, Jutiapa, Guatemala.... | 102 |
| 4. Mapa. Mapa de uso actual de la tierra de la zona de estudio, Jutiapa, Guatemala..... | 103 |
| 5. Aptitud física, flujo de caja y rendimiento proporcional por tipo de uso de la tierra y unidad de mapeo. | |

I. INTRODUCCION

La economía agrícola y la seguridad alimentaria de los países subdesarrollados, se caracterizan principalmente por practicar una agricultura de subsistencia en explotaciones de medianos y pequeños agricultores bajo circunstancias bio físicas y económicas desfavorables. Los agro ecosistemas establecidos en estas condiciones responden a factores abióticos (clima-suelo), bióticos (plantas-animales) y de manejo (socioeconómicos) que imperan en la población agrícola.

La progresiva expansión de la frontera agrícola en el trópico, ha determinado un uso de tierras en zonas con poca o ninguna aptitud agrícola propiciando tipos de utilización con agricultura de subsistencia. Esta situación, ha provocado un conflicto en el uso de la tierra, por cuanto los sistemas de producción de los pequeños y medianos agricultores que están establecidos en las laderas, han derivado en un uso inapropiado de los recursos naturales.

En un apropiado manejo de los sistemas de producción, la planificación del uso de la tierra, está orientada a asumir correctas decisiones, de manera que los recursos permitan brindar una producción sostenible con beneficios para el hombre, frente a la preocupación por conservar tales recursos para el futuro (FAO, 1976).

La evaluación del uso de la tierra, es una actividad tan antigua como la agricultura misma. Desde que el hombre principió a desmontar los bosques para las actividades agrícolas, escogió un sitio para determinados cultivos, y a través de la prueba y error, experiencia y tradición ha ido determinando su aptitud (Lal, R. 1986).

En el presente estudio se utiliza el marco de evaluación de tierras de la FAO (1973) y se usa como instrumento de

análisis el Sistema Automatizado para Evaluación de Tierras (ALES).

Tomando en consideración las limitantes bio físicas y socioeconómicas de los agricultores en el departamento de Jutiapa, Guatemala, se desarrollan modelos basados en tipos de utilización de la tierra predominantes y alternativos compatibles con la aptitud de las misma, proponiendo agro ecosistemas biológica y socioeconómicamente atractivos para los agricultores así como con beneficios intangibles al ambiente.

Los recursos naturales en el Departamento de Jutiapa evidencian un marcado deterioro. Factores como la escasa cobertura del suelo, las prácticas inadecuadas en el manejo de los agro ecosistemas, la escasez de la tierra y la ausencia en la planificación del uso de la tierra han abierto la brecha no permiten un adecuado desarrollo sostenible.

La vocación de la zona es para bosques y áreas de reserva, el 80 por ciento de los suelos pertenecen a las clases agrológicas VI Y VIII (SGCNPE, 1980); sin embargo, predominan los cultivos anuales, pastos vegetación secundaria (SGCNPE, 1981).

Las diversas limitaciones bio físicas y las desfavorables condiciones socioeconómicas de los pobladores de la referida zona, plantea dos aspectos claros: la necesidad de satisfacerles la demanda de alimentos y la de proteger a la vez los recursos naturales.

Ante ello, la evaluación de tierras es urgente y necesaria con el propósito de conocer la aptitud, proponer el mejor uso posible y/o tomar las medidas correctivas en aquellos que por razones de subsistencia se continúen realizando.

III. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Desarrollar modelos para la evaluación de diferentes tipos de uso de la tierra.

3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar tipos actuales modales y alternativos de utilización de la tierra en el trópico seco de Jutiapa, Guatemala.
- b) Construir, evaluar y comparar modelos de evaluación de tierras para tipos de uso predominantes y alternativos.

IV. HIPOTESIS

- a) La distribución espacial de los diferentes tipos de uso de la tierra, están determinados por patrones bio físicos.
- b) La tecnología automatizada de evaluación de tierras, permite construir modelos actuales y alternativos de utilización de la tierra.

V. REVISION BIBLIOGRAFICA

5.1 Evaluación de tierras

La evaluación de tierras, se define como: "*la actividad que describe e interpreta aspectos básicos del clima, vegetación, suelos y otros aspectos biofísicos, así como aspectos socioeconómicos, con el objeto de identificar usos probables de la tierra y compararlos en cuanto al rendimiento estimado de su aplicación sostenida*" (Richters, E. 1987).

El proceso de evaluación no determina por sí mismo los cambios en el uso de la tierra que deben adaptarse, pero facilita datos sobre la base de los cuales puede llegarse a estas decisiones: el resultado de una evaluación normalmente da información sobre dos o más formas potenciales de uso para cada zona de tierras, incluidas las consecuencias beneficiosas o adversas de cada una (Richters, E. 1987). Lo anterior permite interpretar que es necesario establecer los propósitos para seleccionar los tipos de uso y posteriormente tomar como criterio la aptitud física y económica de los mismos sobre unidades evaluadas previamente.

La evaluación de tierras de acuerdo al criterio descrito en el esquema de FAO (1976) es aceptado universalmente y se rige bajo los principios de orientar la evaluación a las tierras y no al suelo, de determinar la aptitud y comparación de tipos de uso entre dos o más clases de los mismos y hacer de esta actividad un proceso de integración multidisciplinario.

Adicionalmente a los criterios anteriores, Youg, A. (1988), indica que la evaluación debe de responder a

encontrar el uso más adecuado en áreas específicas y/o en usos específicos encontrar las áreas más adecuadas.

Progresivamente en la evaluación de tierras se están incorporando los sistemas agroforestales; construidos a partir de las síntesis de la FAO (Young, A. 1988), para este caso la experiencia ha demostrado que la tarea es más compleja. Young, A. (1988), propone un mecanismo de evaluación de tierras con fines agroforestales siguiendo los principios del esquema de la FAO, considerando al sistema como fácil de adaptarse a las zonas de ladera, pudiéndose combinar los beneficios del sistema con la productividad y conservación de suelos.

Estudios sobre evaluación de tierras utilizando el ALES se han desarrollado en varios países de Latinoamérica; De Roller, (1989) trabajando en la parte del altiplano de Guatemala, desarrolló un modelo orientado para uso de los extensionistas sobre las recomendaciones técnicas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA. Los tipos de uso de tierra evaluados en el modelo fueron: brócoli, repollo, papa con semilla certificada, papa con semilla del agricultor y trigo.

En Nicaragua, Moncada, O. (1990) y Orozco, G. (1992) desarrollaron modelos de evaluación de tierras; el primer autor usando como tipos de uso de la tierra, maíz semi tecnificado con bueyes, papa tecnificada con bueyes y café semi tecnificado con nivel intermedio de insumos, en la zona de Estelí; mientras la segunda autora evaluó café monocultivo tecnificado, café monocultivo semitecnificado, café con sombra o café tradicional, café con sombra semitecnificado y plantación forestal. En ambos casos, se pudo establecer que el sistema automatizado de evaluación de tierras ALES, es un instrumento valioso de evaluación, para la correcta

toma de decisiones en el uso de la misma y permite la actualización de las bases de datos y la experiencia de la base de conocimientos.

León Pérez, J. (1990), aplicando el sistema ALES en un sector de la cuenca del Río Sinú, Colombia, estableció que el 81 por ciento de las tierras eran no aptas o marginalmente aptas para los cultivos de arroz de secano, ajonjolí, mango y pastos debido a los problemas de disponibilidad de agua; sin embargo, se pudo desarrollar todo el proceso de evaluación de manera organizada y sistemática, facilitando la construcción de los modelos y la toma de decisiones. Además se usó la interfase ILWIS (Integrated Land and Watershed Management Information System), es un software que combina los alcances de un Sistema de Información Geográfica (SIG), el procesamiento digital de imágenes y una base de datos tabular, con la finalidad de lograr el manejo integral de los recursos agua y tierra.

En el estudio para desarrollar un Plan Maestro de Desarrollo Agropecuario de Jutiapa, Guatemala la JICA (1992d), se propone una clasificación de las tierras por aptitud:

- Agricultura en terreno húmedo (W)
- Agricultura en terreno seco (D)
- Fruticultura (T)
- Pastos (P)

Evaluando la capacidad de las tierras para agricultura en "terreno seco" y tomando en consideración las características del suelo y la topografía en cada unidad de representación gráfica del mapa de suelos se clasificó a las tierras de la siguiente manera:

- S1: Altamente apto
- S2: Moderadamente apto
- S3: Marginalmente apto
- N1: No apto (temporalmente)
- N2: No apto (permanentemente),

De acuerdo a la combinación de los factores limitantes y la capacidad potencial de uso, se determinaron los coeficientes de la superficie de cobertura en las zonas de las unidades respectivas, estableciendo siete unidades o categorías de uso:

Cuadro 1. Aptitud y área de las tierras del Departamento de Jutiapa, Guatemala, 1993.

| CATEGORIA | AREA (Km ²) | (%) |
|--------------------------|-------------------------|--------|
| S2 | 38.5 | 1.2 |
| S2-S3 | 340.5 | 10.6 |
| S3-N1 (T,P) ¹ | 344.5 | 10.7 |
| N1 (W) | 106.5 | 3.3 |
| N1-N2 (T,P) | 1,270.0 | 39.4 |
| N1-N2 (T) | 181.0 | 5.0 |
| N2 | 958.5 | 29.8 |
| TOTAL | 3,219.0 | 100.00 |

Fuente: JICA (1993a)

De tal manera las categorías de no aptitud permanente y temporal para pastos y frutales son las que ocupan una mayor proporción de área.

¹ Nomenclatura para identificar categorías entre marginalmente apta y no apta corrientemente para fruticultura y pastos.

5.2 Sistemas de clasificación y evaluación

La clasificación y evaluación de la tierra, ha sido una actividad tan antigua, como la propia agricultura (Lal, R. 1986); entendiéndose la evaluación de las tierras a un conjunto de atributos ó características que incluyen aspectos ecológicos y socioeconómicos; y la clasificación de suelos como un ordenamiento de estos como entidades.

Los mayas clasificaban el suelo, dándole un nombre específico a cada unidad, algunos de estos nombres fueron incorporados para nombrar a las familias y series de suelos en la taxonomía mexicana (Brownrigg, L. 1987), citado por De León, A. (1988).

Se han desarrollado varias metodologías para clasificación y evaluación de tierras; sin embargo, el sistema USDA, desarrollado para las condiciones de Estados Unidos por Klingebiel y Montgomery (1965) y el esquema de evaluación de la FAO (1976), constituyen los patrones para el desarrollo de otras aplicaciones metodológicas.

Es conveniente distinguir entre evaluación y clasificación de tierras; las clasificaciones tienen una vigencia temporal limitada, son relativamente estáticas en el tiempo y su propósito es de ordenar por clases o categorías. La clasificación más general de tierras es la clasificación geográfica; en éstas se toman en cuenta todos los parámetros estables y menos estables, describiendo en conjunto las características básicas de la tierra en cuestión. Mientras la evaluación le asigna y calcula valores a la tierra dentro de una connotación de aptitud física y económica.

El sistema USDA, tuvo como propósito ser un instrumento de clasificación para minimizar los procesos de erosión del

suelo. Sus jerarquías obedecen a la capacidad de uso de las tierras definidas como un nivel máximo de aplicación del recurso suelo sin que este se deteriore a una tasa mayor que la de formación.

Este sistema presenta tres categorías: a) unidades, siendo un agrupamiento de suelos con respuestas similares a un sistema de manejo de cultivos y/o pastos; b) sub clase, es un agrupamiento de unidades de capacidad por factores similares de limitaciones y riesgos; c) clase, clasifica a los suelos en ocho clases, los riesgos y limitaciones son progresivos de la clase I a la VIII. Este sistema solamente se ha podido aplicar en los Estados Unidos, por tener información más precisa y condiciones agro ecológicas y económicas menos complejas; su aplicación para los países del trópico ha sido limitada, Sharma, P. (1992).

La FAO (1976), preparó un esquema de evaluación con el propósito de desarrollar una metodología que fuera universalmente aceptada. Este enfoque propone definir primero el tipo de uso de la tierra, para realizar sobre ellas, la armonización de características, cualidades y requisitos de uso de la misma.

La FAO, presenta este sistema como una alternativa coherente, diseñado para seleccionar el uso óptimo de la tierra, congruente con la protección del ambiente, conservación de los recursos y la satisfacción de las necesidades de la población León Pérez, J. (sf)

A partir de la comparación de usos de la tierra, el esquema propone cuatro categorías de aptitud física y su correspondiente aptitud económica:

1. Reconoce dos órdenes de aptitud; a) apta, en donde espera obtener beneficios que justifiquen insumos sin riesgo de deteriorar el ambiente, y b) no apta, en los cuales no es posible un uso sostenido.
2. Clases de aptitud; generalmente se reconocen tres clases, representando los grados de adaptabilidad:

A1 (altamente apta)

A2 (moderadamente apta)

A3 (marginalmente apta)

Dentro del orden de aptitud no apta, hay dos clases conocidas; la clase no apta actualmente y la no apta permanentemente.

3. Sub clases aptitud; representan limitaciones como la disponibilidad de humedad, riesgos de erosión, inundación. Las sub clases se indican con letras minúsculas de significación nemotécnica, por ejemplo, A2h, A2e y A2i. etc. No hay limitaciones en la clase A1.
4. Unidades de aptitud; son subdivisiones de una sub clase, se diferencian entre sí, en sus características de producción ó en las limitaciones secundarias (FAO, 1976).

Adicionalmente, a los dos sistemas mencionados anteriormente, varios autores han desarrollado adaptaciones para condiciones tropicales; Sheng, T. (1964) para Jamaica; Tosi, citado por De León (1988), en Colombia; Styriker (1952), Panamá; Centro Científico Tropical (1985), en Costa Rica; Marín, citado por Moncada, O. (1990) y Sharma, P. (1990) para Nicaragua; Tablas, D. (1986), El Salvador y

Simmons, et al. (1958) para Guatemala. Dichos esquemas se fundamentan en la jerarquización de clases, sub clases y unidades como categorías análogas; distinguiéndose diferencias en las aplicaciones, particularmente en los factores biofísicos (clima-suelo) y recientemente se han incorporado parámetros socioeconómicos e índices de sostenibilidad (Sharma, P. 1992; Arze B, J. 1992).

5.3 Sistemas de expertos

Se considera que los sistemas de expertos corresponden a un campo derivado de la Técnica de Inteligencia Artificial; Sporn, citado por Nebendahl, (1998), define la inteligencia artificial como "la capacidad de un ser vivo o de una máquina de ordenar información externa, observaciones, experiencias, descubrir interrelaciones, valorarlas con las informaciones para abstraer inferencias y poderlas ligar entre sí".

Un sistema de expertos, puede almacenar el conocimiento de expertos para un campo de especialidad determinada y muy estrechamente delimitada y solucionar un problema mediante la deducción lógica.

Los sistemas de expertos encuentran su aplicación donde hay conocimientos especializados y experiencias valiosas, y no resulte posible una solución convencional de procesamiento de datos.

De acuerdo a Arze, (1992) la conformación de un sistema de expertos es a través de relaciones lógicas cuyos componentes son: a) la base de conocimientos que contienen los hechos y experiencias de los expertos en un dominio determinado; b) los mecanismos de inferencia; c) el

componente explicativo y d) la interfase del usuario para realizar consultas en un lenguaje muy natural y adecuado.

En el CATIE, hay varios estudios sobre sistemas de expertos, principalmente en aplicaciones para la agricultura; por ejemplo, el "CHERO", está orientado al diagnóstico de insectos en maíz; "PAPAPUNO", para el manejo del cultivo de papa en el altiplano del Perú; "PLATANO", para el manejo integrado del cultivo de plátano. Autores como Moncada, O. (1990), desarrollaron modelos para maíz, papa y café en Nicaragua y Pedro Jorge (1992), en fertilización del cultivo de plátano para la zona Atlántica de Costa Rica. Ultimamente han sido desarrollados sistemas de expertos para aplicarlos en sistemas agroforestales para Nicaragua (Orozco, G. 1993).

5.4 Principales características bio físicas y socioeconómicas del Departamento de Jutiapa.

5.4.1 Población y Densidad

El Departamento de Jutiapa, (INE, 1992) para 1992 contaba con una población total de 346,736 habitantes, correspondiéndole el 3.77 por ciento del país. El municipio de Jutiapa, la cabecera departamental, ocupa el 22.18 por ciento de la población total con 76,919 habitantes.

La densidad de población de Jutiapa es de 108 habitantes km^2 , esta cifra es superior a la densidad media nacional de 82 habitantes/ km^2 ; sin embargo hay una variación entre municipios, así la más alta es la del municipio de Asunción Mita con 476 habitantes/ km^2 y la más baja es la del municipio de El Adelanto con 31 habitantes/ km^2 .

El porcentaje de la población que vive en el área rural es del 79.4 por ciento, ocupando la actividad agropecuaria al 75 por ciento de la población económicamente activa.

5.4.2 Ríos y Escorrentía

Jutiapa, cuenta con cuatro ríos principales: Río Ostúa, Río Cusmapa, Río Atescatempa y Río Paz; mismos que forman conjuntamente con otras corrientes, las principales cuencas de la zona de estudio, ocupando un total de 3,219 kms². La mayoría de los caudales de estos ríos y sus tributarios son destinadas para riego, abastecimiento de agua y para usos doméstico principalmente en la época de verano.

De acuerdo a la composición geológica del suelo, los patrones de drenaje natural y el relieve del área, se considera que la escorrentía del departamento es alta; de acuerdo a observaciones registradas se calcula que el caudal medio anual está entre 10 a 18 m³/seg., acusando los valores máximos en los meses de septiembre y octubre. Lo anterior coincide con los datos de intensidad reportados para la cuenca del Río Ostúa por Paz (1998).

5.4.3 Topografía y Geología

El relieve de todo el Departamento de Jutiapa es complejo e irregular. la región en su ubicación comparte tres provincias fisiográficas: llanura costera del Pacífico (0 a 100 msnm), pendiente volcánica reciente (100-800 msnm) y cadena volcánica (> 800 msnm); las más predominantes para la zona de estudio son la pendiente volcánica reciente y la cadena volcánica.

Estudios sobre el diagnóstico de los sistemas de producción de Jutiapa (Wyld; y De León 1977) indican que en la región el 58.3 por ciento corresponde a áreas con 12 por ciento ó más de pendiente; coincidiendo con los estudios sobre capacidad de uso de las tierras que indican sobre una mayor presencia de las categorías no agrícolas para el Departamento de Jutiapa (SGCNPE, 1980).

5.4.4 Suelos

Existen estudios y referencias a varios niveles de detalle; JICA (1992) basado en la clasificación de suelos de la FAO a escala 1/51000,000 y con datos de campo indican que los tipos predominantes de suelos son: Fluvisoles, Andosoles, Cambisoles, Vertisoles, Luvisoles y Acrisoles; y los tipos asociados son: Nitisoles, Arenosoles, Litisoles, Regosoles y Gleysoles.

Otros autores (Henao y Celada 1983; Alvarado y Celada 1984; Ruiz 1981 y JICA, 1992d) reportan de acuerdo a la clasificación de la USDA, los siguientes órdenes de mayor frecuencia: Entisoles, Inceptisoles, Alfisoles, Vertisoles y Ultisoles; esto es confirmado por las correlaciones de analogía de clasificaciones realizadas por Alvarado (1984) y JICA, (1992b).

Simmons, et. al. (1960) dentro del Estudio de Reconocimiento de los Suelos de Guatemala, para el Departamento de Jutiapa, encuentran gran parte de los suelos agrupados en la Altiplanicie Central, mismos que se han dividido en sub grupos, según la clase de material madre y el declive en: a) suelos desarrollados sobre material volcánico de color claro, en pendientes inclinadas; b) suelos desarrollados sobre materiales volcánicos mixtos y de

color oscuro en pendientes inclinadas; c) suelos desarrollados sobre rocas sedimentarias, en pendientes inclinadas y d) suelos desarrollados en terrenos casi planos a moderadamente inclinados.

A nivel de series, (Simmons, et al., 1960) clasificó 19 series de suelos; reportándose como principales en el área de estudio las siguientes: serie Mongoy (35 %), Culma (16%) y Guija (25%). Los suelos son pedregosos, de drenaje interno de regular a imperfecto, textura de franco arcillosa a arcillo pedregosa, profundidad moderada entre 40 a 80 cm, alto riesgo a la erosión, moderada a baja fertilidad natural.

De acuerdo a la capacidad de uso, los suelos del Departamento de Jutiapa, solamente el 15 por ciento son de vocación agrícola, el 3.31 por ciento para pastos, 28.74 por ciento para cultivos perennes y/o forestales, el 34.31 por ciento para exclusivamente forestal y el 17.52 por ciento para vida silvestre; en resumen, existe una predominancia marcada de las clases agrológicas VI, VII y VIII las cuales abarcan alrededor del 70 por ciento del área total; dicha clasificación concuerda con las condiciones del área de estudio, aunque a nivel departamental se toman en cuenta los valles y una significativa parte de la planicie aluvial del Pacífico.

5.4.5 Uso de la Tierra y Cobertura

En cuanto a la descripción de la cobertura, hasta la fecha únicamente se han tomado de base los estudios realizados por SGCNPE-INAFOR-IGM (1981), EIAR (1985), y las estimaciones del PAFG (1992); han habido otros estudios en donde se ha analizado en el tiempo, la dinámica del uso de la tierra, Ríos, L. (1991) y la distribución en el espacio de

los cultivos limpios Wyld y De León (1977); INE (1979); USPADA, (1986); en áreas específicas, el ICTA y la Universidad de San Carlos a través de sus equipos de socioeconomía y sistemas de producción, han estimado la cobertura vegetal coincidiendo en que la mayor proporción del área es ocupada por pastos naturales y cultivos anuales (32 %) seguido de área con vegetación arbustiva, pastos naturales y cultivos anuales (25 %) y en tercer lugar la categoría pastos cultivados y cultivos anuales con 16 por ciento.

Dentro del aspecto forestal, aunque no se puede determinar con precisión la cobertura actual, se puede indicar que el ritmo de la eliminación de la cubierta natural en las distintas formaciones vegetales crece en un orden de 1.0 a 1.5 por ciento anual (URL, 1984). Una comparación de los datos de reducción de los montes y bosques entre 1950 y 1979 demuestran que se han perdido aproximadamente 37,326.6 hectáreas (Ríos, 1991).

El estudio sobre cobertura realizado por SGCNPE (1981), indica las áreas y categorías más relevantes son:

Cuadro 2. Uso y cobertura de la tierra en el Departamento de Jutiapa, Guatemala.

| COBERTURA USO DE LA TIERRA | Kms ² |
|--------------------------------|------------------|
| Cultivos | 321 |
| Cultivo y Pastos | 1,944 |
| Pastos, cultivos, naturales | 716 |
| Bosque denso | -- |
| Cultivos-pastos-bosque abierto | 216 |
| Lago-manglar-AMG | 22 |
| Playas y/o Roca descubierta | -- |
| TOTAL | 3,219 |

Fuente: SGCNPE (1981)

El estudio de Simmons y compañeros (1959), menciona en su descripción, áreas con presencia de piedras y/o afloramientos rocosos; el IICA, (1992) reporta que a nivel de fincas existe un promedio de 23.34 por ciento del área con pedregosidad.

De acuerdo a la descripción de los trabajos del CATIE, (1990); FAUSAC, (1991); Reyes (1991) y el IICA (1992); las especies forestales, arbustos y frutales de mayor relevancia en el área son: caulote (Guazuma ulmifolia), chaperno (Inga sp.), conacaste (Enterolobium cyclocarpum), encino (Quercus sp.), gandul (Cajanus cajan), guachipilin (Diphysa robinoides), guayacán (Guaiacum sanctum), laurel (Cordia alliodora), madre cacao (Gliricidia sepium), mango (Mangifera indica), jocote (Spondia sp.) matilisguate (Tabebuia roseae), morro (Crecentia alata), nance (Byrsonimia crassifolia), pino (Pinus sp.), quebracho (Lyxiloma kellermanii) y subín (Acacia farnesiana)

5.4.6 Tenencia de la Tierra

El patrón de tenencia de la tierra en el Departamento de Jutiapa no varía con relación a lo que sucede a nivel nacional, es decir, una distribución socialmente no equitativa. La mayoría de las pequeñas fincas (menores de 7 hectáreas) ocupan solamente en términos generales el 3 por ciento de la tierra cultivable del país y unos pocos propietarios de las fincas grandes ocupan aproximadamente el 80 por ciento generalmente las mejores tierras cultivables.

En Guatemala, la forma de clasificación de la tenencia se divide en: propia, arrendada, comunal, colonato, simple y mixta.

Por tamaño, se clasifica en cinco categorías que son las siguientes:

- Microfincas, menos de 0.7 hectáreas;
- Subfamiliares, de 0.7 a 7 hectáreas;
- Familiares, de 7 a 45 hectáreas;
- Multifamiliares medianas, de 45 a 900 hectáreas
- Multifamiliares grandes, mayores de 900 has.

Cuadro 3. Tenencia de la tierra por tamaño de finca y superficie del Departamento de Jutiapa.

| CATEGORIA | No. de Fincas | (%) | Superficie Kms ² | (%) |
|-------------------|---------------|-------|-----------------------------|-------|
| -Microfincas | 3,209 | 11.2 | 1,079 | 0.6 |
| -Subfamiliares | 21,024 | 73.6 | 41,692 | 21.8 |
| -Familiares | 3,657 | 12.8 | 56,783 | 29.6 |
| -Multif. Medianas | 666 | 2.3 | 74,648 | 39.0 |
| -Multif. Grandes | 11 | 0.1 | 17,139 | 9.0 |
| | 28,567 | 100.0 | 191,341 | 100.0 |

Fuente: INE, (1979)

Por otro lado, la situación de la disponibilidad de tierras agrícolas totales del Departamento de Jutiapa se ha agravado, por cuanto entre 1964 a 1982 se redujo de 1.02 a 0.64 ha/habitante, (URL, 1987). La situación es de mayor relevancia si se toma en cuenta que el 38 por ciento del total de las fincas son de 2 manzanas² o menos. De acuerdo

² Manzana= 7,000 metros cuadrados.

a la calidad y topografía de la mayoría de los suelos de la zona y las condiciones de clima imperantes, fincas con esa extensión no son capaces de proveer los recursos mínimos necesarios para una familia que en promedio tiene cinco miembros CATIE, (1990, 1991).

5.4.7 Agricultura

La producción agrícola de la región sur-oriental es parcialmente determinada por el patrón de distribución de las lluvias; la época lluviosa se concentra entre los meses de mayo a octubre; la época seca, desde el mes de noviembre al mes de abril en que se desarrollan los cultivos bajo riego. Los principales cultivos de la época lluviosa son maíz, frijol, sorgo, arroz; durante la época seca en las áreas donde se cuenta con la infraestructura de riego y mini-riego se cultiva tomate, cebolla, chile pimiento, melón y sandía, entre otros.

La economía agrícola de la zona de estudio está sustentada en la agricultura de subsistencia; esta condición asociada a las escasas extensiones de las unidades de producción provocan un flujo de mano de obra fuera de la región a buscar fuentes temporales de trabajo.

Es importante resaltar, que en los sistemas de producción de granos básicos, se da en la mayoría de los suelos de ladera en forma asociada Wyld y De León (1977); ICTA, (1984) (1987); Heer, C. (1981); CATIE, (1990); estos patrones corresponden a minimizar los riesgos de clima y hacer eficiente la mano de obra y los insumos, (Heer, 1981).

En la evaluación de tierras es importante la estimación de la disponibilidad de la mano de obra, por cuanto es

determinante en la selección de los tipos de uso de la tierra.

En un esfuerzo por demostrar la importancia de los análisis económicos (Heer, 1981), reporta que el aspecto de la eficiencia económica no es prioritaria para el pequeño productor, sino más bien, su racionalidad está orientada a minimizar los riesgos del clima, ataque de plagas, maximizar el uso de los insumos principalmente semilla y mano de obra así como optimizar el uso de la tierra.

5.4.8 Situación de los Recursos Naturales

5.4.8.1 Zonas de Vida

Desde el punto de vista natural, el Departamento de Jutiapa se le considera como un complejo mosaico climático y edáfico donde están representadas seis de las catorce zonas de vida reportadas para todo el país, (Holdridge, L. 1958)

La zona de vida más extensa en el Departamento es el bosque húmedo subtropical (templado), abarcando una superficie de 1,989 kms², que se localiza al norte del Departamento. La vegetación predominante es el roble (Tabebuia roseae) y el encino (Quercus sp.).

El bosque húmedo subtropical cálido, es la segunda zona más extensa con un área de 1,022 kms², se extiende en la pendiente volcánica al sur del Departamento, existiendo en él las especies forestales: castaño (Artocarpus altilis), palo de hormigo (Platymiscium dinorphantrum), mora (Morus nigra) y laurel (Cordia alliodora).

El bosque muy húmedo subtropical cálido, es localizado en los alrededores del municipio de Moyuta; la vegetación característica es el corozo (Orbygnia cohume), conacaste (Enterolobium cyclocarpum), chaperno (Inga sp.), palo blanco (Styrax argenteus) y pinos (Pinus sp.); la vegetación natural se encuentra bastante modificada por la intervención del hombre JICA, (1992a).

El bosque seco subtropical, se extiende a lo largo de la costa, ocupando un área de 578 ksm², el mangle colorado (Rhizophora mangle) y mangle blanco (Rhizophora racemora) son los indicadores ecológicos.

El bosque seco tropical se localiza en los alrededores del Lago de Guija y ocupa un área de 256 km²; la vegetación de esta zona de vida, es similar a la del valle del Río Motagua.

El bosque muy húmedo subtropical frío, es un área poco extensa, 11 km² y se localiza en los alrededores del volcán Chingo.

5.4.8.2 Principales Problemas Ambientales

Un problema preocupante, es la escasez de agua, principalmente en el verano; esto se ve favorecido por la irregular distribución en el invierno, la escorrentía provocada por el relieve, la escasa cobertura del suelo debido a la deforestación y la consecuente escasa infiltración hacia las fuentes permanentes de dicho recurso.

La contaminación por el abuso de los pesticidas en general es alarmante, los agroquímicos han tenido efecto en

la contaminación de los suelos, aire, agua y los productos alimenticios.

Una comparación histórica de los datos de reducción de los montes y los bosques indican que entre 1950 y 1979 se ha perdido aproximadamente 37,326.8 hectáreas, Ríos, (1991).

Las causas de esta alta deforestación se pueden encontrar en que un alto porcentaje de tierras forestales está siendo usada para cultivos limpios, debido a la presión humana sobre este recurso, la cual además, demanda los productos del bosque como la leña; datos de estudios a ese respecto indican que el 98 por ciento de los pobladores rurales la utilizan para producir energía doméstica en la preparación de los alimentos; el consumo diario en la zona seca es de 1.2 metros estéreos/per cápita/año, Reiche, (1985). Se considera además, que la zona sur-oriental consume solamente para cocinar 2,197,000 m³ de leña anualmente; esto significa que para un abastecimiento sostenido es necesario plantar alrededor de 29,292 ha/año, CATIE-DIGEBOS-MAGA (1990).

De acuerdo a lo reportado por el CATIE, (1990d) y posteriormente por SEGEPLAN/PNUD (1991), la zona suroriental es considerada como un área de alta susceptibilidad a la erosión (62%) de su área total y el Departamento de Jutiapa posee un 67 por ciento de su superficie altamente susceptible a la erosión, atribuye al régimen de tenencia de la tierra, deforestación y el inadecuado manejo de los suelos; esto representa tener en la región 163,808 hectáreas bajo alto riesgo de degradación.

Datos que refieren sobre los conflictos del uso de la tierra y las proporciones de áreas críticas, son los reportados por el estudio de CATIE-DIGEBOS-MAGA-AID (1990), en los cuales se indica que al comparar las categorías I y IV

que poseen 2,269.9 km² y el área efectivamente usada para la agricultura es de 6,149 km², se observa una sobre utilización del 170 por ciento.

Para el caso del uso ganadero y forestal la proporción de utilización es de 154.3 por ciento y en la categoría de uso estrictamente forestal, se determinó que hay una sub utilización equivalente a 91.5 por ciento.

5.4.9 Infraestructura vial

En el área de estudio, existen tres carreteras centroamericanas que comunican con la república de El Salvador, éstas son: la carretera C.A.1; C.A.2 y la C.A.8; todas son asfaltadas con dos pistas o más.

Dentro de las áreas de producción agrícola, las vías de comunicación son escasas y temporales, en la época de invierno en su mayoría son intransitables y ello es una limitante para el transporte de los productos e insumos de y hacia los principales mercados de la región; ello ha provocado que los productores dejen de obtener mejores precios al venderle la mayoría de su producción a los intermediarios.

En términos generales, el área de estudio tiene una adecuada vía de acceso hacia la capital de la república y entre los municipios de Jutiapa, Asunción Mita, Quesada, Jalpatagua y Moyuta; en el resto de los municipios, la comunicación y vías de acceso son transitables en verano.

5.5 Tipos de uso de la tierra actuales, alternativos y sus requerimientos

Varios autores como Wyld y De León (1977); ICTA, (1977) y (1978); Heer (1981); INE (1982); CATIE, (1990) y Ríos (1991) reportan los cultivos anuales asociados como los tipos de uso más predominantes en la zona de estudio; por otro lado Heer (1981), indica que las cuatro quintas partes del maíz y del frijol, y la totalidad del sorgo de ciclo largo se siembran asociados. A continuación se describen los arreglos más importantes de los diferentes tipos de uso de cultivos:

1. Maíz + frijol + sorgo
2. Maíz + frijol
3. Maíz + sorgo
4. Frijol + sorgo
5. Maíz + frijol - frijol de segunda
6. Maíz - sorgo de segunda.

Adicionalmente a los cultivos de granos básicos, el área de estudio es también adecuada para la producción de hortalizas; hay en el área algunas zonas con vocación potencial para la producción bovina de doble propósito bajo el establecimiento y manejo adecuado de pasturas (CATIE, 1992).

5.5.1 Requisitos del maíz (*Zea mays*)

El cultivo del maíz es fundamental para el sostenimiento de la dieta básica en el área y e general en todo Guatemala.

El cultivo requiere temperaturas entre 18 °C a 20 °C; aunque en zona altas hay adaptación favorable para variedades de ciclo largo.

Las demandas de agua en términos generales son de 225 mm a 500 mm por ciclo de producción; la limitante por déficit tiene efectos sobre el rendimientos final de grano y la biomasa. De la misma manera, el exceso de agua provoca marchitamiento debido a la falta de oxigenación.

Requiere suelos francos y de textura intermedia, con buen drenaje, sueltos, aireados y de relieves planos o ligeramente quebrados. No soporta suelos arcillosos, por disminuir la capacidad de respiración esencial para su desarrollo.

Se cultiva en zonas donde el pH oscila entre 5.5 a 6.5, valores debajo de este nivel afectan la disponibilidad de otros nutrientes.

Para una producción adecuada en suelos de mediana fertilidad, el maíz requiere de 100 kg/ha de nitrógeno, 60 kg/ha de fósforo y 40 kg/ha de potasio y en suelos de baja fertilidad se requiere de 100 kg/N/ha, 90 kg/P₂O₅/ha y 50 kg/ha de K₂O por hectárea.

En la zona suroriental, Cifuentes, (1984) reporta una dosis óptima económica para capital limitado en el sistema

maíz y frijol de 83 y 30 kg/ha de nitrógeno y fósforo respectivamente.

5.5.2 Requisitos del frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Es un cultivo común en varios países tropicales y se encuentra inclusive en zonas templadas (MAG., 1991); países como Guatemala sostienen su dieta básica del consumo de este grano.

Su rango de adaptación varía desde 200 hasta 1500 msnm, con temperaturas óptimas que oscilan entre 18 °C y 26 °C; sus requerimientos de agua, de acuerdo a autores como Rouseo, Vives y Chacón; García, A. (1985) indican una demanda de 300 a 400 mm por ciclo de cultivo; éstos requerimientos son reportados también por el MAG, (1991). El déficit de agua en las etapas de floración, formación y llenado de vainas afecta el rendimiento significativamente. La limitante por exceso afecta el desarrollo de la planta y favorece el ataque de enfermedades.

Las condiciones de suelos para su óptimo desarrollo, son suelos profundos, fértiles, preferiblemente de origen volcánico con no menos de 1.5 por ciento de materia orgánica en el horizonte superficial; la textura deberá ser franca, franco limosa y franco arcillosa con no más de 40 por ciento de arcilla (MAG, 1991).

No soporta suelos ácidos con altos contenidos de manganeso y aluminio. El pH óptimo para el frijol está comprendido entre 6.5 y 7.5, aunque tolera pH entre 4.5 y 8.2

con limitaciones en la disponibilidad de otros nutrientes, (MAG, 1991).

En las áreas de producción de la zona de estudio las plagas y enfermedades de importancia económica es la mosca blanca (Bemisia tabaci) que provoca el virus del mosaico dorado BGMV, tortuguilla (Diabrotica sp.); enfermedades como antracnosis (Colletotrychum indemuthianum) y la roya (Uromyces phaseoli).

Varios autores concuerdan en señalar que el frijol requiere cantidades de agua entre 800 a 1500 mm por año; durante la etapa de crecimiento de 300 a 400 mm (FIGUEROA, 1976). En términos de su crecimiento, se señala entre la siembra y floración 110 a 180 mm y durante el período de floración entre 20 y 70 mm (GARCIA, 1985).

5.5.3 Requerimientos del sorgo (*Sorghum vulgare*)

El sorgo es un cultivo adaptado a las zonas secas; se usa principalmente en la elaboración de concentrados y en algunas partes del oriente de Guatemala se usa para consumo humano.

El sorgo tolera bien la sequía, creciendo en condiciones de clima cálido y con lluvias moderadas; requiere entre 450 a 500 mm de agua durante su ciclo de desarrollo; sin embargo, su ámbito de precipitación óptima está entre 600 a 750 mm por año (MAG, 1991); Paúl, (1990) concluyó que el sorgo requiere de 25 mm de lluvia después de la siembra, 250 mm durante el crecimiento y 25 a 50 mm durante la madurez. El sorgo es sensible a bajas temperaturas, la temperatura mínima

para la mayoría de los tipos de sorgo es de 16 °C, Paúl, C. (1990).

La temperatura óptima es de 26 °C a 27 °C, aunque su rango de adaptabilidad oscila entre 20 °C y 30 °C.

Puede crecer desde el nivel de mar hasta 1500 msnm, pero la mejor aptitud está entre 0 y 800 msnm.

La adaptación del sorgo a suelos es muy amplia; crece bien en suelos arenosos hasta arcillosos. Los mejores resultados se obtienen en terrenos de textura franca, bien drenados y son susceptibles a inundaciones prolongadas.

Crece bien en suelos con pH entre 5.5 y 8.5; sin embargo, el ideal está entre 5.5 y 6.5 (MAG, 1991).

Para una respuesta favorable de producción se reporta una aplicación de 90-60-30 kg/ha de nitrógeno, fósforo y potasio respectivamente (MAG, 1991).

5.5.4 Requerimientos del eucalipto (*Eucaliptus camaldulensis*)

El desarrollo de plantaciones de árboles de uso múltiple tiene alto potencial; proyectos como Leña y Fuentes Alternas de Energía y Madeleña del CATIE han desarrollado investigación y transferencia de tecnología exitosa³ principalmente en especies de *Eucaliptus camaldulensis* bajo diferentes configuraciones en pequeñas fincas, con las cuales

³ Zannotti, R. 1993. Entrevista a expertos. Guatemala. (comunicación personal)

dan otras posibilidades de establecer tipos de uso alternativos.

Los requisitos de uso para los diferentes tipos de utilización de la tierra fueron definidos combinando las características que se podían obtener en el campo, y por lo tanto, la determinación de tales requisitos corresponde a las demandas más importantes para el buen desarrollo de cultivos.

Para el caso de los requisitos del *Eucaliptus camaldulensis*, CATIE, (1990) reporta dentro de las condiciones ambientales, la temperatura alta para verano entre 29 °C y 35 °C, y temperaturas bajas de hasta 3 °C y 5 °C en invierno y hasta 50 heladas anuales.

En Centroamérica ha sido plantado en sitios con temperaturas medias entre 20 °C y 25 °C; sin embargo, los mejores crecimientos se reportan para zonas bajas con temperaturas promedio superiores a los 22 °C.

Para el caso de la precipitación, se le ha encontrado con buen crecimiento en zonas de bajas y altas pluviosidades (200-1250 mm); para plantaciones comerciales, se reporta un mínimo de 400 mm (CATIE, 1990), aunque crece bien en zonas de menor precipitación si ocurren lluvias estacionales o una napa freática alta. En América Central ha sido establecida en zonas con lluvias entre 600 mm y 2900 mm anuales y hasta ocho meses secos.

Las mejores zonas para su desarrollo son las de bosque seco tropical y bosque húmedo premontano (1000 - 2000 mm anuales) con una estación seca bien definida. En Guatemala se ha reportado en la zona seca oriental en el sitio Palo Amontonado, Departamento de El Progreso, una lluvias medias

anuales inferiores a 400 mm y cerca de nueve meses de déficit hídrico.

En relación a la altitud, la especie puede adaptarse hasta los 1400 msnm.; sin embargo en América Central se ha plantado desde el nivel del mar hasta 1200 msnm, los mejores crecimientos han sido reportados abajo de los 659 msnm.

Su adaptación a suelos es amplia, desde los llamados pobres hasta periódicamente inundados (CATIE, 1990). En algunos lugares de América Central con suelos compactados por sobre pastoreo o poca humedad disponible todo el año, los crecimientos no han sido favorables; no soporta suelos calcáreos, ni con capas volcánicas endurecidas.

VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Localización

El departamento de Jutiapa está localizado en el sur oriente de la República de Guatemala, entre los 13° 45' y 14° 30' de latitud norte y entre los 89° 30' y 90° 15' de longitud este, (ver figura 1, del anexo). La cabecera del Departamento, es el municipio de Jutiapa, que dista 110 kilómetros de la ciudad capital.

Jutiapa cuenta con una extensión territorial de 3,219 kms²; que corresponde al 3% del territorio nacional; el área estimada para desarrollar la metodología de evaluación de tierras es aproximadamente de 896 kms², que corresponden a las zonas de ladera de los municipios de Conguaco, Jalpatagua, Quezada, Santa Catarina Mita y Asunción Mita.

El departamento limita al Norte con los departamentos de Jalapa y Chiquimula, al Este con la República de El Salvador; al Sur con el océano Pacífico y al Oeste con el Departamento de Santa Rosa.

6.2 Descripción biofísica

6.2.1 Clima

La temperatura media anual oscila entre los 20 °C a 25 °C con variaciones estacionales pequeñas, la temperatura máxima y mínima mensual es de 33 °C y 20 °C, respectivamente; la humedad relativa anual es de alrededor del 70 por ciento

con mínimas variaciones estacionales. La altitud varía desde el nivel del mar hasta los 1,283 msnm.

La precipitación tiene frecuentemente un comportamiento bimodal, concentrándose las mayores intensidades en los meses de Junio, Julio y Septiembre; su irregular distribución provoca una canícula interestival que regularmente se prolonga más de 21 días (CATIE, 1990). La precipitación promedio anual está alrededor de los 1,222 mm, con una ocurrencia de 90 a 100 días de lluvia al año (INSIVUMEH, citado por CATIE, (1990)). Lo anterior define perfectamente la época de lluvias y época seca. La figura 1 muestra la distribución de las lluvias en las estaciones pluviométricas de la zona de estudio.

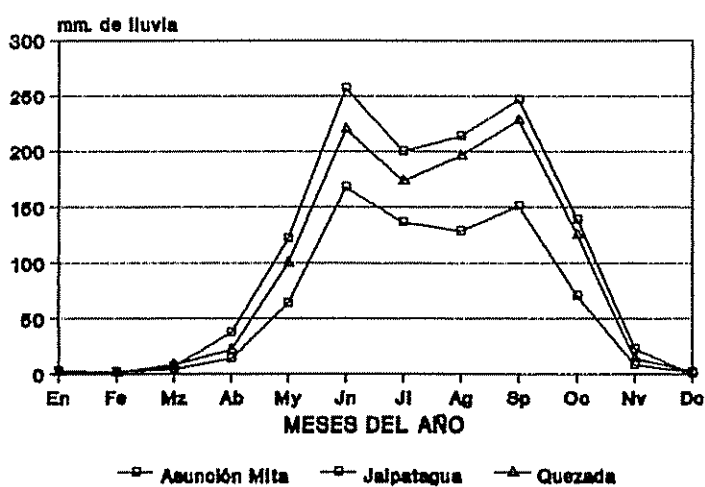


Figura 1. Precipitación media anual. Jutiapa, Guatemala.

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, L. (1958), al departamento le corresponden seis categorías: 1) bosque húmedo subtropical templado (bh-s(t), 2) bosque seco subtropical (bs-s), 3) bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-s(c)), 4) bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-s(f)), 5) bosque húmedo subtropical cálido (bh-s(c)) y 6) monte espinoso subtropical (me-s); de las cuales, la de mayor predominancia es la de bosque seco subtropical (bs-s), (EIAR) citado por Heer, y Celada (1991).

6.3 Materiales

Para el desarrollo del presente trabajo, se utilizaron los medios y materiales siguientes:

+ Mapas topográficos escala 1:50,000 correspondientes a las hojas:

- Hoja Asunción Mita, 2158 II
- Hoja Comapa, 2258 III
- Hoja Moyuta, 2158 II
- Hoja Jutiapa, 2258 IV
- Hoja Laguna de Retana, 2259 III
- Hoja Oratorio, 2158 I.

+ Mapa de capacidad de uso de la tierra a escala 1:250,000

+ Mapa a nivel de reconocimiento de las series de suelos de Guatemala a escala 1:1,000,000

+ 30 fotografías aéreas de la zona de estudio del año 1987 a escala 1:60,000.

- + Bases de datos de resultados de análisis de suelos del año 1977 a la fecha, tomadas en la zona de estudio conteniendo los análisis de rutina (pH, P, K, Ca y Mg); así como los análisis de caracterización (elementos menores, saturación de bases, capacidad de intercambio catiónico, materia orgánica y clases texturales)
- + Resultados de la descripción de perfiles de campo y análisis de laboratorio realizados en la zona de estudio.
- + Bases de datos de precipitación y temperatura media mensual de las principales estaciones ubicadas en el área de estudio.
- + Datos de costos de insumos y productos de los cultivos anuales y productos forestales a nivel de fincas.
- + Conocimientos de los expertos en el manejo de la producción de los cultivos sometidos a la evaluación.
- + Software (Automated Land Evaluation System) ALES, versión 3, para la aplicación y evaluación de los modelos.

6.4 Procedimiento

6.4.1 Identificación, selección del área, unidades de mapeo y uso de la tierra

En la definición del área de estudio, se tomó en cuenta la delimitación dentro de parámetros relevantes que definen el trópico seco de Jutiapa, Guatemala, como la cantidad de

meses secos consecutivos al año, la temperatura promedio anual y la irregular precipitación en la época de invierno; además de la presencia de vegetación indicadora y los sistemas de producción de cultivos que responden a las restricciones de dicha zona de vida.

Dichos criterios coinciden con el área de trabajo del proyecto CATIE-ACDI (CATIE, 1990), en el cual se encuentran los municipios de Asunción Mita, Conguaco, Jalpatagua, Quesada y Santa Catarina Mita.

La determinación de las unidades de mapeo se realizó a partir de la fotointerpretación en pares estereoscópicos a escala 1:60,000 dentro de una resolución a nivel de semi detalle debido a la extensión del área cubierta por el estudio; los criterios de selección para delimitar las unidades de mapeo del área seleccionada fueron: fisiografía, relieve, pendiente, uso actual de la tierra, zonas de vida, erosión y tipos de suelos. Con estos elementos se dividió cada una de las unidades de mapeo y posteriormente se realizó un chequeo de campo para verificar y/o corregir algunas líneas de la fotointerpretación.

De 82 unidades identificadas inicialmente, se seleccionaron 21; esta selección obedeció a la disponibilidad de información secundaria y a facilidades de acceso a las mismas para obtener la información de campo correspondiente.

El uso actual de la tierra se determinó con las fotografías aéreas escala 1:60,000; debido a la escala o nivel de resolución del material fotogramétrico, la complejidad de la zona de estudio y los complejos arreglos de los sistemas de cultivos, las categorías de uso de la tierra se determinaron asociadas en las unidades de mapeo. El criterio para la definición de la categoría principal cuando

se identificaron por lo menos dos categorías, fue asignarla al uso con predominancia en más del 50 por ciento del área de mapeo; para el caso de tres categorías, se asignó la mayor predominancia a la que tenía el 40 por ciento, quedando las restantes posteriormente de acuerdo a su proporción.

6.4.2 Selección y descripción de los tipos de uso de la tierra

La selección de los tipos de uso de la tierra para evaluarlos dentro del esquema de la FAO, se realizó tomando en consideración los usos actuales predominantes y tipos de uso que tuvieran posibilidades de adaptarse y adoptarse de acuerdo a las experiencias de los agricultores y el servicio regional de extensión. De esa cuenta se tomaron los siguientes criterios:

- presencia y estabilidad de los sistemas modales de producción,
- desarrollo de alternativas en los sistemas predominantes
- experiencia técnica y conocimiento de los agricultores sobre sus sistemas,
- investigación desarrollada sobre sistemas de producción alternativos en el área.
- preferencia de los agricultores por especies las especies forestales.

En consecuencia, los tipos de uso de la tierra apropiados para evaluarlos fueron:

6.4.2.1 Cultivos asociados maíz + frijol + sorgo

Este agro ecosistema se seleccionó para ser evaluado por considerarse predominante y modal en la zona de estudio y apropiado a las condiciones de la mayoría de los pobladores; esta asociación permite ahorrar mano de obra (Heer, 1981), se obtienen tres productos para satisfacer la alimentación humana y especies menores en época escasez, se disminuyen los riesgos alimentarios y responde bien a la incertidumbre de la lluvia, Heer (1981).

En la zona de estudio, la siembra de este agroecosistema se hace al inicio del invierno (mes de Junio), en forma simultánea incorporando solamente como insumo adicional las variedades mejoradas; el manejo del sistema se hace dentro de las prácticas de bajos insumos y capital. En esta asociación, el cultivo de maíz se comporta con un ciclo vegetativo intermedio con respecto a los otros componentes del sistema; esto permite dentro de una diferenciación de nichos ecológicos en el suelo, al cultivo de frijol pueda desarrollar su ciclo vegetativo con poca competencia por agua y nutrientes y finaliza su ciclo antes que de ser afectado por el follaje del maíz y sorgo. El frijol favorece la sostenibilidad del sistema por cuanto fija nitrógeno al suelo y permite control de malezas por el tipo de cobertura.

Al sorgo, por el contrario, su crecimiento lento y la profundidad de sus raíces le permite explorar otros niveles y extraer agua y nutrientes a mayores profundidades y/o tolerar los efectos de la canícula de invierno; se considera el cultivo "seguro" del sistema y satisface los requerimientos por la competencia de alimentos de las especies menores en la época de mayor escasez de maíz.

Para desarrollar los árboles de decisión para niveles de severidad y factores limitantes del rendimiento se tomaron en cuenta los requisitos de disponibilidad de humedad, nutrientes, riesgo de sequía, riesgo de plagas, riesgo de erosión y capacidad de laboreo del suelo.

El rendimiento óptimo estimado corresponde a un "rendimiento potencial" determinado por las características físicas variables de la zona de estudio. Adicionalmente a la producción de los granos básicos, en este agro ecosistema se incorpora como producto la producción de rastrojo de maíz-sorgo por considerarlo un producto importante a nivel de las pequeñas fincas y constituye un alto costo de oportunidad en la época seca para los agricultores que poseen ganado bovino de doble propósito.

6.4.2.2 Sistema taungya maíz + frijol + eucalipto

Este agro ecosistema se propuso tomando en cuenta las experiencias en la prueba de especies de uso múltiple en las zonas secas; de acuerdo a lo reportado por CATIE, (1990) Y Zannotti, (1993)⁴ la especie *Eucalyptus camaldulensis* ha respondido bien en la zona de estudio y zona seca del sur de Guatemala; su evaluación como sistema taungya ha sido reportado por Martínez, H. (1983) inclusive en zonas con menos de 600 mm de lluvia anual en el oriente de Guatemala.

Otros autores como Detlefsen, (184); Barrera, (1985); Pinzón, (1986), han realizado estudios sobre el comportamiento de esta especie bajo el sistema taungya, llegando a reportar que aún con la merma de rendimiento de

⁴Zannotti, R. (1993). Proyecto Madeleña 3. Guatemala (Comunicación personal)

los cultivos, los costos de reforestación son cubiertos por éstos; recientemente Samayoa, (1993), haciendo análisis económico de sistemas agroforestales en el Departamento de Jutiapa, reporta en dos estudios de caso de este sistema una relación beneficio-costo de 1.58 y 2.91, así como beneficios intangibles identificados por los agricultores.

Este agro ecosistema se evaluó en asocio con maíz-frijol, tecnología tradicional de bajos insumos; la población de árboles se considera de 1,142/ha con distanciamientos de 3.5 por 2.5 entre árboles; la densidad aproximada de maíz de 37,208 plantas/ha y frijol de 57,000 plantas/ha.

Los productos a evaluar adicionalmente a los granos y rastrojo, son los productos forestales: leña, postes y horcones a un primer turno de cinco años. La tasa de descuento usada en la evaluación es de 18 % y el margen bruto correspondiente al aprovechamiento final para el caso del análisis, se anualiza para los primeros años.

6.4.2.3 Plantación de bosquete *Eucaliptus camaldulensis*

Este agro ecosistema se plantea como una población pura coetánea bajo una connotación de bosquete apropiada para pequeñas fincas de la zona de estudio; la selección de la especie se hace como resultado de las experiencias de CATIE, (1990) en la investigación de especies de árboles de uso múltiple en América Central; los datos para su evaluación son tomados en base a una densidad de 1,600 árboles/ha.; los datos de altura y dap fueron revisados y adaptados de los registros de campo del proyecto Madeleña en Guatemala. Para el cálculo de volumen se usó el modelo desarrollado por Ugalde y Otárola (1981) citados por CATIE (1990).

Los productos a evaluar son similares a los del sistema taungya: leña, postes y horcones a un primer turno de cinco años; la leña, es un producto demandado progresivamente en la región, sus escasez de acuerdo a lo citado por Reiche, (1985) ha establecido un mercado de mucho potencial.

Los postes son productos usados corrientemente para el establecimiento de linderos y cercas que limitan las fincas y/o parcelas en la zona.

El horcón es un producto forestal usado preferentemente en la construcción sostén para vivienda y otras construcciones rurales; su condición volumétrica es de 6.0-25.0 cm. de diámetro y 4 metros de altura.

La tasa de descuento usada es de 22 por ciento, a diferencia de los otros tipos de uso, debido a que no hay este agroecosistema componentes de aprovechamiento anual; el margen bruto que se obtiene al final del primer aprovechamiento de anualiza para los primeros años del establecimiento.

Tanto el agro ecosistema taungya como la plantación del bosque de Eucaliptus camaldulensis se consideran tipos de uso alternativos, de los cuales se pueden obtener beneficios tangibles e intangibles.

6.4.3 Identificación de los Expertos

Los expertos fueron identificados y seleccionados luego de determinar los tipos de uso de la tierra; para este procedimiento inicialmente se hizo un inventario de personas especializadas en los campos de producción de los cultivos y especies arbóreas a evaluar; así mismo, de las instituciones

nacionales y proyectos que trabajan en investigación, transferencia y extensión y que estuvieran vinculadas con el manejo de los tres tipos de uso de la tierra seleccionados. Posteriormente se contactó a cada uno de ellos para darles a conocer el propósito de la evaluación de tierras y verificar su disposición a participar. Luego se realizó una entrevista para conocer a juicio de ellos las restricciones de producción de cada tipo de uso propuesto y posteriormente en forma interactiva se procedió a la discusión de los requisitos de uso para cada cultivo.

La contribución de los expertos se enfocó al ajuste de las demandas fisiológicas de los cultivos, las condiciones de su manejo, los principales problemas de producción en la zona de estudio y la predicción o determinación del rendimiento óptimo bajo las condiciones prevalecientes de la zona de estudio y para los productos de cada tipo de uso de la tierra.

6.4.4 Definición de los requisitos de uso de la tierra

Los requisitos de uso de la tierra son las demandas fisiológicas y de manejo que requieren los tipos de uso de la tierra para una producción adecuada (FAO, 1976), en consecuencia, se procedió a revisar información de resultados de investigación, trabajos especializados y los criterios desarrollados por los expertos para identificar los requisitos necesarios.

Se determinaron nueve requisitos; fisiológicos directamente vinculados a las demandas de los cultivos; de manejo, asociados a las características estables de la tierra y factores socioeconómicos externos de la producción y los requisitos que involucrados a la protección del suelo. A

continuación se presenta el listado de los requisitos usados para evaluar los tipos de uso de las tierras:

1. Capacidad de laboreo del suelo
2. Condición de caminos
3. Condición de enraizamiento
4. Disponibilidad de humedad
5. Disponibilidad de nutrientes
6. Recursos para la producción
7. Riesgo de erosión
8. Riesgo de plagas
9. Riesgo de sequía (durante el invierno)

Cuadro 4.

REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA

| CARACTERISTICAS | Cond. cam | Cap. Lab. Su | Cond. Enraiz | Disp. Nutrie. | Ries. Plag | Ries. Erosi | Hum. Dispo | Rec. Pro |
|-------------------------|-----------|--------------|--------------|---------------|------------|-------------|------------|----------|
| FISIOLOGICAS: | | | | | | | | |
| Altitud | | | | | XXX | | | |
| Precipitacion | | | | | | | XXX | |
| Efecto canícula | | | | | | | XXX | |
| Fosforo suelo | | | | XXX | | | | |
| Materia organica | | | | XXX | | | | |
| Temp. media anual | | | | | XXX | | | |
| Textura suelo | | | | | | | XXX | |
| pH suelo | | | | | | XXX | | |
| Profundidad efectiva | | | XXX | | | | XXX | |
| Potasio suelo | | | | | | XXX | | |
| Calcio suelo | | | | | | XXX | | |
| Magnesio suelo | | | | | | XXX | | |
| DE MANEJO: | | | | | | | | |
| Accesibilidad | XXX | | | | | | | |
| Disponib. mano obra | | | | | | | | XXX |
| Disponib. capital | | | | | | | | XXX |
| Pedregosidad | | XXX | | | | | | |
| Pendiente | | XXX | | | | | | |
| Tenencia tierra | | | | | | | | XXX |
| Uso actual tierra | | | | | | XXX | | |
| DE CONSERVACION: | | | | | | | | |
| Pract. Conservacion | | | | | | XXX | | |
| Riesgo de erosion | | | | | | XXX | | |

Cond. cam: Condicion de caminos
 Cap. Lab. Su: Capacidad laboreo del suelo
 Cond. Enraiz: Condicion enraizamiento
 Disp. Nutrie: Disponibilidad de nutrientes
 Ries. Plag: Riesgo de Plagas
 Ries. Erosi: Riesgo de Erosion
 Hum. Dispo: Humedad Disponible
 Rec. Pro: Recursos de Produccion

Cada uno de estos requisitos está formado por una o más características de la tierra; por ejemplo, el requisito de humedad disponible lo forman, la precipitación, el riesgo de sequía, la textura del suelo y la profundidad efectiva; el requisito de capacidad de laboreo de suelo lo forman, la pendiente predominante y la pedregosidad sobre la superficie. En el cuadro 4, se presentan los requisitos de uso de la tierra combinados con las respectivas características; esta matriz facilita posteriormente la construcción de los árboles de decisión para estimar con ALES la aptitud física de cada tipo de uso de la tierra.

Por otro lado, la estructuración de los requisitos de uso de la tierra para cada tipo de utilización, se realizó tomando de base los niveles de críticos para las características relevantes de suelos (Del Valle, 1975; Estrada, 1984; Cifuentes, 1984; JICA, 1992d), las demandas de agua por los cultivos obtenidas de la revisión de trabajos específicos (Reyes, 1979; Fión, 1980; Figueroa, 1987; García, 1985;) así como los rangos sugeridos en la consulta con los expertos tanto de los aspectos bio físicos como los socio económicos.

Con el propósito de ordenar adecuadamente los requisitos de uso, se establecieron formatos (cuadros, 1 al 4 del anexo) con cinco rangos (alto, moderado, intermedio, bajo y muy bajo) iniciando de lo más adecuado (nivel 1), a lo más desfavorable (nivel 5); esto además facilita la evaluación dentro de ALES, ya que la versión 3, del sistema automatizado trabaja con cinco niveles para evaluar la aptitud física.

6.4.5 Determinación de las características de la tierra de las unidades de mapeo

Las características son atributos medibles de la tierra; para el caso del estudio, se obtuvieron de la procedencia de información bio física y socio económica.

Esta información se obtuvo de fuentes secundarias y directamente tomada en el campo. Las fuentes de información bio física provienen de mapas temáticos de la república de Guatemala a escala 1:250,000 con información de fisiografía, geología, uso de la tierra, zonas de vida y series de suelos y de fotografías aéreas a escala 1:60,000.

Los datos de lluvia y temperatura proceden de los registros de las estaciones ubicadas en el área de estudio del Instituto de Sismología, Vulcanología e Hidrología (INSIVUMEH, 1988).

Los datos de suelos, se obtuvieron de los resultados de análisis realizados por el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, ICTA y la Dirección de Riego y Avenamiento DIRYA.

En cuanto a la información socioeconómica, se obtuvo de los costos de producción realizados por el ICTA (1984; 1987; 1991), los registros dinámicos del proyecto CATIE/ACDI (1992) y los costos de actividades y faenas del Proyecto Madeleña (CATIE, 1989; 1990), así como los datos reportados en el III Censo Agropecuario Nacional (INE, 1979).

Las características evaluadas directamente en el campo, se obtuvieron en las unidades de mapeo a través de la descripción de perfiles en sitios representativos, barrenamientos y observación de taludes. Información como disponibilidad de mano de obra, prácticas de conservación de

suelos, riesgo de erosión, accesibilidad y factores de la producción fue obtenida en los recorridos de campo a través de entrevistas abiertas con los agricultores.

Se obtuvieron finalmente 24 características para la evaluación de tierras y se ordenaron en formatos agrupándolas en a) fisiológicas: aquellas vinculadas a las demandas de los cultivos para un desarrollo adecuado; b) de manejo: a las asociadas con las cualidades de capacidad de laboreo del suelo, uso de la tierra y los principales factores de la producción, y; c) de conservación: asociados con las características del recurso suelo. En los cuadros del 5 al 8, se aprecian los valores y niveles de severidad de las características para unidad de mapeo.

Cuadro 5. Características de la tierra por unidad de mapeo

| CARACTERISTICAS | UNIDADES DE TIERRA PARA LA EVALUACION | | | | |
|------------------------------------|---------------------------------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| FISIOLÓGICAS: | ASUNCION GR | CONGUACO | AZULCO | JALPATAGUA | MONZON |
| Precipitación media anual (mm) | 1243 | 1483 | 1300 | 1400 | 1251 |
| Retención Humedad (mm/cm) | 1.7 | 1.5 | 1.9 | 1.7 | 1.7 |
| Riesgo de Sequía (nivel) | Moderada | Moderada | Moderada | Alta | Alta |
| Textura del suelo (clase) | F. Arcilloso | Arcilla | F. Arcilloso | F. Arcilloso | Arcilla |
| Temp. promedio anual (°C) | 26.9 | 22.7 | 22.7 | 25.9 | 25.9 |
| Altitud (msnm) | 850 | 1275 | 1000 | 650 | 550 |
| Drenaje (clase) | Moderado | Imperfecto | Imperfecto | Moderado | Moderado |
| Profundidad E. suelo (cms) | Moderado | Moderado | Poco profundo | Mod. profundo | Profundo |
| Fosforo (ppm) | 28.6 | 3.94 | 7.68 | 43.7 | 11.96 |
| Potasio (meq=1g de suelo) | 171.4 | 69 | 93 | 207.8 | 261 |
| Calcio (meq 100=1g de suelo) | 10.58 | 6.04 | 3.74 | 12.96 | 10.81 |
| Magnesio (meq 100=1g de suelo) | 3.22 | 1.91 | 1.05 | 55.94 | 2.77 |
| Materia Orgánica (%) | 3.37 | 6 | 6 | 3.31 | 4.42 |
| Capacidad total intercambio | 27.46 | 32.72 | | | |
| pH en agua (escala pH) | 6.15 | 5.5 | 5.8 | 6.43 | 6.4 |
| Saturación de Bases | 77.57 | 26.73 | | 84.6 | |
| MANEJO: | | | | | |
| Textura superficial (clase) | F. Arcilloso | Arcilla | F. Arcilloso | F. Arcilloso | F. Arcilloso |
| Pendiente (%) | 18 | 36 | 25 | 8 | 6 |
| Pedregosidad (clase) | Pedregoso | Mod. pedregoso | Pedregoso | Esc. pedregoso | Esc. pedreg. |
| Arcilla pasada más que 50% | No | Si | No | No | No |
| Frecuencia de Plagas (nivel) | Alta | Mod. alta | Moderada | Alta | Alta |
| Accesibilidad (clase) | Accesible | Acces. Rep. | Acces. Rep. | Muy accesible | Muy accesible |
| Disponibilidad Mano Obra | Moderada | Moderada | Moderada | Moderada | Moderada |
| Disponibilidad Capital | Bajo | Muy bajo | Muy bajo | Alto | Bajo |
| Disponibilidad Tierra | Poca | Muy poca | Muy poca | Intermedio | Poca |
| Uso Actual de la Tierra | Cultivo=pasto | Cultivos | Cultivos | Cult=pasto | Cult=pasto |
| CONSERVACION-SOSTENIBILIDAD | | | | | |
| Erosión Observada | Alta | Alta | Severa | Moderada | Moderada |
| Prácticas Conserv. Suelos | Pract. inc. | Pract. inc. | Pract. mod. | Pract. mod. | Pract. inc. |

Cuadro 6. Características de la tierra por unidad de mapeo

| | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------|----------------|
| FISIOLOGICAS: | SAN IXTAN | SAN CRISTOBAL | QUEBRADAS | QUEZADA | AMAYITO |
| Precipitación media anual (mm) | 1251 | 1251 | 1092 | 1092 | 1121 |
| Retención Humedad (mm/cm) | 0.9 | 1.5 | 1.3 | 1.4 | 1.7 |
| Riesgo de Sequía (nivel) | Moderada | Alta | Moderada | Alta | Moderado |
| Textura del suelo (clase) | Arcilla | Arcilla | F. Arc. aren. | F. Arc. aren. | Arcilla |
| Temp. promedio anual (°C) | 22.7 | 22.7 | 22.7 | 22.7 | 23.2 |
| Altitud (msnm) | 1100 | 1200 | 975 | 1000 | 1150 |
| Drenaje (clase) | Imperfecto | Imperfecto | Imperfecto | Moderada | Moderado |
| Profundidad E. suelo (cms) | Mod. profundo | Poco profundo | Moderado | Moderada | Poco profundo |
| Fósforo (ppm) | 13.42 | 8.42 | 8.21 | 7.2 | 3.37 |
| Potasio (meq-1g de suelo) | 6.46 | 4.9 | 50.5 | 110 | .1 |
| Calcio (meq 100-1g de suelo) | 6.46 | 4.12 | 2.53 | 7.77 | 5.91 |
| Magnesio (meq 100-1g de suelo) | 2.02 | 1.32 | 1.1 | 3.53 | 2.47 |
| Materia Orgánica (%) | 2.99 | 3.97 | 1.28 | 2.01 | 1.65 |
| Capacidad total intercambio | | | | 37.26 | 17.04 |
| pH en agua (escala pH) | 6.4 | 5.5 | 5.7 | 6.16 | 6.66 |
| Saturación de Bases (%) | | | | 74.97 | 60.53 |
| MANEJO: | | | | | |
| Textura superficial (clase) | F. Arcilloso | Arcilla | F. Arcilloso | F. Arc. aren. | F. Arcilloso |
| Pendiente (%) | 18 | 25 | 18 | 15 | 18 |
| Pedregosidad (clase) | Pedregoso | Pedregoso | Pedregoso | Mod. pedregoso | Mod. pedreg. |
| Arcilla pesada más que 50% | Si | No | No | No | No |
| Frecuencia de Plagas (nivel) | Alta | Alta | Alta | Moderada | Alta |
| Accesibilidad (clase) | Acces. Rep. | Poco accesible | Accesib. Rep. | Muy accesible | Accesible |
| Disponibilidad Mano Obra | Moderada | Moderada | Moderado | Escasa | Moderada |
| Disponibilidad Capital | Muy bajo | Muy bajo | Muy bajo | Bajo | Bajo |
| Disponibilidad Tierra | Muy poca | Muy poca | Muy poca | Poca | Poca |
| Uso Actual de la Tierra | Cult-veg. sec. | Cult-pastos-veg. | Cultivos | Cultivos | Cultivo-pasto |
| CONSERVACION-SOSTENIBILIDAD | | | | | |
| Erosión Observada | Muy alta | Muy alta | Muy alta | Moderada | Moderada |
| Prácticas Conserv. Suelos | Sin pract. | Pract. inc. | Pract. inc. | Pract. mod. | Pract. inc. |

Cuadro 7. Características de la tierra por unidad de mapeo

| | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|------------------------------------|---------------|--------------|---------------|-------------|---------------|
| | LAS FLORES | LAS TUNAS | RIO VIRGE | TRAPICHE | ACEQUIA |
| FISIOLOGICAS: | | | | | |
| Precipitación media anual (mm) | 1121 | 1317.16 | 1317.16 | 1317.16 | 1317.16 |
| Retención Humedad (mm/cm) | 1.7 | 1.3 | 1.2 | 1.7 | 1.2 |
| Riesgo de Sequía (nivel) | Alta | Alta | Alta | Muy alta | Moderado |
| Textura del suelo (clase) | F. Arcilloso | F. Arc. aren | Arc. arenoso | Arcilla | F. Arc. aren. |
| Temp. promedio anual (oC) | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 | 23.2 |
| Altitud (manm) | 1000 | 1070 | 900 | 1000 | 980 |
| Drenaje (clase) | Imperfecto | Moderado | Moderado | Imperfecto | Moderado |
| Profundidad E. suelo (cms) | Moderado | Moderado | Poco profundo | Poco prof. | Profundo |
| Fósforo (ppm) | 0.5 | 2.71 | 3.22 | 44.29 | 9.93 |
| Potasio (meq-1g de suelo) | 0.31 | 75.23 | 67.14 | 2.02 | 130 |
| Calcio (meq 100-1g de suelo) | 10.27 | 5.9 | 6.42 | 15.09 | 10.66 |
| Magnesio (meq 100-1g de suelo) | 5.25 | 2.23 | 2.76 | 6.48 | 4.55 |
| Materia Orgánica (%) | 4.45 | 2.1 | 2.61 | 4.37 | 2.48 |
| Capacidad total Intercambio | 32.82 | 19.53 | 27.31 | 55.76 | 27.03 |
| pH en agua (escala pH) | 5.9 | 6.24 | 5.5 | 6 | 6.09 |
| Saturación de Bases | 50.1 | 61.4 | 49.57 | 42.6 | 79.2 |
| MANEJO: | | | | | |
| Textura superficial (clase) | F. Arcilloso | Arc. arenoso | Arc. arenoso | Arcilla | F. Arcilloso |
| Pendiente (%) | 12 | 14 | 8 | 20 | 8 |
| Pedregosidad (clase) | Mod. pedreg. | Mod. pedreg. | Pedregoso | Pedregoso | Mod. pedregos |
| Arcilla pesada más que 50% | No | No | no | No | No |
| Frecuencia de Plagas (nivel) | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta |
| Accesibilidad (clase) | Acces. Rep. | Acces. REp. | Accesible | Poco acces. | Accesible |
| Disponibilidad Mano Obra | Moderado | Moderado | Escasa | Moderada | Escasa |
| Disponibilidad Capital | Bajo | Bajo | bajo | Muy bajo | Intermedio |
| Disponibilidad Tierra | Poca | Muy poca | Muy poca | Muy poca | Poca |
| Uso Actual de la Tierra | Cultivo-pasto | Cultivos | Cultivos | Cult-past | Cultivos |
| CONSERVACION-SOSTENIBILIDAD | | | | | |
| Erosión Observada | Alta | Alta | Alta | Muy alta | Moderada |
| Prácticas Conserv. Suelos | Pract. Inc. | Pract. Inc. | Pract. Inc. | Sin pract. | Pract. Inc. |

Cuadro 8. Características de la tierra por unidad de mapeo

| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |
|------------------------------------|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| FISIOLÓGICAS: | GUEVARA | HORCONE | EL RODEO | LOMA LISA | CHILIEPE | LAS LAJAS |
| Precipitación media anual (mm) | 1200 | 838 | 838 | 1317.16 | 1317.16 | 838 |
| Retención Humedad (mm/cm) | 1.5 | 1.7 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.8 |
| Riesgo de Sequía (nivel) | Moderada | Alta | Alta | Muy alta | Alta | Muy alta |
| Textura del suelo (clase) | F. Arcilloso | Arcilla | F. arcilloso | F. arcilla | Arcilloso | F. arcilloso |
| Temp. promedio anual (°C) | 26.9 | 26.9 | 26.9 | 23.2 | 23.2 | 26.9 |
| Altitud (msnm) | 900 | 950 | 800 | 1200 | 900 | 970 |
| Drenaje (clase) | Moderado | Moderado | Bien | Imperfecto | Imperfecto | Moderado |
| Profundidad E. suelo (cm) | Moderado | Poco prof. | Poco prof. | Poco prof. | Profundo | Moderado |
| Fósforo (ppm) | 5.37 | 5.85 | 5.09 | 2.79 | 3.47 | 3.12 |
| Potasio (meq-1g de suelo) | .44 | 1.50 | 207.6 | .51 | 112.9 | 110.25 |
| Calcio (meq 100-1g de suelo) | 10.57 | 10.03 | 12.01 | 29.8 | 6.31 | 8.27 |
| Magnesio (meq 100-1g de suelo) | 5.34 | 3.98 | 6.35 | 9.94 | 2.46 | 3.59 |
| Materia Orgánica (%) | 3.74 | 4.64 | 3.42 | 3.24 | 2.66 | 3.85 |
| Capacidad total Intercambio | 41.71 | 40.32 | 34.84 | 71.96 | | |
| pH en agua (escala pH) | 6.33 | 6.32 | 6.318 | 6.5 | 6.01 | 6.1 |
| Saturación de Bases | 89.2 | 87.11 | 78.83 | 56.16 | 69.17 | |
| MANEJO: | | | | | | |
| Textura superficial (clase) | Arcilla | Arcilloso | F. Arcilloso | F. arcilloso | Arcilla | F. Arcilloso |
| Pendiente (%) | 20 | 20 | 15 | 26 | 8 | 12 |
| Pedregosidad (clase) | Pedregoso | Pedregoso | Mod. pedreg. | Pedregoso | Esc. pedreg. | Alt. pedreg. |
| Arcilla pasada más que 50% | No | No | No | No | SI | NO |
| Frecuencia de Plagas (nivel) | Alta | Alta | Alta | Alta | Alta | Muy alta |
| Accesibilidad (clase) | Muy accesib. | Acces. Rep. | Accesible | Acces. Rep. | Accesible | Poco accesib. |
| Disponibilidad Mano Obra | Moderado | Escasa | Moderado | Moderada | Escasa | Alta |
| Disponibilidad Capital | Bajo | Bajo | Bajo | Muy bajo | Intermedio | Muy bajo |
| Disponibilidad Tierra | Poca | Muy poca | Muy poca | Muy poca | Intermedia | Muy poca |
| Uso Actual de la Tierra | Cult-pasto | Cultivos | Cult-past | Cult-pasto | Cultivos | Cultivo-past |
| CONSERVACION-SOSTENIBILIDAD | | | | | | |
| Erosión Observada | Alta | Severa | Alta | Muy alta | Severa | Severa |
| Prácticas Conserv. Suelos | Pract. Inc. | Sin pract. | Pract. Inc. | Pract. Inc. | Sin pract. | Sin pract. |

A continuación se da una breve descripción de como se obtuvo cada una de las características y los valores de las escalas establecidas para fines de la evaluación.

1. **Altitud:** Se determinó a partir de la sobreposición del mapa de unidades de mapeo sobre los mapas topográficos y la lectura directa en algunos casos del altímetro; sus unidades están dadas en metros sobre el nivel del mar. 1. Altitud baja (0-600 msnm) 2. Moderadamente baja (800 msnm) 3. Intermedia (1000 msnm) 4. Moderadamente alta (1200 msnm) y 5. Alta (> 1500 msnm).

2. **Drenaje del suelo:** Se determinó directamente en el campo por medio de la observación de las evidencias que pudieran demostrar problemas de drenaje asociado a la textura, estructura, y la posición de las unidades de mapeo en el relieve; la escala usada 1. Escasamente drenado 2. Ligeramente drenado 3. Imperfectamente drenado 4. Moderadamente drenado 5. Bien drenado.

3. **Precipitación media anual:** Se determinó en mm. a través de los registros mensuales de las estaciones de la red meteorológica del Departamento de Jutiapa y la sobreposición de éstas sobre el mapa de las unidades de mapeo; las estaciones tienen un rango de registros anuales que van de cinco a treinta años provenientes de nueve estaciones pluviométricas. La escala adaptada a las condiciones de la zona de estudio 1. Muy baja (0-500 mm) 2. Baja (500-800 mm) 3. Moderada (800-1200 mm) 4. Alta (1200-1500 mm) y 5. Muy alta (> 1500 mm).

4. **Profundidad efectiva del suelo:** Se realizó con la información de los formatos de descripción de perfiles de suelos del estudio de Simmons, et al (1958); del Instituto Geográfico Nacional (1993); del estudio del Plan de

Desarrollo Integrado de Desarrollo Agropecuario de la JICA (1992d) y directamente de la descripción de perfiles y barrenamientos realizados en el campo. La escala es tomada del IGN (1993) 1. Muy poco profundo (0-10 cms) 2. Poco profundo (10-30 cms) 3. Moderadamente profundo (30-80 cms) 4. Profundo (80-120 cms) y 5. Muy profundo (> 120 cms).

5. Retención de humedad: Determinada en porcentaje; tomando muestras de suelos a diferentes horizontes del perfil del suelo en las unidades de mapeo, y obteniendo en el laboratorio el porcentaje de humedad a capacidad de campo y marchites permanente y posteriormente usando el triángulo de texturas con isolneas de retención de humedad (Henao, 1976) citado por Jiménez, F (1979); usando los valores de arena, limo y arcilla corregido por los valores de materia orgánica. La escala 1. Muy baja 2. Baja 3. Moderada 4. Alta y 5. Muy alta.

6. Temperatura media anual: Estimada en grados centígrados ($^{\circ}\text{C}$), sobreponiendo un mapa de isotermas de temperatura media mensual sobre el mapa de unidades de mapeo. La escala 1. Baja (0-14 $^{\circ}\text{C}$) 2. Moderadamente baja (14-18 $^{\circ}\text{C}$) 3. Intermedia (18-22 $^{\circ}\text{C}$) 4. Alta (22-26 $^{\circ}\text{C}$) y 5. Muy alta (> 26 $^{\circ}\text{C}$).

7. Duración de la canícula: Como criterio para estimar la duración de la canícula se analizaron 26 años en los meses de julio-agosto en los que al menos no hubieran durante tres días consecutivos 10 mm. de lluvia durante 26 años de registro para las estaciones de Asunción Mita y Quezada; así como el criterio de los agricultores en las distintas unidades de mapeo, quienes referían sobre su experiencia en el área para determinar el riesgo de la sequía en época de invierno; ésta información posteriormente fue consultada a los técnicos. La escala usada fue 1. Muy poca (0-3 días)

2. Poca (0-5 días) 3. Intermedia (0-8 días) 4. Prolongada (0-10 días) 5. Muy prolongada (0-15 días).

8. **Capacidad total de intercambio catiónico:** Los niveles en que se organizaron la capacidad total de intercambio fue de la siguiente manera: 1. Muy baja (0-5) 2. Baja (5-15) 3. Adecuado (15-25) 4. Alta (25-40) y 5. Muy alta (> 40) (Guatemala, ICTA, 1993)

9. **Calcio del suelo:** Se determina por medio de acetato de amonio como solución extractora y determinado por absorción atómica; sus unidades están dadas en meq 100-1g de suelo (ICTA, 1993).

10. **Fósforo del suelo:** Medido en ppm; se determina usando solución extractora Bray-II y analizando por colorimetría (ICTA, 1993). La escala usada 1. Muy baja (0-3 ppm) 2. Baja (3-5 ppm) 3. Moderada (5-7 ppm) 4. Alta (7-10 ppm) y 5. Muy alta (> 10 ppm).

11. **Materia Orgánica:** La escala de medida es en porcentaje (%); determinándose a través del producto de carbono orgánico por 1.742, ICTA (1993). La escala usada 1. Muy baja (0-2%) 2. Baja (2-3.5%) 3. Moderada (3.5-5%) 4. (5-7%) y Muy alta (> 7%).

12. **Magnesio del suelo:** Medido en 100/grs. de suelo; su extracción se realiza mediante acetato de amonio y determinado por absorción atómica (ICTA, 1993). La escala usada 1. Muy baja (0-0.5 meq) 2. Baja (0.5-1.0 meq) 3. Moderada (1.0-3.0 meq) 4. Alta (3.0-4.5 meq) y 5. Muy alta (4.5-7.0 meq).

13. **Potasio en el suelo:** Determinado 100 meq/gr de suelo; a través de solución extractora Bray-II y absorción

atómica (ICTA, 1993). La escala usada 1. Muy bajo (0-0.1 meq) 2. Bajo (0.1-0.2 meq) 3. Moderado (0.2-0.5 meq) 4. Alto (0.5-0.7 meq) y 5. Muy alto (> 0.0 meq).

14. Textura del suelo: Se obtuvo mediante la revisión de las bases de datos de suelos en las unidades de tierra identificadas para la evaluación; en las unidades en donde no carecía de esta información, se generó directamente de las muestras de campo tomadas en los perfiles de suelos.

Posteriormente se analizó en el laboratorio de suelos con el método de Bouyoucos (ICTA, 1993). La escala usada para la evaluación 1. Arenoso 2. Franco arenoso 3. Franco 4. Franco arcilloso y 5. Arcilloso.

15. Reacción del suelo (pH en agua): Se determinó en la relación 1:2.5 en agua con un potenciómetro (ICTA, 1993); la escala de los niveles 1. Bajo (4.5-5.0) 2. Moderadamente bajo (5.0-5.5) 3. Adecuado (5.5-6.0) 4. Moderadamente alto (6.0-6.5) 5. Alto (> 7.0).

16. Accesibilidad: Con la ayuda de mapas de topográficos de la región, los mapas de infraestructura de producción del proyecto de regionalización SEGEPLAN/PNUD, (1992) y las salidas al campo se observó la condición de éstos en cada una de las unidades de mapeo, clasificando en cinco niveles de severidad: 1. No accesible 2. Accesible con reparación 3. Poco accesible 4. Accesible y 5. Muy accesible.

17. Acceso al capital: A través de las visitas de campo de cada una de las unidades de mapeo, la revisión de criterios de agrupación y selección realizadas por técnicos agropecuarios para la concesión de créditos y los datos reportados el III Censo Agropecuario Nacional (1979), se

determinaron cinco niveles de severidad: 1. Acceso muy bajo
2. Acceso bajo 3. Acceso intermedio 4. Acceso alto y 5.
Acceso muy alto.

18. **Disponibilidad de mano de obra:** En las visitas de campo a las unidades de mapeo, se realizó una entrevista con los agricultores orientada a conocer la disponibilidad de la mano de obra en la época de mayor demanda para la producción; así mismo, fueron revisados los informes de la disciplina de socio economía rural del ICTA (1984, 1991) y los resultados del estudio de dominios de recomendación del IICA-MAGA (1992); sus niveles se establecieron en 1. Muy escasa 2. Escasa 3. Moderada 4. Alta 5. Muy alta.

19. **Disponibilidad de tierra:** La disponibilidad de tierras está dada en función del tamaño de la finca y se estableció de acuerdo a las visitas de campo realizadas a la zona de estudio, a la revisión de los registros dinámicos del proyecto CATIE-ACDI (1990), del estudio sobre dominios de recomendación del IICA-MAGA y la revisión del III Censo Agropecuario Nacional (1979). Sus niveles 1. Muy poca 2. Poca 3. Intermedia 4. Alta 5. Muy alta.

20. **Erosión observada:** Inicialmente a través de la fotointerpretación se observó el grado y la susceptibilidad a la erosión de las unidades de mapeo; posteriormente en el campo se confirmó el grado de erosión a través de la observación directa tomando en cuenta la pendiente, cobertura vegetal del suelo, el color en la parte superficial y el aspecto de evidencias como movimientos en masa, cárcavas y canaliculos Sus escalas 1. Erosión leve 2. Erosión moderada 3. Erosión fuerte 4. Erosión severa y 5. Erosión Muy severa.

21. Pedregosidad en la superficie: Inicialmente fue determinado a través del análisis de la fotointerpretación, identificando en las unidades de mapeo las áreas pedregosas y de afloramiento rocoso; posteriormente con las visitas de campo fueron confirmadas y establecidas plenamente las áreas con pedregosidad que impedían la preparación de la tierra. La escala 1. Sin pedregosidad 2. Escasamente pedregoso 3. Moderadamente pedregoso 4. Pedregoso 5. Altamente pedregoso.

22. Pendiente: Establecida en porcentaje; determinada a través de la fotointerpretación y observación directa en el campo respecto a la posición de las unidades de mapeo en el paisaje; la escala es la usada para la clasificación de capacidad de uso de la tierra por el Instituto Geográfico Nacional ; 1. Plano (0-4%) 2. Suavemente ondulado (4-8%) 3. Colinado (8-16%) 4. Escarpado (16-32%) y 5. Muy escarpado (> 32%).

23. Prácticas de conservación de suelos: Se determinó a través de las visitas de campo a las unidades de mapeo y observación directa en las fincas y unidades productivas de los agricultores; para facilitar la construcción de los modelos se usó la escala 1. Sin prácticas 2. Prácticas incipientes 3. Prácticas moderadas 4. Prácticas sin diseño y 5. Prácticas con diseño.

24. Uso actual de la tierra: El uso actual de la tierra fue determinado mediante la fotointerpretación y luego confirmado directamente en el campo, en los casos en que la resolución no permitía establecer la categoría presente; para el caso de la evaluación se categorizaron usos asociados debido a la complejidad de los sistemas de producción regularmente en áreas muy pequeñas. Las categorías 1.

Cultivos anuales 2. Cultivos pastos 3. Pastos 4. Pastos-vegetación natural 5. Vegetación natural.

Cuadro 9. Características de la tierra y procedencia de información

| Característica de la Tierra | Procedencia de Información |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1. Accesibilidad de caminos | Mapas viales y campo |
| 2. Acceso al capital | Fuente secundaria, campo |
| 3. Altitud | Mapas topográficos |
| 4. Capacidad intercambio cat. | Laboratorio |
| 5. Calcio del suelo | Laboratorio |
| 6. Disponibilidad mano obra | Fuente secundaria, campo |
| 7. Disponibilidad de tierra | Fuente secundaria, campo |
| 8. Drenaje del suelo | Campo |
| 9. Duración de la canícula | Fuente secundaria |
| 10. Erosión observada | Fotointerpretación, campo |
| 11. Fósforo del suelo | Laboratorio |
| 12. Materia orgánica | Laboratorio |
| 13. Magnesio del suelo | Laboratorio |
| 14. Pedregosidad | Fotointerpretación, campo |
| 15. Pendiente | Fotointerpretación, campo |
| 16. Potasio del suelo | Laboratorio |
| 17. Prácticas conserv. suelos | Campo |
| 18. Precipitación media anual | Fuente secundaria |
| 19. Profundidad efectiva suelo | Fuente secundaria, campo |
| 20. Retención de humedad | Laboratorio |
| 21. Temperatura promedio anual | Fuente secundaria |
| 22. Textura del suelo | Laboratorio |
| 23. Uso actual de la tierra | Fotointerpretación, campo |
| 24. Reacción del suelo | Laboratorio |

Fuente: Evaluación de tierras. 1993

6.4.6 El sistema de expertos

El sistema automatizado de evaluación de tierras (ALES), es un programa para computador desarrollado por la Universidad de Cornell (USA); con el fin de viabilizar el proceso de evaluación de tierras basado en el esquema de la

FAO (Rossiter, 1991); en la figura 2 del anexo, se presenta el esquema del procedimiento establecido; bajo ese esquema, la evaluación se inicia estableciendo los propósitos y naturaleza del proceso, identificando las limitaciones y estableciendo un programa de trabajo; posteriormente y como un proceso paralelo se definen los tipos de uso de la tierra se identifican las unidades de mapeo y se obtienen los datos de socioeconómico.

A partir de la definición de los tipos de uso de la tierra, se determinan los requisitos de uso para propósitos específicos y análogamente se determinan, en las unidades de tierra, los atributos y características a través de estudios especializados de levantamientos de suelos y clima. Con estos dos procesos concluidos se realiza la comparación de la tierra con su uso, la clasificación de aptitud y el análisis social y económico; finalmente, los resultados se presentan con la descripción de las aptitudes físicas y económicas de cada uno de los tipos de uso.

Este sistema permite al evaluador construir su propio sistema de experto para poder determinar la aptitud física y económica en entidades naturales de su interés respecto a los tipos de utilización de la tierra seleccionados para la evaluación. El evaluador desarrolla su propio modelo para satisfacer las necesidades locales de acuerdo a sus propios objetivos; esto permite flexibilizar en el sentido de no existir un listado establecido de requerimientos para evaluar los tipos de utilización de las tierras.

El ALES es en sí, un marco en el cual el evaluador expresa su propio conocimiento, ya que provee un mecanismo para razonar y expresar las inferencias; no contiene información de la tierra y sus posibles usos.

Las unidades de mapeo que son usadas para evaluar sobre ellas los diferentes tipos de utilización de la tierra pueden definirse a escalas de reconocimiento, semidetalladas o detalladas (nivel de finca).

6.5 Manejo del sistema y construcción del modelo

El modelo desarrollado con el ALES, es clasificado como un modelo empírico de la realidad, ya que su procedimiento describe la relación de los atributos de la tierra con su aptitud para usos específicos; puede considerarse también como un modelo de conocimientos (Rossiter, 1990).

Uno de los principales mecanismos de ALES para la construcción de modelos, es la utilización de los árboles de decisión, considerados como el corazón del mismo y son llaves multivías en orden jerárquico; se estructuran primero para determinar los niveles de severidad de los requisitos de la tierra a partir de las características de la tierra para cada tipo de utilización. Posteriormente para definir las subclases de aptitud física, utilizando los requisitos de uso de las tierras; seguidamente para evaluar el rendimiento proporcional de acuerdo con la influencia de los requisitos de uso y finalmente para hacer las inferencias de características de la tierra no medidas a partir de otros conocidos (Arze, 1993).

Se toman en cuenta las características de la tierra como base de la evaluación y con criterios lógicos se establecen sus cualidades para confrontarlos con los requisitos para su uso, expresando sus resultados en términos de la aptitud física y económica de la tierra, rendimientos y márgenes brutos.

Moncada, (1990) y Orozco, (1993) describen en forma detallada la estructura del ALES y el contenido de los seis principales módulos, así como el esquema de procedimiento para evaluación de tierras de la FAO, (1976).

A continuación se presenta la figura 2, para mostrar un diagrama de flujo en donde se resumen los principales procedimientos metodológicos utilizados en el presente estudio para la evaluación de las tierras del trópico seco de Jutiapa, Guatemala.

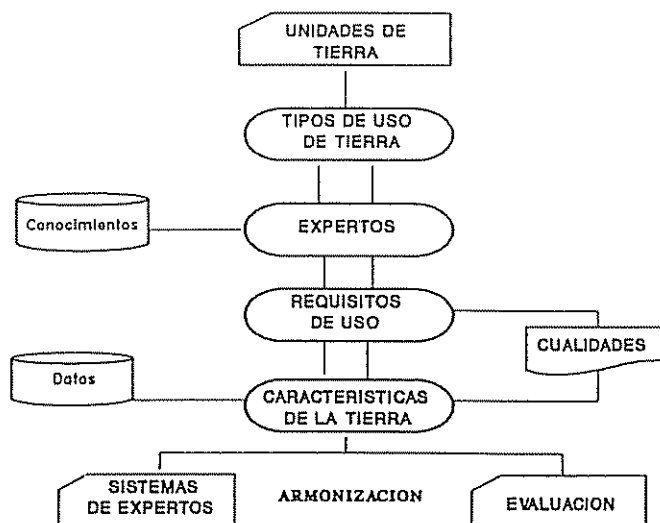


Figura 2. Esquema metodológico usado en la evaluación de tierras del trópico seco de Jutiapa, Guatemala. 1993.

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

7.1 Mapa de unidades de mapeo

En total se identificaron 82 unidades de mapeo, de las cuales se someten a la evaluación 21 unidades, equivalente a 232,743 hectáreas, 24.8 por ciento del total del área estimada en la evaluación y al 7.2 por ciento de área total del Departamento de Jutiapa. La determinación final de las unidades se realizó con base en la distribución de la población, es decir, se tomaron unidades con poblaciones importantes, la disponibilidad de información y la facilidad de acceso.

Dentro de las unidades evaluadas, sobresalen Quezada y Trapiche por ocupar conjuntamente el 54 por ciento del total del área sometida a la evaluación; sin embargo, hay marcadas diferencias entre las dos; la unidad Quezada, corresponde a una zona de mayores posibilidades de desarrollo y a condiciones edafoclimáticas favorables; mientras la unidad Trapiche es una zona poco desarrollada dentro del contexto departamental, sus servicios de apoyo a la producción son limitados y las condiciones para la producción agropecuaria es restringida.

Destaca también la unidad Jalpatagua, un área de valle localizada en tránsito de la carretera Interamericana, próxima con la república de El Salvador, con posibilidades más favorables para el desarrollo agropecuario y el mercado internacional.

Unidades como Las Lajas, Azulco, Conguaco y San Cristóbal son las menos favorecidas, sus recursos naturales están degradados y las condiciones en general para su desarrollo son marginales.

Cuadro 9. Unidades de mapeo y extensión en Has.

| UNIDAD DE MAPEO | ARES (Has) |
|--------------------|------------|
| - Acequia | 13,373 |
| - Asunción Grande | 640 |
| - Azulco | 3,700 |
| - Conguaco | 3,700 |
| - Jalpatagua | 8,740 |
| - Monzón | 5,850 |
| - San Ixtán | 8,970 |
| - San Cristóbal | 5,130 |
| - Quebradas | 4,510 |
| - Quezada | 82,224 |
| - Amayito | 1,340 |
| - Las Flores | 3,570 |
| - Las Tunas | 8,480 |
| - Río de la Virgen | 2,240 |
| - Trapiche | 44,964 |
| - Guevara | 1,680 |
| - Horcones | 7,029 |
| - El Rodeo | 8,613 |
| - Loma Lisa | 8,200 |
| - Chiltepe | 6,460 |
| - Las Lajas | 3,660 |

Fuente: Trabajo de campo, (1993)

En la figura 6 del anexo, se presenta el mapa correspondiente de las unidades de mapeo y su ubicación dentro del contexto de la zona de estudio.

7.2 Mapa de uso actual de la tierra

En términos generales, los cultivos anuales, los pastos naturales y los matorrales o vegetación secundaria son los usos de mayor predominancia en la zona de estudio. A continuación se presenta la figura 2, con los resultados sobre la distribución de los principales usos del suelo; se resalta en todas las categorías combinadas, la presencia de los cultivos anuales como predominantes; en la figura 6 del anexo se presenta el mapa con la respectiva distribución espacial.

Los datos reportados, coinciden con los estudios sobre la cobertura y uso actual de la tierra identificados para el Departamento de Jutiapa (SGCNPE (1981); así como, o manifiestan a nivel regional la tendencia observada en el uso de la tierra en los componentes de las fincas pequeñas (CATIE, 1992; IICA 1992).

A continuación en la figura 3, se muestran las categorías relevantes del uso de la tierra y su correspondiente área:

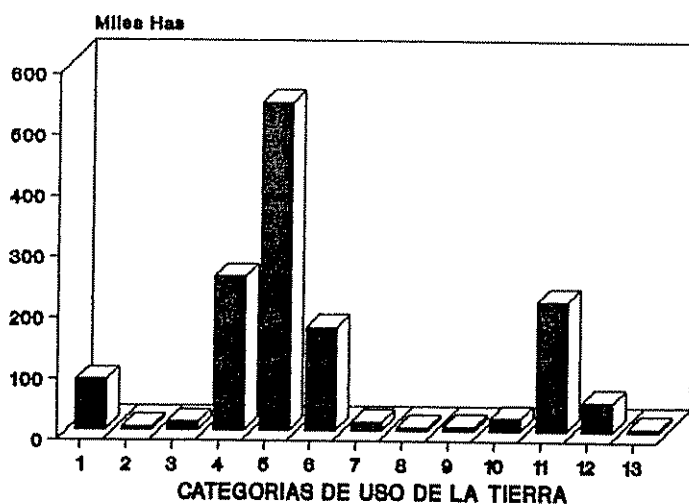


Fig. 3 Uso actual de la tierra, Jutiapa, Guatemala. 1993

CATEGORIAS DE USO DE LA TIERRA

1. Bosque mixto charral, tierras improductivas
2. Coníferas, bosque mixto
3. Coníferas, cultivos anuales
4. Cultivos anuales, bosque mixto charral
5. Cultivos anuales, pastos
6. Cultivos anuales, pastos, bosque mixto charral
7. Cultivos anuales, hortalizas
8. Cultivos semi permanentes, cultivos anuales
9. Cultivos permanentes
10. Pastos mejorados
11. Pastos, bosque mixto charral
12. Tierras improductivas
13. Urbano

7.3 Características de la tierra

Los valores de las características medibles tomadas en el campo y de fuentes secundarias de las unidades de mapeo de la tierra se muestran en el cuadro 5.

Referente a las variables del clima como la precipitación y temperatura, en la mayoría de las unidades de mapeo la tendencia de la lluvia mensual es bimodal y la cantidad precipitada anualmente es superior a los 1,100 mm. a excepción de las unidades El Rodeo, Las Lajas y Horcones en donde la cantidad promedio anual es inferior a los 900 mm.; la temperatura promedio anual en la mayoría de las unidades que se localizan en el altiplano de Jutiapa se encuentra entre 22 °C y 24 °C; no así, aquellas localizadas en las cercanías de los municipios de Asunción Mita y Jalpatagua, reportando temperaturas superiores a los 26 °C. De las dos características, la más limitante en términos de su distribución es la precipitación, debido a la erraticidad de su presencia y a las prolongadas canículas de la época de lluvias. La temperatura no es limitante para la producción agropecuaria, más bien es adecuada para la adaptación de variados tipos de uso de la tierra.

La característica de altitud es variada debido a la complejidad del relieve de la zona; en las unidades de tierra evaluadas, la altitud varía entre los 550 msnm y los 1,250 msnm; estando la mayor proporción en altitudes superiores a los 850 msnm.

Las condiciones de las características relevantes del suelo manifiestan una acelerada degradación química; el fósforo cuyo valor crítico es de 7 ppm de acuerdo a lo reportado por Cifuentes, (1984) y determinante en la producción, en 61 por ciento del total es deficiente y solamente en el tres por ciento reporta valores altos.

La situación del potasio es diferente; por ser suelos originados de cenizas volcánicas (Simmons, et al., 1960), tienen, en general, valores adecuados; sin embargo, en mayoría de las unidades de mapeo que se localizan en los valles se reportan valores bajos. Este elemento se ha indicado que no es determinante en el área de estudio para la producción agrícola aunque se encuentre respuesta a su aplicación en los cultivos, (ICTA, 1984).

Para el calcio y magnesio, el patrón del contenido en el suelo es irregular; sin embargo, para el caso del calcio en la mayoría de la unidades de mapeo el contenido es superior a los 5 meq/ 100 g. que resulta adecuado para la producción; en el caso del magnesio, a excepción de la unidad Jalpatagua se considera que tienen adecuadas proporciones de este elemento. Los valores de los cationes calcio y magnesio determinan la saturación de bases, la cual se reporta en las unidades de mapeo que se evaluó con valores altas en el suelo, (superior a 40 por ciento).

Respecto al comportamiento de la materia orgánica; el 33 por ciento de las unidades de mapeo reporta valores inferiores a 3 por ciento; el 58 por ciento reporta valores entre 3 y 5 por

ciento y un 9 por ciento solamente tiene valores superiores a 5 por ciento. La deficiencia de materia orgánica, asociada a la deficiencia de fósforo para el caso de los tipos de uso de la tierra, determinan la cualidad de disponibilidad de nutrientes.

Para la condición del pH se considera que los valores que se reportan no son limitantes para la disponibilidad de nutrimentos; a excepción del 9 por ciento de las unidades que tienen valores de 5.5, el resto está entre 6 y 6.5.

La condición de ser suelos de origen volcánico reflejan, a través de los valores de la capacidad de intercambio catiónico, que son químicamente dinámicos; los valores para esta característica en la mayoría de las unidades de tierra son superiores a 25 me/100 g de suelo. Esta inferencia es congruente con los datos reportados por ICTA (1984), en los que reporta a los suelos de Jutiapa con buena respuesta a las aplicaciones de nitrógeno, fósforo y potasio asociándolas a la presencia del contenido de cationes en el suelo.

Texturalmente predominan los suelos franco arcillosos, franco arenosos y arcillosos en las unidades de mapeo; a través de la descripción de perfiles se pudo notar la prevalencia de estructuras medianamente definidas en bloques sub angulares medianos y moderada presencia de arcillas del tipo 2:1, debido a las evidencias de agrietamiento en la época de verano; esta descripción coincide con lo reportado por Simmons y colaboradores (1960).

El relieve predominante del área de estudio, observado a través de la fotointerpretación y en el campo, fue de macizos montañosos, colinas bajas, terrazas antiguas y valles aluviales e intermontanos en las partes altas de Jutiapa; respecto a la pendiente, a esta zona se le considera básicamente de agricultura de laderas; estudios como el de Wyld, y De León (1978) lo

reportan. En las unidades estudiadas solamente el 23 por ciento se encuentra en pendientes menores de 10 por ciento; el resto se localiza en pendientes entre 12 y 36 por ciento. Sin embargo; hay áreas que no fueron evaluadas que poseen pendientes hasta de 60 por ciento utilizadas también para la producción de cultivos y ganadería.

Otra característica relevante de la zona es la pedregosidad; son escasas las áreas que no reportan la presencia de piedras o afloramiento rocosos; la evidencia de ello indica la actividad volcánica en fechas relativamente recientes de volcanismo activo y el afloramiento rocoso debido a los efectos de la erosión hídrica y eólica, pese a la ausencia de datos sobre la segunda, se puede apreciar que Jutiapa es uno de los Departamentos que reporta las velocidades de viento más altas al inicio del año.

La erosión hídrica en la mayoría de las unidades de mapeo es de alta a severa. En algunas unidades como Las Lajas, Horcones, Azulco, Conguaco y El Rodeo, se denota la presencia de cárcavas y canalículos favorecidos por los relieves, pendientes pronunciadas y el inadecuado manejo de los suelos.

Resultados como los observados, referentes a las características bio físicas son congruentes con los reportados por Simmons, et al (1965), en los cuales indica que las principales labores de manejo de los suelos deben orientarse a la disminución de erosión, mantenimiento de la fertilidad y establecer prácticas conservacionistas en los áreas de pendientes pronunciadas.

Las características asociadas a factores de la producción como la tierra, mano de obra, acceso al capital e infraestructura de la producción, clasifican a esta zona como de agricultura predominantemente de subsistencia, orientada a la producción de granos básicos, ganadería bovina de doble propósito, con una

mayoría de fincas menores a las 7 hectáreas baja rentabilidad de los sistemas y escasas posibilidades de acceso al crédito.

7.4 El sistema de expertos

El sistema de expertos está constituido por la construcción de tres modelos de utilización de la tierra: 1) cultivos asociados maíz + frijol + sorgo con semillas mejoradas y manejo tradicional de bajos insumos; 2) sistema taungya con maíz + frijol + eucaliptus evaluados al primer turno de cinco años y 3) bosque con plantación de *Eucalyptus camaldulensis* evaluado a un primer turno de cinco años para la producción de leña, postes y horcones. Debido a la naturaleza de producción de la zona, en donde se cultiva los granos básicos en pendientes mayores a 45 por ciento, los tres tipos de utilización de la tierra se evaluaron en las 21 unidades de tierra con el propósito de comparar la aptitud física bajo diferentes valores de características y manejo de los tipos de uso.

La contribución de los expertos se refleja en la base de conocimientos que conforma un conjunto de parámetros para evaluar cada característica; proporciona valiosa información sobre los requisitos de uso más determinante por tipo de utilización y la verificación de los niveles de las cualidades de la tierra.

En el tipo de uso de cultivos asociados, existe una adecuada investigación desarrollada en Guatemala y se han tomado de referencia por ejemplo, los niveles críticos de fósforo y potasio (7 ppm y 90 meq/100g suelo) desarrollados y validados en la zona de estudio, aunque se consideran muy generales; otra cualidad importante, como la disponibilidad de humedad está considerada a través de la precipitación media anual y específicamente de la duración de la canícula o riesgo a sequía durante la época de

invierno basada en el análisis de lluvias diarias de los meses de Julio-Agosto de los períodos con menos de 10 mm de lluvia; esta información fue verificada con los especialistas y agricultores de las unidades de tierra, tomando en consideración la experiencia de los patrones de distribución de la lluvia por efectos fisiográficos.

Para evaluar la cualidad riesgo de plagas, se usaron las características de temperatura media anual y altitud; el criterio de los expertos para estimarla en las unidades de tierra considera a éstas dos características determinantes, así como la distribución de las lluvias en el tiempo; los riesgos aumentan debido a elevadas temperaturas para los tipos de uso evaluados; así como al efecto causado por las épocas de sequía o canícula.

La cualidad oxígeno del suelo, fue determinada a través de la descripción de perfiles de suelo en el campo, observando y calificando la textura, estructura, presencia y frecuencia de moteaduras que evidencian problemas de drenaje estacional.

Las condiciones de enraizamiento se evaluaron a través de la profundidad efectiva con la descripción del perfil representativo de la unidad de tierra y confirmada espacialmente con barrenamientos y observaciones de los taludes; así mismo, con la verificación en los mapas de capacidad de uso de la tierra (IGM, 1981) y el estudio de reconocimiento de los suelos de Guatemala (Simmons, 1960).

En la evaluación de los tipos de uso, la cualidad condición de caminos es importante, por cuanto de ello depende la posibilidad del traslado de insumos y productos a los mercados; esta cualidad considera la accesibilidad y condición durante todo el año de las vías de acceso.

Una contribución al presente estudio ha sido la incorporación de los principales factores de la producción (tierra, mano de obra y capital) evaluados respectivamente en términos de la extensión promedio de las unidades de producción con base en las categorías establecidas por el Instituto Nacional de Estadística (1979), la disponibilidad de la mano de obra de acuerdo a la opinión y conocimiento de los agricultores y extensionistas en la zona de estudio; y el acceso al capital inferido a través del uso actual de la tierra, la ubicación geográfica de las unidades de tierra y su acceso a los mercados y el tamaño promedio de las unidades de producción (fincas).

Los datos usados para la determinación de aptitud física se reporta en el cuadros 1 al 4 del anexo; y los datos sobre costos de insumos y productos se encuentran incorporados directamente en la base de datos del modelo ALES.

La base de datos y conocimientos permitió agrupar parámetros para evaluar las características, cualidades, niveles de severidad para los tres tipos de uso de la tierra y los árboles de decisión; esto permitió categorizar la aptitud física y económica de las unidades de mapeo.

La base de datos está constituida por 21 unidades de mapeo, 24 características de la tierra y nueve requisitos de uso. Adicionalmente, tres unidades supuestas (unidad 1,2 y 3) como una vía de verificación de ALES, asignándoles valores de características buenas, intermedias y bajas que al someterlas a la evaluación, simularon aptitudes análogas a las de unidades de condiciones (características) similares.

Se construyeron 82 árboles de decisión, asociados a características de la tierra, requisitos de uso, aptitud física y rendimiento proporcional.

La aptitud física, es evaluada en cinco categorías: 1) altamente apta, 2) moderadamente apta, 3) marginalmente apta, 4) no apta temporalmente y 5) no apta permanentemente; la evaluación de aptitud económica se expresa a través del valor del margen bruto (Q/ha) y la relación beneficio/costo para los cultivos anuales; por valor presente neto y relación beneficio/costo para el sistema taungya y la plantación de eucaliptos.

7.4.1 Modelo de cultivos asociados maíz + frijol + sorgo

7.4.1.1 Aptitud física

En la evaluación de aptitud física de los cultivos asociados, el ALES evalúa al sistema completo a través de la estructuración de un árbol de decisión y de la selección de los factores limitantes, y no hace la evaluación por componente del sistema.

Se puede apreciar la ausencia de unidades de tierra con aptitud 1 y 2 (altamente apta y moderadamente apta) respectivamente. Se reportan cinco unidades con aptitud 3 (marginalmente apta), Acequia, Amayito, Jalpatagua, Monzón y Quezada; esta asignación del valor de aptitud es acorde a las características medidas y condiciones observadas en el campo; esta categoría representa 111,527 ha equivalentes al 48 % por ciento del total del área evaluada.

Para la categoría de aptitud 4 (no apta temporalmente), se encuentran las restantes unidades de mapeo, equivalentes a 121,211 has y representan el 52 % por ciento del área; no se reportan unidades de mapeo para la aptitud 5 (no apta permanentemente). De acuerdo a los resultados de la evaluación de aptitud, los requisitos de uso determinantes fueron:

capacidad de laboreo del suelo representado por la pendiente y la pedregosidad, disponibilidad de humedad y el riesgo a la sequía.

7.4.1.2 Aptitud económica

La aptitud económica basada en los índices de margen bruto y relación beneficio/costo obtenidos de la evaluación, se encuentran entre los rangos de Q 769.95 a Q 1469.91; el mayor valor corresponde a la unidad Jalpatagua, y los valores inferiores a las unidades de El Rodeo, Horcones, Las Lajas, Loma Lisa, Quebradas y Río de la Virgen. Respecto al valor de la relación beneficio/costo, el rango es entre 1.38 y 1.12, correspondiéndole en términos de su asignación a las unidades mencionadas anteriormente.

Los valores de margen bruto representan el flujo de caja del sistema y corresponden a los reportados por ICTA (1984, 1991) y Samayoa, O. (1987) al estudiar la rentabilidad de los cultivos anuales en el Departamento de Jutiapa.

En términos generales la aptitud de la tierra frente a la evaluación de los cultivos asociados corresponde a lo señalado en el estudio de WYLD, y DE LEON (1977); SGCNPE (1981) y USPADA (1985) al indicar que la capacidad de uso de las tierras son preferentemente para bosques y áreas de reserva.

Al hacer un análisis de la contribución económica de los componentes al sistema, se pudo observar que el frijol aporta el 50 por ciento al valor total de la producción, el maíz con 32 por ciento y el sorgo con 16 por ciento.

7.4.2 Modelo sistema taungya

7.4.2.1 Aptitud física

Debido a la incorporación del componente arbóreo al sistema taungya; los requisitos de uso se elaboraron con orientación a las demandas del sistema; es decir, la ponderación entre los requisitos de los cultivos y las inferidas por los expertos en el caso del árbol; sin embargo, aún se desconocen las demandas reales de los árboles bajo las condiciones de las zonas secas.

La aptitud física para este tipo de uso de la tierra, se encuentra entre valores de 2, 3 y 4 (moderadamente apta, marginalmente apta y no apta temporalmente). Para la aptitud 2 solamente se reporta una unidad de mapeo, equivalente a 2,240 ha (0.96 %); para la aptitud 3, se reportan 17 unidades de mapeo, que representan 210,073 ha (92 %) y para la aptitud 4 se reportan 15,430 ha (7 %). De la misma manera que en los cultivos asociados, los factores determinantes para la determinación de la aptitud física, fueron la disponibilidad de humedad, nutrientes del suelo, riesgo a la sequía y la capacidad de laboreo del suelo.

7.4.2.2 Aptitud económica

Al observar los valores del margen bruto para dicho sistema pueden apreciarse entre un rango de Q 1,757.71 y Q 2,450.21 superiores a los valores reportados por el sistema de cultivos asociados; las unidades de tierra que reportan los valores de margen bruto superiores fueron: Acequia, Amayito, Jalpatagua, Monzón, Quezada y San Ixtán. De igual manera, las unidades de tierra con valores inferiores fueron: El Rodeo, Horcones, Las Lajas, Loma Lisa, Las Quebradas, Río de la Virgen, San Cristóbal

y Trapiche, el resto posee valores intermedios. (ver cuadro 11)

En cuanto a la tendencia del valor de la relación beneficio/costo, los mismos se encuentran entre 1.11 y 2.84; las unidades de tierra que reportan los valores más altos fueron: Acequia, Amayito, Jalpatagua, Monzón y Quezada; las unidades de mapeo con los valores inferiores de beneficio/costo fueron: Azulco, El Rodeo, Las Lajas, Loma Lisa, Quebradas, Río de la Virgen y San Cristóbal. El resto de unidades se encuentra se reporta con valores intermedios.

En cuanto a la contribución de los componentes al sistema en términos de la producción y anualizando el monto del primer aprovechamiento sin deducir tasa de descuento, los productos del árbol contribuyen en la misma proporción a los dos componentes del sistema agrícola.

Evaluaciones realizadas por Samayoa, (1993) en el municipio de Quesada, Departamento de Jutiapa, en el sistema taungya reporta un valor de la relación beneficio/costo de 1.58, levemente superior a los máximos reportados en este estudio; así mismo, estudios realizados por el CATIE (1991) en el municipio de Sonsonate, El Salvador reportan para el sistema maíz-eucalipto un valor de beneficio/costo 2, equivalente a una categoría intermedia.

En este tipo de uso de la tierra, por estar incluido el componente arbóreo, el cual reporta los mayores beneficios al primer turno, se incluye el valor presente neto VPN; este índice expresa un rango de valores entre Q 1670.58 y Q 3,688.34 y es inferior al valor mostrado para la plantación de eucaliptos; la tendencia de este valor está en correspondencia con la aptitud física de las unidades de tierra y los valores de las características de la misma.

En términos generales, se puede indicar que la aptitud tanto física como económica de las unidades de tierra evaluadas frente al sistema taungya es más favorable, permitiendo con ello proponer con una acertada aproximación este tipo de uso de la tierra para el la zona de estudio. Este sistema se ha venido adoptando progresivamente en las zonas secas de América Central, Zannotti, R.⁴ reporta un sistema taungya maíz-eucalipto en asocio hasta por ocho años desconociendo si existen efectos alelopáticos.

7.4.3 Modelo plantación *Eucaliptus camaldulensis*

7.4.3.1 Aptitud física

La aptitud física en el tipo de uso de bosque de eucalipto se reporta entre las categorías de 2 a la 4 (altamente apto y marginalmente apto); esa condición, se asocia al amplio rango de adaptación y mejores condiciones para ante las variaciones del clima y suelos; las unidades de tierra evaluadas con la aptitud física 2 (altamente apta) corresponden a 195,821 ha (84 %), las unidades con aptitud 3 corresponden a 21,492 ha (9 %) y las unidades con aptitud física 4 reportan 15,430 ha (7 %). (ver cuadro 10)

En la aptitud física de las unidades de tierra frente a este tipo de uso, mantiene el comportamiento de aquellos que responden a la armonización de los requisitos de uso y las características de la tierra.

⁴ Zannotti, R. (1993), (comunicación personal)

El resultado de la evaluación física, es congruente con los estudios realizados por la Secretaría del Consejo de Planificación Económica (1981) y USPADA (1985), en las cuales determinan la capacidad de uso de las tierras del Departamento de Jutiapa tienen vocación forestal.

Por su parte, JICA (1992d), desarrollando una clasificación de aptitud de las tierras de Jutiapa a nivel de reconocimiento establece que ocurre una mayor proporción (34.4 %) de las categorías no apta temporal y permanentemente para pasturas y frutales; esto permite reforzar el resultado conjunto de la evaluación en el sentido de darle mejores posibilidades de aptitud física a las plantaciones forestales y sistemas agroforestales.

7.4.3.2 Evaluación económica

Con referencia a la evaluación económica, y apreciando los valores del margen bruto en las unidades de tierra, se aprecia una variación significativa (Q 2972,00 y Q 2941.92), esto se interpreta debido a que en el aprovechamiento de los productos forestales postes y horcones se calcula con base en unidades/ha y no con base en el volumen a excepción de la leña, de esa manera las variaciones del valor de margen bruto se deben diferencias en las características de la tierra. (ver cuadro 11)

Con referencia al otro indicador, la relación beneficio/costo, los valores se presentan entre 2.84 y 2.86 siendo poca la variación entre unidades de tierra; sin embargo, comparando este indicador con el de cultivos asociados y el sistema taungya el valor de la plantación de eucaliptos es superior. En un estudio realizado por el CATIE (1991) en el municipio de Sonsonate, El Salvador sobre parcelas de una plantación eucaliptos indica que el valor del beneficio costo es

1, calificando como mejor opción frente a maíz solo y asocio eucalipto-maíz. La desventaja que presenta este sistema es que en los primeros años solamente se incurre en costos, principalmente los de establecimiento, los beneficios se obtienen al primer turno de aprovechamiento de los productos (cinco años); sin embargo, es un sistema estable (CATIE, 1991), con menos riesgos y puede ofrecer beneficios intangibles en las unidades de tierra, tal como lo reporta Samayoa, O. (1993).

Este sistema de considerarse atractivo, puede programarse en establecimiento escalonado en el tiempo si la extensión de tierra lo permite y poder obtener beneficios anuales.

En términos generales, y como se puede observar en la figura 5, hay significativas diferencias al comparar los valores de margen bruto entre los tres tipos de uso de la tierra; la plantación de bosque presenta un mejor margen bruto ante los otros tipos de uso; es seguido por el sistema taungya en cuanto a la magnitud de los valores y finalmente se encuentra el sistema de cultivos asociados. Para efectos de la planificación del uso de la tierra, a nivel de pequeñas fincas los tres tipos de uso pueden considerarse complementarios para su establecimiento.

Otro indicador usado para la comparación de los tipos de uso del sistema taungya y de la plantación de bosque, es el valor presente neto; es este sentido y como se puede apreciar en el cuadro 11, el sistema taungya comparado con la plantación de eucaliptos es inferior, manifestando la tendencia asociada a la calidad de sitio de las unidades de mapeo.

Para el caso de la comparación de valores de la relación beneficio/costo entre los tres tipos de uso, hay evidencia que la plantación de eucaliptos es superior, y el sistema taungya a su vez es levemente superior al valor de los cultivos anuales en todas las unidades de mapeo.

Al hacer un análisis comparativo entre la aptitud física y los resultados de naturaleza económica (margen bruto y beneficio/costo), en todas las unidades de mapeo y entre los tres tipos de uso evaluados, permite distinguir las diferencias entre los tres agro ecosistemas, la zona estudiada presenta ante bosque de eucaliptos la mejor aptitud física, luego el sistema taungya en una categoría intermedia (apta marginalmente) y posteriormente los cultivos asociados en las categorías marginalmente apta y no apta temporalmente.

La metodología usada en el ALES como se ha mostrado otorga una herramienta valiosa para realizar evaluaciones con una adecuada aproximación; además, en la forma de conservar las bases de datos dentro de los modelos es posible hacer cambios y sensibilizar los precios de insumos, productos, mano de obra, tasas de interés, producciones y los niveles tecnológicos de los cultivos así como el desarrollo de prácticas que permitan mostrar a nivel de la producción agropecuaria y forestal mejores posibilidades y toma de decisiones.

En aplicaciones sobre la planificación del uso de la tierra, el ALES, asociado a otras herramientas permite identificar y seleccionar bajo el contexto del desarrollo sostenible, la alternativa más viable para áreas específicas y contribuye en mantener actualizados a los usuarios en los registros de su producción y la actualización de las bases de datos para evaluar sobre la misma tierra y/o otros tipos de utilización.

7.5 Calibración del modelo

La validación en evaluación de tierras a pesar de no requerir de las herramientas estadísticas convencionales usadas en otros modelos, es necesario estimar el nivel de aproximación de los valores simulados y compararlos con los de la realidad

(observados). Los modelos de evaluación de tierras son considerados válidos si reflejan bien el razonamiento del evaluador y explican la manera en la cual el evaluador está haciendo estas deducciones (Rossiter, 1990).

Para el caso de esta evaluación, solamente se calibra el modelo de cultivos asociados por contar con datos de campo disponibles; la calibración consiste en sensibilizar los rendimientos óptimos de cada uno de los componentes del sistema y disminuir las diferencias de rendimientos observados y simulados por el modelo con el propósito de lograr mayor validez.

Usando la prueba de diferencia de medias descrita por Carballo y Quiroga (1976), a través de una prueba "t" se pudo mostrar mediante la correspondiente prueba de hipótesis que no existe evidencia a una probabilidad del 90 por ciento que los promedios de rendimientos simulados (del modelo ALES) y observados (de campo) comparados sean diferentes; por lo que la modelación muestra una buena aproximación. (ver figura 9)

En el anexo, se presenta un tipo de reporte de ALES para ocho unidades de mapeo de la evaluación, escogidas al azar para mostrar la evaluación física y las cualidades de la tierra determinantes, los valores asignados; así como un flujo de caja por tipo de uso de la tierra, presentando los valores de los principales índices de aptitud económica y el cálculo del rendimiento proporcional de cada producto evaluado.

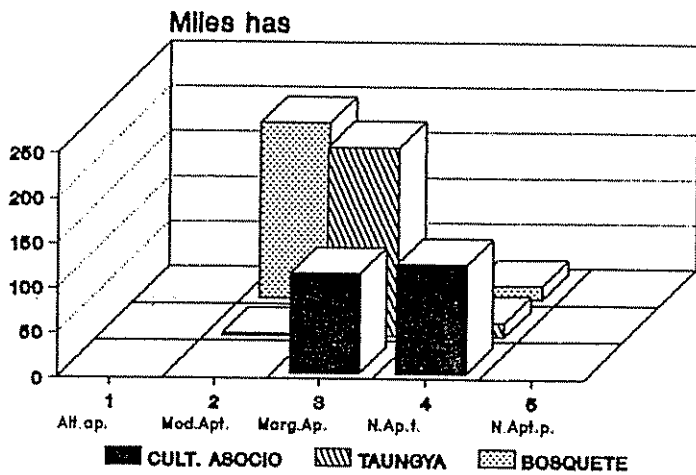


Figura 4. Aptitud física por tipo de uso tierra.

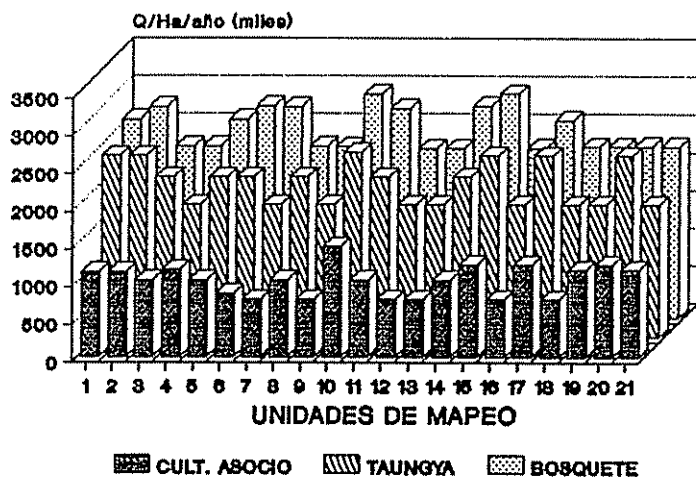


Figura 5. Aptitud económica (margen bruto)

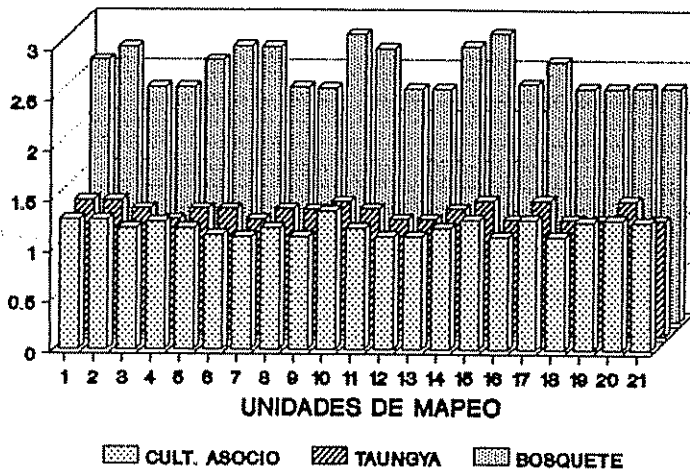


Fig. 6 Aptitud económica (Beneficio/costo)

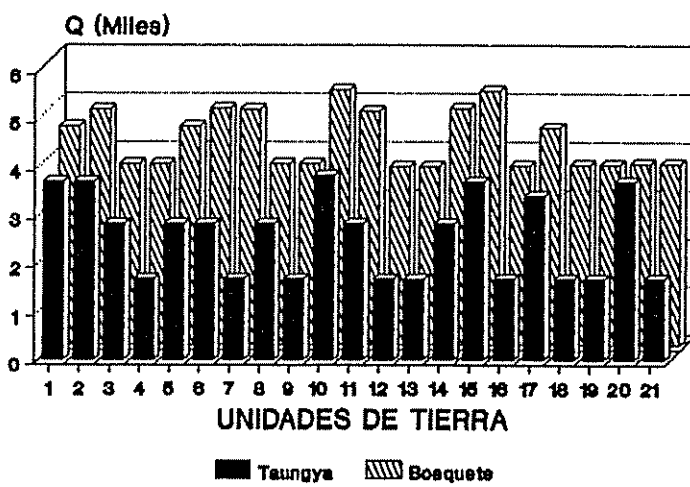


Fig. 7 Evaluación económica Valor Presente Neto

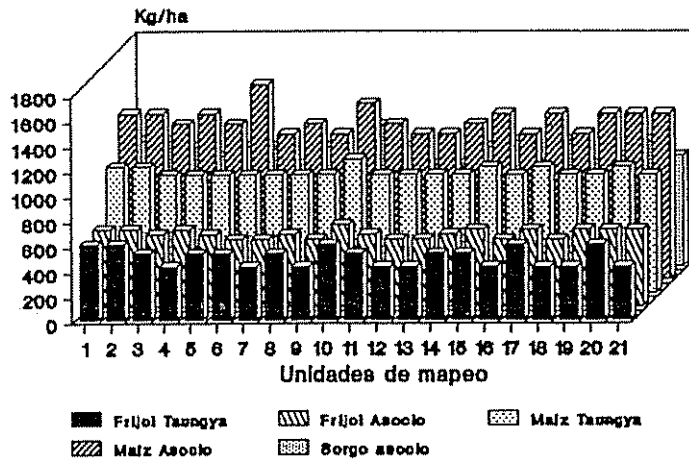


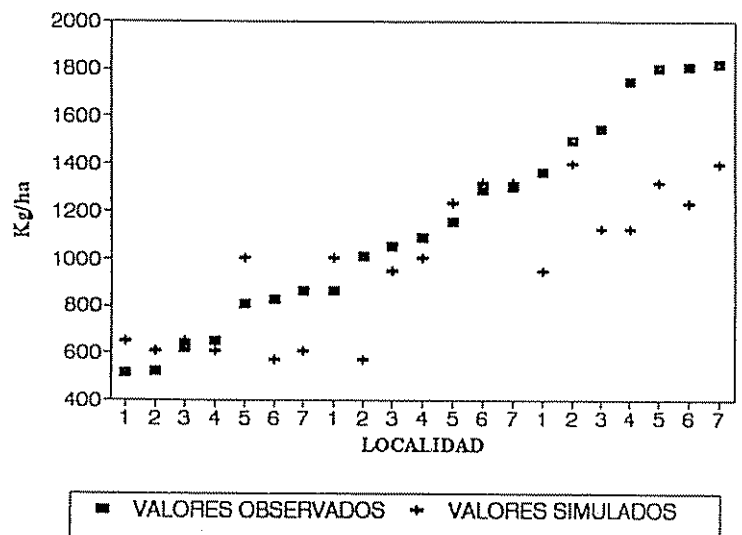
Fig. 8 Rendimientos promedio simulados modelos cultivos asociados y taungya para M-F-S

PRUEBA DIFERENCIA DE MEDIAS
(Carballo y Quiroga, 1976)

| Observ | Simulad | Difer |
|--------|---------|-------|
| 1496 | 1615 | -119 |
| 1299 | 1520 | -221 |
| 1154 | 1425 | -271 |
| 1294 | 1520 | -226 |
| 1007 | 1425 | 382 |
| 1003 | 1520 | 283 |
| 1010 | 1615 | 203 |
| 514 | 740 | -234 |
| 649 | 704 | -55 |
| 1014 | 660 | 354 |
| 063 | 704 | 159 |
| 026 | 660 | 166 |
| 519 | 703 | -104 |
| 620 | 748 | -120 |
| 1750 | 1327 | 423 |
| 066 | 1100 | -314 |
| 1363 | 1121 | 242 |
| 1005 | 1100 | -95 |
| 1053 | 1121 | -68 |
| 000 | 1100 | -372 |
| 1549 | 1320 | 221 |

$H_0: \text{Val Obs} = \text{Val Sim}$
 $H_1: \text{Val Obs} \neq \text{Val Sim}$
 $T_c: 0.13$
 $T_t: 2.09$
 $T_c < T_t$
 La probabilidad de obtener un valor $> |T| = 0.13$ es 0.90;
 Se acepta la H_0

CALIBRACION DEL MODELO CULTIVOS ASOCIADOS



Cuadro 11.

SUBCLASES DE APTITUD FISICA DE CADA UNIDAD DE LA TIERRA
POR TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA

| UNIDADES DE TIER | TIPOS DE UTILIZACION | | |
|---------------------|----------------------|-------------|---------|
| | CULT. ASOC. | SIST. TAUNG | BOSQUE |
| Acequia (UT1) | 3 Hu,Nu | 3 RiS | 2 Nu |
| Amayito (UT2) | 3 CLs,Hu,Nu | 3 Hu,RiS | 3 Hu |
| Asuncion Gra. (UT3) | 4 CLs,Nu | 3 RiS | 2 Nu |
| Azulco (UT4) | 4 CLs,Hu,RiE | 3 Cca | 2 Nu |
| Chiltepe (UT5) | 4 Nu | 3 RiS | 2 Nu |
| Conguaco (UT6) | 4 CLs,Nu,RiE | 3 Cca | 2 Nu |
| El Rodeo (UT7) | 4 Hu,Nu,RiS | 3 Hu | 3 Hu |
| Guevara (UT8) | 4 CLs,Nu | 3 RiS | 2 Nu |
| Horcones (UT9) | 4 CLs,RiE,RiS | 3 Cca,Hu | 3 Nu |
| Jalpatagua (10) | 3 Hu,RPr | 3 Hu,RiS | 2 Nu |
| Las Flores (11) | 4 Hu | 4 Hu | 4 Nu |
| Las Lajas (12) | 4 CLs,Hu,Nu | 4 Nu | 4 Nu |
| Loma Lisa (13) | 4 CLs,Hu,Nu | 4 Nu | 4 Nu |
| Las Tunas (14) | 4 Nu,RiE | 3 RiS | 2 Nu |
| Monzon (15) | 3 Hu,Nu,RiE | 3 RiS | 2 Nu |
| Quebradas (16) | 4 CLs,Hu,RiE | 3 Cca | 3 Hu,Nu |
| Quezada (17) | 3 Hu | 3 Nu,RiS | 2 Nu |
| Rio Virgen (18) | 4CLs,Hu,Nu | 2 Hu,RiS | 2 Nu |
| San Cristobal (19) | 4 CLs,Hu,RiS | 3 Cca | 2 Nu |
| San bxtan (20) | 4 CLs | 3 Cca,RiS | 2 Nu |
| Trapiche (21) | 4 CLs,Hu,RiS | 3 Cca | 2 Nu |

Hu: Humedad disponible
 Nu: Nutrientes disponibles
 CLs: Capacidad laboreo suelo
 Cca: Condición de caminos
 RiE: Riesgo erosión
 RiP: Riesgo plagas
 RiS: Riesgo sequia

1: Altamente apta
 2: Moderadamente apta
 3: Marginalmente apta
 4: No apta temporalmente
 5: No apta permanentemente

Cuadro 12

CLASES DE APTITUD ECONOMICA: Margen Bruto y Valor Presente Neto
POR TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA

| UNIDADES DE TIERRA | TIPOS DE UTILIZACION | | | VPN | |
|---------------------|----------------------|---------|----------|---------|---------|
| | CULT. ASOC | TAUNGYA | BOSQUETE | TAUNGYA | BOSQUE |
| Acequia (UT1) | 1128.83 | 2408.96 | 2620.97 | 3668.34 | 3249.88 |
| Arnayito (UT2) | 1228.83 | 2408.96 | 2766.6 | 3668.34 | 3249.88 |
| Asuncion Gra. (UT3) | 1024.13 | 2126.71 | 2266.97 | 2615.11 | 2376.65 |
| Azulco (UT4) | 1160.55 | 1757.71 | 2266.97 | 1670.58 | 1232.12 |
| Chiltepe (UT5) | 1024.13 | 2126.71 | 2620.97 | 2615.11 | 2376.65 |
| Conguaco (UT6) | 844.16 | 2126.71 | 2796.97 | 2615.11 | 2376.65 |
| El Rodeo (UT7) | 769.95 | 1757.71 | 2766.62 | 1670.58 | 1232.12 |
| Guevara (UT8) | 1024.13 | 2126.71 | 2266.97 | 2615.11 | 2376.65 |
| Horcones (UT9) | 769.95 | 1757.71 | 2258.82 | 1670.58 | 1232.12 |
| Jaipatagua (10) | 1469.91 | 2450.21 | 2952.27 | 3617.32 | 3576.66 |
| Las Flores (11) | 1024.13 | 2126.71 | 2766.92 | 2615.11 | 2376.65 |
| Las Lajas (12) | 769.95 | 1757.71 | 2237.92 | 1670.58 | 1232.12 |
| Loma Lisa (13) | 769.95 | 1757.71 | 2237.92 | 1670.58 | 1232.12 |
| Las Tunas (14) | 1024.13 | 2126.71 | 2796.97 | 2615.11 | 2376.65 |
| Monzon (15) | 1228.83 | 2408.96 | 2962.62 | 3668.34 | 3249.88 |
| Quebradas (16) | 769.95 | 1757.71 | 2246.27 | 1670.58 | 1232.12 |
| Quezada (17) | 1228.83 | 2408.96 | 2610.62 | 3388.34 | 3249.88 |
| Rio Virgen (18) | 769.95 | 1757.71 | 2258.82 | 1670.58 | 1232.12 |
| San Cristobal (19) | 1160.55 | 1757.71 | 2258.82 | 1670.58 | 1232.12 |
| San Ixtan (20) | 1228.83 | 2408.96 | 2266.97 | 3668.34 | 3249.88 |
| Trapiche (21) | 1160.55 | 1757.71 | 2266.97 | 1670.58 | 1332.12 |

Cuadro 13.

CLASES DE APTITUD ECONOMICA (B/C)
POR TIPO DE UTILIZACION DE LA TIERRA

| UNIDADES DE TIERRA | TIPOS DE UTILIZACION | | |
|---------------------|----------------------|------------|----------|
| | CULT. ASOC. | SIST. TAUN | BOSQUETE |
| Acequia (UT1) | 1.29 | 1.29 | 2.85 |
| Amayito (UT2) | 1.13 | 2.84 | 1.15 |
| Asuncion Gra. (UT3) | 1.21 | 1.21 | 2.86 |
| Azulco (UT4) | 1.27 | 1.11 | 2.86 |
| Chiltepe (UT5) | 1.13 | 1.15 | 2.84 |
| Conguaco (UT6) | 1.14 | 1.21 | 2.84 |
| El Rodeo (UT7) | 1.12 | 1.11 | 2.86 |
| Guevara (UT8) | 1.21 | 1.21 | 2.86 |
| Horcones (UT9) | 1.12 | 1.11 | 2.86 |
| Jalpatagua (10) | 1.21 | 1.21 | 2.86 |
| Las Flores (11) | 1.21 | 1.21 | 2.84 |
| Las Lajas (12) | 1.19 | 1.01 | 2.84 |
| Loma Lisa (13) | 1.12 | 1.11 | 2.84 |
| Las Tunas (14) | 1.13 | 1.15 | 2.84 |
| Monzon (15) | 1.29 | 1.29 | 2.86 |
| Quebradas (16) | 1.12 | 1.11 | 2.85 |
| Quezada (17) | 1.29 | 1.29 | 2.85 |
| Rio Virgen (18) | .98 | 1.08 | 2.84 |
| San Cristobal (19) | 1.2 | 1.01 | 2.85 |
| San Ixtan (20) | 1.29 | 1.29 | 2.86 |
| Trapiche (21) | 1.27 | 1.11 | 2.86 |

Cuadro 14 Aptitud física y económica de las unidades de mapeo

COMPARACION DE APTITUD FISICA Y ECONOMICA
POR TIPO DE USO DE LA TIERRA Y POR CADA UNIDAD DE MAPEO

| UNIDAD DE MAPEO | Has | Cultivos asocio | | Taungya | | Bosquete Eucalip. camald. | |
|-----------------|--------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|---------------------------|----------------------|
| | | Aptitud Economica Q/ha | Aptitud Fisica Clase | Aptitud Economica Q/ha | Aptitud Fisica Clase | Aptitud Economica Q/ha | Aptitud Fisica Clase |
| Acequia | 13,373 | S3 | 3 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Amayito | 1,340 | S3 | 3 | S1 | 3 | S1 | 3 |
| Asuncion Gr | 840 | S3 | 4 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Azulco | 3,700 | S3 | 4 | S2 | 3 | S1 | 2 |
| Chiltepe | 6,480 | S3 | 4 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Conguaco | 3,370 | N1 | 4 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| El Rodeo | 6,613 | N1 | 4 | S2 | 3 | S1 | 3 |
| Guevara | 1,660 | S3 | 4 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Horcones | 7,029 | N1 | 4 | S2 | 3 | S1 | 3 |
| Jalpatagua | 8,740 | S2 | 3 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Las Flores | 3,570 | S3 | 4 | S1 | 4 | S1 | 4 |
| Las Lajas | 3,660 | N1 | 4 | S2 | 4 | S1 | 4 |
| Loma Lisa | 3,200 | N1 | 4 | S2 | 4 | S1 | 4 |
| Las Tunas | 8,480 | S3 | 4 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Monzon | 5,350 | S3 | 3 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Quebradas | 4,510 | N1 | 4 | S2 | 3 | S1 | 3 |
| Quezada | 82,224 | S3 | 3 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Rio de la Vir | 2,240 | N1 | 4 | S2 | 2 | S1 | 2 |
| San Cristoba | 5130 | S3 | 4 | S2 | 3 | S1 | 2 |
| San Ixtan | 6,970 | S3 | 4 | S1 | 3 | S1 | 2 |
| Trapiche | 44,964 | S3 | 4 | S2 | 3 | S1 | 2 |

1, S1: Altamente apta

2, S2: Moderadamente apta

3, S3: Marginalmente apta

4, N1: No apta temporalmente

5, N2: No apta permanentemente

VIII. CONCLUSIONES

- * El uso de la tierra en el trópico seco de Jutiapa, Guatemala no responde a patrones bio físicos; concurren factores socioeconómicos en la distribución espacial de las categorías de uso.
- * El Sistema Automatizado de Evaluación -ALES- permitió construir modelos para tipos de uso de cultivos anuales, el sistema taungya y plantaciones de eucaliptos. La precisión dependió del nivel de referencia y la información de los expertos.
- * La mejor aptitud física del área estudiada frente a los tipos de uso, favoreció a la plantación de eucaliptos, seguido del sistema taungya y posteriormente a los cultivos anuales.
- * La aptitud económica, refleja las ventajas de la plantación de árboles, al expresar valores de margen bruto y relación beneficio costo superiores a los otros dos tipos de uso; la diferencia entre el sistema taungya y cultivos solos es menor al comparar la relación beneficio/costo y aumenta al comparar el valor del margen bruto.
- * La aptitud física tiende a tener relación directa con la aptitud económica y orienta las decisiones que conduzcan al uso de sistemas sostenibles y/o establecer prácticas adicionales que mantengan o mejoren la productividad y conserven los recursos.

IX. RECOMENDACIONES

- * Validar los modelos evaluados con las principales combinaciones de los cultivos anuales y el componente arbóreo.
- * Referenciar a un mejor nivel de detalle el uso actual de la tierra.
- * Usar el sistema de información geográfica -SIG- para la determinación de las unidades de mapeo y referenciar a un mejor nivel el uso de la tierra para mejorar la precisión de las evaluaciones.
- * Evaluar en el área de estudio modelos para otros tipos de uso de la tierra económicamente importantes tanto de secano, para condiciones de riego y sistemas silvopastoriles.
- * Integrar equipos multidisciplinarios y altamente interactivos para la evaluación de estos modelos.
- * Organizar y sistematizar la información dispersa en bases de datos con las características relevantes de la tierra para futuras evaluaciones.

X. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA) - MINISTERIO DE AGRICULTURA, GANADERIA Y ALIMENTACION. 1992. Estudio del plan maestro sobre el proyecto integrado de desarrollo rural y agropecuario de Jutiapa. Informe de Progreso /I/. Guatemala. 98 p.
- _____. 1992b. Estudio del plan maestro sobre el proyecto integrado de desarrollo rural y agropecuario de Jutiapa. Informe Intermedio. Guatemala. 150 p.
- _____. 1992c. Estudio del plan maestro sobre el proyecto integrado de desarrollo rural y agropecuario de Jutiapa. Informe de Progreso /II/. Guatemala. 88 p.
- _____. 1992d. Estudio del plan maestro sobre el proyecto integrado de desarrollo rural y agropecuario de Jutiapa. Informe Final. Guatemala. 314 p.
- ALVARADO, G. y CELADA, J.E. 1984. Análisis fisiográfico aplicado a la extrapolación de sistemas de cultivos. Guatemala. CATIE. (Uso restringido)
- ARZE B, J. 1989. Desarrollo de modelos para la transferencia de agrotecnología en el Altiplano Peruano. In Perspectivas de la Investigación Agropecuaria para el Altiplano. Proyectos de investigación de sistemas agropecuarios Andinos. Eds. L. Arguelles y R.D. Estrada Lima, Perú, CIID, Pisa. p 47-66.
- _____. 1991. Avances en el desarrollo de modelos de simulación y sistema de expertos para la transferencia de agrotecnología. IV Asamblea General de REDCA, Panamá, 2 al 7 de Septiembre de 1991. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 26 p.
- _____. 1992. Apuntes de clase del curso dinámica de sistemas. Turrialba, Costa Rica. CATIE. S.P.
- _____. 1992. Sistemas de expertos y fase de diseño de la metodología para la investigación y desarrollo de alternativas tecnológicas. Presentado en la IV Reunión de RIMISP, 27 de Junio al 5 de Julio de 1992 Texcoco, México p 20.
- ASOCIACION DE INVESTIGACION Y ESTUDIOS SOCIALES. 1991. El nuevo reordenamiento de la comercialización de granos básicos. Momento. Guatemala. 6(11): 2-14

- BANCO DE GUATEMALA. 1990. Estadísticas de productos agrícolas años 1972 - 1990. Guatemala. 51 p.
- BARRERA G., L.E. 1985. Comportamiento inicial de tres especies forestales bajo dos métodos de reforestación, en San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 92 p.
- CENTRO AGRONÓMICO DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1987. Memoria del taller metodología de clasificación de capacidad de uso de la tierra. Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. Tegucigalpa, Honduras. CATIE. 160 p.
- _____. 1989. Estudio de rendimiento y costos de faenas para la producción de árboles de uso múltiple en Guatemala. Guatemala, MADELEÑA. DIGEBOS-CATIE/ROCAP. 89 p.
- _____. 1990a. Camaldulensis (*Eucaliptus camaldulensis*), especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de Guías Silviculturales. Turrialba, Costa Rica. 58 p.
- _____. 1990b. Estudios de rendimiento y costos de faenas en la producción de árboles de uso múltiple en Guatemala, MADELEÑA. DIGEBOS-CATIE/ROCAP. 81 p.
- _____. 1990c. Informe de sondeo realizado en la zona de Jutiapa. Proyecto de Sistemas Agrosilvopastoriles Sostenibles para Pequeños Productores del Trópico Seco de centroamérica. MAGA-CATIE-ACDI. Guatemala. 41 p.
- _____. 1990d. Programa intensivo de reforestación con árboles de uso múltiple integrados al desarrollo. Criterios Técnicos. Guatemala. CATIE-DIGEBOS-MAGA-AID-USAID. 94 p.
- _____. 1992. Proyecto sistemas agrosilvopastoriles sostenibles para pequeños productores del trópico seco de centroamérica. Guatemala. (Uso restringido)
- CENTRO CIENTIFICO TROPICAL. 1985. Sistemas para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica. CCT. s.p.
- CIFUENTES VELASQUEZ, R. 1984. Evaluación del efecto de nitrógeno y fósforo sobre los sistemas de maíz, frijol, sorgo y frijol, sorgo en el suroriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 60 p.
- De ROLLER, C.H. 1989. Farm scaleland evaluation models for land use recommendations in the Guatemala highlands. Thesis Mag. Sc. Faculty of the Graduate School Cornell University. 207p

- DEL VALLE BARRERA, R. 1975. Efecto de la fertilización con N-P-K en el sistema maíz-frijol asociado, bajo condiciones del Valle de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 41 p.
- DETLEFSEN RIVERA, G. 1984. Comportamiento inicial de tres especies forestales para producción de leña con y sin asocio de maíz, en la Máquina, Suchitepequez. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 104 p.
- DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1982. III Censo Agropecuario Nacional 1979. Guatemala. 3 Tomos.
- ESPINOZA, A. 1992. Estudio agroclimático de los sistemas de cultivo maíz, frijol y sorgo en las zonas secas de Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica., CATIE. 136 p.
- ESTRADA, L. 1984. Determinación del nivel crítico de potasio por análisis foliar, en dos estados fenológicos del maíz. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 43 p.
- FAO. 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de Suelos No. 32. FAO (Italia). 66 p.
- _____ 1983. Evaluación de tierras con fines forestales. Estudio FAO Montes. No. 48. 106 p.
- _____ 1985. Directivas: Evaluación de Tierras para la Agricultura de Secano. FAO, Boletín de Suelos No. 52. 228 p.
- FIGUEROA GUERRA, I.A. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la unidad de riego de San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 82 p.
- FIGUEROA MUÑOZ, L.H. 1976. Predicción de fechas de siembra para seis variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el valle de Monjas, en función de la distribución de las lluvias durante los años 1966-1973. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 130 p.
- FION LIZAMA, D. 1980. Análisis de la precipitación pluvial en tres municipios de Jutiapa, para la determinación de las épocas de siembra en maíz. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 41 p.

- GARCIA A., M.R. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento y la evapotranspiración del maíz (*Zea mays* L.) en el valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 58 p.
- GARCIA CHUVAC, A. 1985. Estudio fenológico de ocho variedades de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo condiciones de campo e invernadero en el municipio de Guatemala. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 73 p.
- HEER ARANA, C. 1981. Por qué el agicultor realiza la asociación de cultivos en tres aldeas del Departamento de Jutiapa?. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 52 p.
- HEER ARANA, C.; CELADA ROBLES, J.E. 1991. Validación integrada de tecnología en región suroriental de Guatemala: un enfoque de sistemas con participación interinstitucional. In Taller agricultura sostenible en las laderas centroamericanas. Oportunidades de colaboración interinstitucional: Memoria. San José, Costa Rica. IICA. p 211-240.
- HENAO, J. y CELADA, J.E. 1983. Descripción y clasificación de perfiles de suelos de los sitios de extrapolación del trópico semiárido de Guatemala. Guatemala. CATIE. (Uso restringido)
- HOLDRIDGE, L.R. 1958. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala, según sus formaciones vegetales. Guatemala. Ministerio de Agricultura. SCIDA. 19 p.
- INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. 1977. Sistemas de cultivo para pequeños y medianos agricultores, La Barranca, Jutiapa. Disciplina de Socioeconomía. Guatemala. 53 p.
- _____. 1982. Estimación de la merma de maíz, frijol, arroz y papa, ocasionadas por la sequía en cultivos de colaboradores del ICTA, en la Subregión VI-2, Jalapa. Disciplina de Socioeconomía. Guatemala. 6 p.
- _____. 1983. Caracterización de sistemas de cultivo en el municipio de Jutiapa. Socioeconomía Rural. Guatemala. 19 p.
- _____. 1984. Caracterización de sistemas de cultivo en asocio Subregión VI-1, Jutiapa. Socioeconomía Rural. Guatemala. 65 p.
- _____. 1991. Análisis histórico de los costos de producción de sistemas de cultivo de la región IV, 1976 - 1990.

Socioeconomía Rural. Guatemala. s.p.

- INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA. 1992. Estudio sobre dominios de recomendación en los municipios de Jutiapa y Quezada. Guatemala. IICA/ICTA/USAC. (Uso restringido).
- INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1988. Atlas climatológico de la República de Guatemala. Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. Guatemala. 19 p.
- KLINGEBIEL, A.; MONTGOMERY, P. 1965. Clasificación por capacidad de uso de las tierras. México, AID. 32 p.
- R. LAL; P.A.SANCHEZ; R.W. CUMMINGS and BALKENNA, A.A. (eds.) 1986. Deforestation and soil erosion. In Land clearing and development in the tropics. p 299-315.
- LEMMENHOFER, C. 1988. Tecnología para evaluar los recursos naturales. Escuela de Historia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Mimeo. 8 p.
- LEONARD, H.J. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central: Un perfil ambiental regional. Trad. por Gerardo Budowski y Tirso Maldonado. Washintong, D.C., Intituto Internacional para el Ambiente y el Desarrollo. s.p.
- LEON PEREZ, J.C. sf. Aplicación del sistema automatizado para la evaluación de tierras-ALES, en un sector de la cuenca del río Sinu (Córdova, Colombia). Bogotá. p 19-39.
- MARTINEZ, H.A. 1985. El problema de la leña en las zonas secas de América Central: necesidades de investigación. In Simposium sobre Técnicas de Producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva: Memoria. Turrialba, Costa Rica. p 33-43.
- _____. 1985. Producción de leña en la zona seca de Guatemala. In Simposium sobre Técnicas de Producción de Leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva: Memoria. Turrialba, Costa Rica. p 67-77.
- MICHAELSON, T. 1977. Un sistema de clasificación de la tierra por capacidad de uso de tierras marginales. Tegucigalpa, Honduras. Proyecto PNUD-FAO-HON/75/109. 35 p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA, DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y EXTENSION AGRICOLA. 1991. Cultivos

agrícolas de Costa Rica: aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco. San José, C.R. Boletín técnico No. 74. p 231-287.

- MOLINAS M., A.S. 1991. Metodología simple y apropiada para establecer capacidad y uso sostenible de la tierra, aplicable a nivel de pequeña finca para la región II de Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba. C.R. 175 p.
- MONCADA SANDOVAL, O. 1991. Desarrollo de un modelo automatizado para evaluación de tierras en Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua. Tesis Mag. Sc., Turrialba, C.R. CATIE. 156 p.
- MORALES SAGASTUME, J.N. 1992. Estudio de capacidad de uso de las tierras de la comunidad de Azulco, municipio de Jalpatagua, Jutiapa. Programa de Ejercicio Profesional Supervisado. FAUSAC. Guatemala. 47 p.
- NEBELDAHL, D. ed. 1988. Sistemas Expertos: Introducción a la técnica y aplicación. Marcombo S.A., Barcelona, España. 209 p.
- O.T.S. 1986. Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. San José, C.R. 818 p.
- ORDÓÑEZ PEREIRA, C.A. 1980. Consideraciones acerca de la aplicación del sistema taungya en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 81 p.
- OROZCO, G. 1993. Desarrollo de un modelo de evaluación y utilización de sistemas agroforestales en la Región IV, Nicaragua, con el sistema automatizado de evaluación de tierras (ALES). Tesis Mag. Sc.. Turrialba, C.R. CATIE. 140 p.
- PAUL L., C. 1990. Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para el mejoramiento en cultivos para los trópicos semiáridos (ICRISAT). Hyderabad, India. p 97-122.
- PAZ AGUIRRE, O.R. 1988. Determinación del índice de erosividad de la lluvia de la ecuación universal de pérdida del suelo para la zona oriental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía 44 p.
- PINZON, J.M. 1986. Comparación de dos métodos de reforestación en la parte alta del Río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía 81 p.
- POSNER, J.; A. NOVOA, A.R. (eds.) 1980. Un sistema de clasificación para las áreas de ladera y altiplanos de

- América Tropical. In Agricultura de ladera en América Tropical. Memoria del Seminario Internacional. Turrialba, C.R. CATIE/Rockefeller Foundation. 386 p.
- REICHE CAAL, C. 1985. La leña en el contexto socio-económico de América Central. In Simposium sobre Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva: Memoria. Turrialba, Costa Rica. p 355-369.
- REYES ALBUREZ, S.A. 1990. Utilización de árboles de forrajeros en la alimentación de ganado bovino durante la época seca, en los municipios de Jutiapa y Quezada. Programa de Bovinos de Doble Propósito. ICTA. Guatemala. 9 p.
- REYES RODRIGUEZ, L.I. 1979. Frecuencia de riego en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) con cuatro diferentes láminas de agua, longitud de surco y niveles de abonamiento en el área de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 56 p.
- RICHTERS, E. 1989. Apuntes de clase del curso de manejo del uso de la tierra. Turrialba, C.R. CATIE. 220 p.
- RICHTERS, J. sf. Evaluación de tierras y de uso: el Sistema FAO. In Curso corto: PLANIFICACIÓN del Uso de la Tierra en el Manejo de Cuencas Hidrográficas. PRMC. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 20 p.
- RIOS MARROQUIN, L. 1991. Jutiapa, Población y Sistemas de Producción en una Perspectiva Histórica. Tesis Lic. Historia. Guatemala. Universidad de San Carlos. Escuela de Historia. 125 p.
- 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.
- ROSSITER, D.G. 1990. Ales: a framework for land evaluation using a microcomputer. Soil use and management. 6(1): 7-20.
- RUIZ GONZALEZ, M. 1981. Estudio a nivel de semidetalle de los suelos de la comunidad de Tierra Blanca, Jalpatagua, Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 43 p.
- SAMAYOA, OTTO. 1987. Caracterización preliminar de los productores de granos básicos de Guatemala. MAGA-DIGESA-CODESCA/CEE. Guatemala. s.p.
- _____. 1993. Análisis económico e institucional de proyectos agroforestales en Guatemala. Segundo borrador. Guatemala.

s.p.

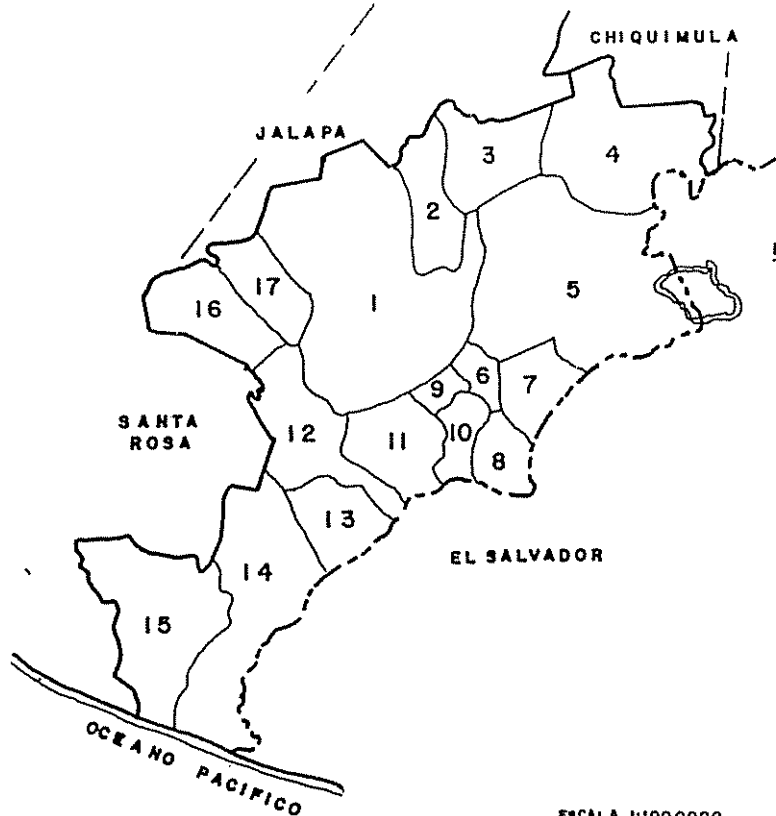
- SECRETARIA DEL CONSEJO NACIONAL DE PLANIFICACION ECONOMICA. 1980. Mapa de capacidad productiva de la tierra. Memoria Explicativa. Guatemala. 18 p.
- _____. 1981. Mapa de cobertura y uso actual de la tierra. Memoria Explicativa. Guatemala. 24 p.
- SHARMA, P. 1992. Apuntes del curso de planificación del uso de la tierra. Turrialba, C.R. CATIE. s.p.
- SPIEGLER CASTAÑEDA, C.A. 1981. Comportamiento inicial del Pinus oocarpa asociado con cultivos anuales. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Universidad de San Carlos. Facultad de Agronomía. 90 p.
- SIMMONS, C.H.; TARANO, N.S.; PINTO, D.S. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- TABLAS DUBON, J.M. 1986. Clasificación de tierras por su capacidad de uso. La Universidad (E.S.) 61(3): 11-43.
- TOSI, J. 1961. Factores ecológicos en el planeamiento del uso de la tierra. Turrialba, C.R., IICA. Centro Tropical de Investigación y Enseñanza para graduados. 6 p.
- UNIDAD SECTORIAL DE PLANIFICACION AGRICOLA. 1983. Primera encuesta agropecuaria de la región VI. Area de Seguimiento y Evaluación. Guatemala. 40 p.
- UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR. 1987. Perfil Ambiental de la República de Guatemala. Instituto de Ciencias Ambientales y Tecnología Agrícolas. Tomo II-III. Guatemala. 249 p.
- VILLALPANDO, O. 1987. Agroforestería y educación ambiental en los trópicos: conceptos para la planeación. In. International conference-workshop on land and resource evaluation for national planning in the tropics. H. Ayde Lund; M. Caballero-Deloya; O. Villareal-Cantón (eds.). Washington, D.C., Forest Service p 113-115.
- WANBEKE, A. VAN. 1972. Exámen de los métodos de levantamiento de suelos en América Latina. Santiago, Chile. Proyecto Regional FAO/PNUD. Boletín Latinoamericano sobre fomento de tierras y agua No. 2 49 p.
- WILD, T.J., DE LEON, C.; HILDEBRAND, P. 1977. Alcance geográfico de los sistemas de cultivo en el área piloto del

ICTA, Región VI. Disciplina de Socioeconomía Rural y Manejo de Suelos. Guatemala. ICTA. 19 p.

YOUNG, A. 1984. Land evaluation for agroforestry: the task ahead. Nairobi, Kenya, ICRAF. Working Paper No. 24. 54 p.

_____. 1988. Soil productivity, soil conservation and land evaluation. Agroforestry System 5:277-291.

ANEXO



LEYENDA

- LIMITE DEPARTAMENTAL
- LIMITE MUNICIPAL
- LIMITE INTERNACIONAL

NOMBRE DE LOS MUNICIPIOS DEL DEPARTAMENTO

- 1 JUTIAPA
- 2 EL PROGRESO
- 3 SANTA CATARINA MITA
- 4 AGUA BLANCA
- 5 ASUNCION MITA
- 6 YUPILTEPEQUE
- 7 ATESCATEMPA
- 8 JEREZ
- 9 EL ADELANTO
- 10 ZAPOTITLAN
- 11 COMAPA
- 12 JALPATAGUA
- 13 CONGUACO
- 14 MOYUTA
- 15 PASACO
- 16 SAN JOSE ACATEMPA
- 17 QUEZADA

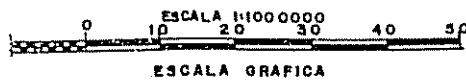


Figura 1. Localización Departamento Jutiapa, Guatemala

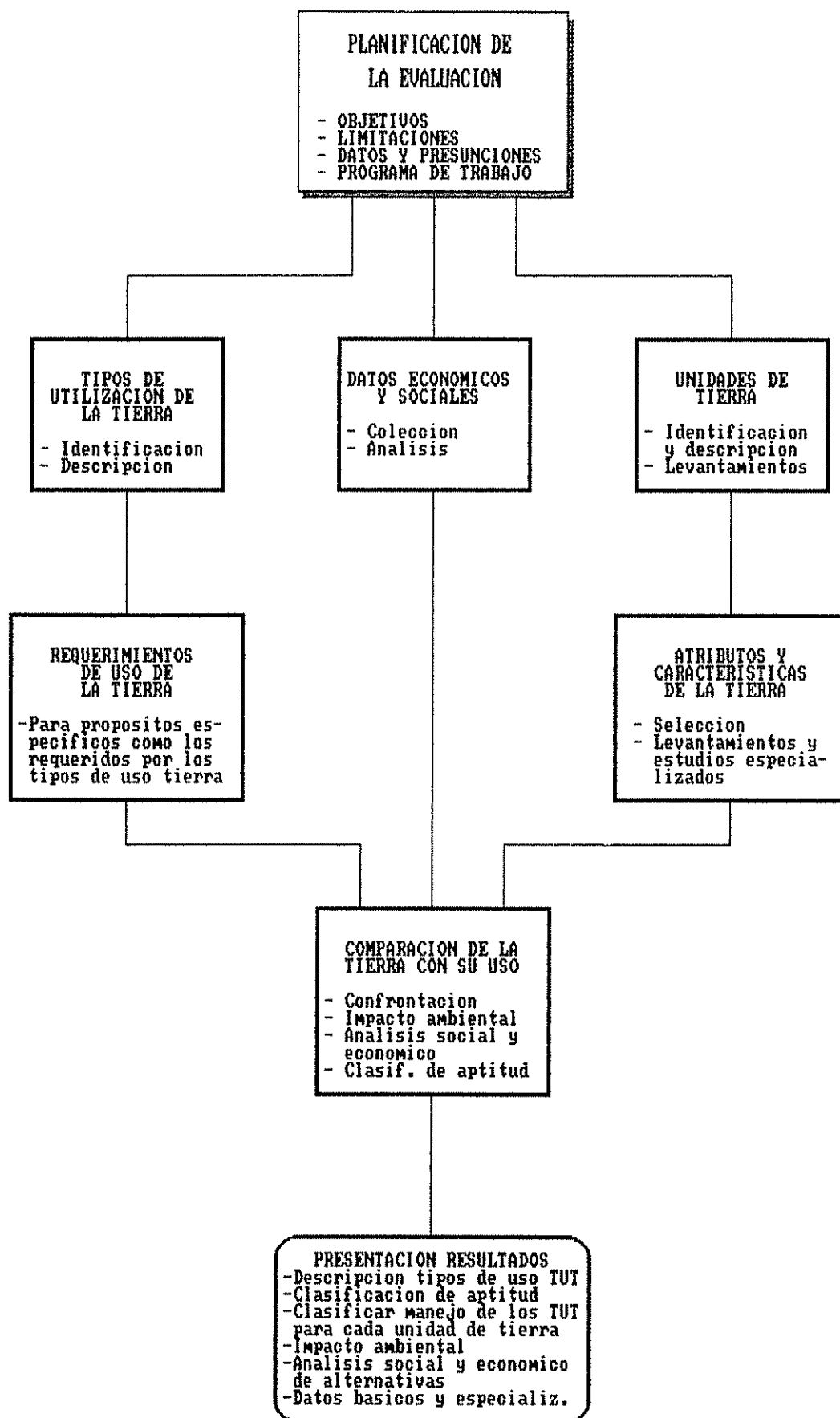


FIGURA 2.

ESQUEMA DE PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION DE TIERRAS, FAO. (1985)

Cuadro 1 REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA PARA CULTIVOS ANUALES

| CUALIDAD DE LA TIERRA | CARACTERISTICA DE LA TIERRA | UNIDAD | NIVELES DE SEVERIDAD | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|-----------|----------------------|-----------------|---------------|----------------|----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| HUMEDAD | Pracip. media anual | mm | Alto | Moderada | Regular | Bajo | Muy bajo |
| | Duracion cultivo | nivel | Muy poco | Poco | Intermedia | Prolongada | Muy prolong. |
| | Textura suelo | clase | Francos | F. arenosos | F. arcillosos | Arenosos | Arcillosos |
| RIESGO | Temp. media anual | °C | Intermedia | Alto | Mod. bajo | Muy alto | Bajo |
| PLAGAS | Altitud | metros | Intermedia | Mod. alta | Mod. bajo | Alto | Bajo |
| OXIG. SUELO | Drenaje | clase | Bien | Moderado | Imperfecto | Ligeram. | Escasamente |
| COND. ENRAIZ. | Prof. efectiva | cm. | Muy profunda | Profundo | Mod. prof. | Poco prof. | Muy poco prof. |
| DISPONIBILIDAD | Fósforo | ppm | Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Muy bajo |
| NUTRIENTES | Potasio | mg/100 g | Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Muy bajo |
| | Calcio | mg/100 g | Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Muy bajo |
| | Magnesio | mg/100 g | Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Muy bajo |
| | Mat. Orgánica | % | Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Muy bajo |
| RETENCION | CTI | nivel | Muy alto | Alto | Moderado | Bajo | Muy bajo |
| NUTRIENTES | pH agua | pH | Adecuado | Mod. bajo | Mod. alto | Bajo | Alto |
| CAPACIDAD | Pendiente | % | Plano | Suav. ond. | Collado | Escarpado | Muy escarpado |
| LABOREO SUELO | Pedregosidad | clase | Sin pedregos. | Esc. pedreg. | Mod. pedreg. | Pedregoso | Alt. pedreg. |
| CONDICION CBMI | Accesibilidad | nivel | Muy accesible | Accesible | Poco acces. | Acc. con resp. | No accesible |
| RIESGO EROSION | Pendiente | nivel | Plano | Suav. ond. | Collado | Escarpado | Muy escarpado |
| | Pract. conser.v. | practicas | Pract. con dif. | Pract. sin dif. | Pract. mod. | Pract. inap. | Sin practicas |
| | Uso actual tierra | clases | Veg. natural | Post-veg.nat. | Pastos | Cult-pastos | Cultivos |
| RECURSOS PARA | Acceso capital | clases | Muy alto | Alto | Intermedio | Bajo | Muy bajo |
| PRODUCCION | Disp. mano obra | clases | Muy alto | Alto | Intermedia | Poco | Muy poco |
| | Disp. tierra | clases | Muy alto | Alto | Moderado | Poco | Muy poco |

Cuadro 2 REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA PARA CULTIVOS ANUALES

| CALIDAD DE LA TIERRA | CARACTERISTICA DE LA TIERRA | UNIDAD | NIVELES DE SEVERIDAD | | | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------|----------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| HUMEDAD | Precip. media anual | mm | > 1500 | 1200-1500 | 800-1200 | 500-800 | 0-500 |
| | Duracion conigua | dias | 3 dias | 5 dias | 8 dias | 10 dias | 15 dias |
| | Textura suelo | clase | Franca | F. arenosa | F. arcillosa | Arenosa | Arcillosa |
| RIESGO | Temp. media anual | °C | 22-26 | 26-30 | 14-18 | > 30 | 0-14 |
| PLAGAS | Altitud | msnm | 800-1000 | 1000-1200 | 600-800 | 1200-1500 | 0-600 |
| OXIG. SUELO | Drainaje | clase | Bien | Moderado | Imperfecto | Ligeram. | Escasamente |
| COND. ENRAIZ. | Prof. efectivo | cm | > 120 | 80-120 | 30-80 | 10-30 | 0-10 |
| DISPONIBILIDA | Fósforo | ppm | > 10 | 7-10 | 5-7 | 3-5 | 0-3 |
| NUTRIENTES | Potasio | mg/100 g | > 0.9 | 0.5-0.9 | 0.2-0.5 | 0.1-0.2 | 0.0-0.1 |
| | Calcio | mg/100 g | > 15 | 12-15 | 10-12 | 4-10 | 2-4 |
| | Magnesio | mg/100 g | > 4.5 | 3.0-4.5 | 1.0-3.0 | 0.5-1.0 | 0.0-0.5 |
| | Mat. Orgánica | % | > 7 | 5-7 | 3.5-5 | 2-3.5 | 0-2 |
| RETENCION | CTI | maq | > 60 | 25-60 | 15-25 | 5-15 | 0-5 |
| NUTRIENTES | pH agua | pH | 5.5-6.0 | 5.0-5.5 | 6.0-6.5 | < 5.0 | > 7.0 |
| CAPACIDAD | Pendiente | % | 0-4 | 4-8 | 8-16 | 16-32 | > 32 |
| LABOREO SUELO | Pedregosidad | % | 0-3 | 3-8 | 8-20 | 20-40 | > 40 |
| CONDICION CAM | Accesibilidad | nivel | 1a. cat. | 1a. cat. dist. | 2a. cat. rep. | 2a. cat. s. rep. | 3a. cat. |
| RIESGO EROSION | Pendiente | nivel | 0-4 | 4-8 | 8-16 | 16-32 | > 32 |
| | Pract. consery. | practicas | Pro. con dis. | Pro. sin dis. | Pract. mod | Pract. inap. | Sin practicas |
| | Uso actual tierra | clases | Veget. natural | Past-veget. nat. | Pastos | Cult-pastos | Cultivos |
| RECURSOS PARA | Acceso capital | clases | Muy alto | Alto | Intermedio | Bajo | Muy bajo |
| PRODUCCION | Disp. mano obra | clases | Muy alta | Alta | Intermedio | Poco | Muy poco |
| | Disp. tierra | has | > 40 | 20-40 | 12-20 | 5-12 | 3-5 |

Cuadro 3 REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA *Eucalyptus camaldulensis*

| CUALIDAD DE TIERRA | CARACTERISTICA DE LA TIERRA | UNIDAD | NIVELES DE SEVERIDAD | | | | |
|--------------------|-----------------------------|-----------|----------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| HUMEDAD | Frecp. media anual | mm | Alta | Moderada | Regular | Baja | Muy baja |
| | Duración cosecha | nivel | Muy poco | Poco | Intermedia | Prolongada | Muy prolong |
| | Textura suelo | clase | Francos | F. arenosos | F. arcillosos | Arenosos | Arcillosos |
| RIESGO | Temp. media anual | °C | Intermedia | Alta | Mod. baja | Muy alta | Baja |
| PLAGAS | Aflitud | manm | Intermedia | Mod. alta | Mod. baja | Alta | Baja |
| OXIG. SUELO | Drainaje | clase | Blan | Moderado | Imperfecto | Ligeram. | Excesivamente |
| COND. ENRAIZ. | Prof. efectiva | cm. | Muy profunda | Profunda | Mod. prof. | Poco prof. | Muy poco prof. |
| DISPONIBILIDA | Fósforo | ppm | Muy alta | Alta | Moderado | Baja | Muy baja |
| NUTRIENTES | Potasio | mg/100 g | Muy alta | Alta | Moderado | Baja | Muy baja |
| | Calcio | mg/100 g | Muy alta | Alta | Moderado | Baja | Muy baja |
| | Magnesio | mg/100 g | Muy alta | Alta | Moderado | Baja | Muy baja |
| | Mat. Orgánica | % | Muy alta | Alta | Moderado | Baja | Muy baja |
| RETENCION | CTI | nivel | Muy alta | Alta | Moderado | Baja | Muy baja |
| NUTRIENTES | pH agua | pH | Adecuado | Mod. baja | Mod. alta | Baja | Alta |
| CAPACIDAD | Pendiente | % | Plano | Suav. ond. | Colinado | Escarpado | Muy escarpado |
| LABOREO SUELO | Pedregosidad | clase | Sin pedregos. | Eso. pedreg. | Mod. pedreg. | Pedregoso | Alt. pedreg. |
| CONDICION GRM | Accesibilidad | nivel | Muy accesible | Accesible | Poco acces. | Acc. con rep. | No accesible |
| RIESGO EROSION | Pendientes | nivel | Plano | Suav. ond. | Colinado | Escarpado | Muy escarpado |
| | Proct. conserv. | practicos | Pro. con dif. | Pro. sin dif. | Proct. mod. | Proct. Inap. | Sin practicos |
| | Uso actual tierra | clases | Veg. natural | Post-veg.nat. | Pastos | Cult-pastos | Cultivos |
| RECURSOS PARA | Acceso capital | clases | Muy alta | Alta | Intermedia | Baja | Muy baja |
| PRODUCCION | Olap. mano obra | clases | Muy alta | Alta | Intermedia | Poco | Muy poco |
| | Olap. tierra | clases | Muy alta | Alta | Moderado | Poco | Muy poco |

Cuadro 4

REQUISITOS DE USO DE LA TIERRA *Eucalyptus camaldulensis*

| CUALIDAD DE LA TIERRA | CARACTERISTICA DE LA TIERRA | UNIDAD | NIVELES DE SEVERIDAD | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|-----------|----------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| | | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| HUMEDAD | Precip. media anual | mm | < 500 | 500-800 | 800-1000 | 1000-1200 | > 1200 |
| | Duracion conitculo | nivel | 3 dias | 5 dias | 8 dias | 10 dias | > 15 dias |
| | Textura suelo | clases | Fronco | F. arenoso | F. arcilloso | Arenoso | Arcilloso |
| RIESGO | Temp. media anual | °C | | < 20 | 20-24 | 24-28 | > 28 |
| PLAGAS | Altitud | manm | | | 0-500 | 500-800 | > 800 |
| OXIG. SUELO | Drenaje | clases | Bien | Moderado | Imperfecto | Ligeram. | Escasamente |
| COND. ENRAIZ. | Prof. efectiva | cm. | > 120 | 80-120 | 30-80 | 10-30 | 0-10 |
| DISPONIBILIDAD | Fósforo | ppm | | < 5 | 5-10 | 10-15 | > 15 |
| NUTRIENTES | Potasio | mg/100 g | > 0.9 | 0.5-0.9 | 0.2-0.5 | 0.1-0.2 | 0.0-0.1 |
| | Calcio | mg/100 g | > 15 | 12-15 | 10-12 | 4-10 | 2-4 |
| | Magnesio | mg/100 g | > 4.5 | 3.0-4.5 | 1.0-3.0 | 0.5-1.0 | 0.0-0.5 |
| | Mat. Orgánica | % | > 7 | 5-7 | 3.5-5 | 2-3.5 | 0-2 |
| RETENCION | CTI | nivel | > 80 | 25-80 | 15-25 | 5-15 | 0-5 |
| NUTRIENTES | pH agua | pH | 5.5-8.0 | 5.0-5.5 | 6.0-6.5 | < 5.0 | > 7.0 |
| CAPACIDAD | Pendientes | % | 0-4 | 4-8 | 8-16 | 16-32 | > 32 |
| LABOREO SUELO | Pedregosidad | clases | 0-3 | 3-8 | 8-20 | 20-40 | > 40 |
| CONDICION CAMI | Accesibilidad | nivel | 1a. cat. | 1a.cat.dif. | 2a. cat.rep. | 2a.cat.rep | 3a.cat. |
| RIESGO EROSION | Pendientes | nivel | 0-4 | 4-8 | 8-16 | 16-32 | > 32 |
| | Proot. conserv. | practicas | Pro. con dia. | Pro. sin dia. | Proot. mod. | Proot. Inop. | Sin practicas |
| | Uso actual tierra | clases | Veg. natural | Post-veg.nat. | Pastos | Cult-pastos | Cultivos |
| RECURSOS PARA PRODUCCION | Acosos capital | clases | Muy alta | Alta | Intermedia | Baja | Muy baja |
| | Dlap. mana obra | clases | Muy alta | Alta | Intermedia | Poca | Muy poca |
| | Dlap. tierra | clases | > 40 | 20-40 | 12-20 | 5-12 | 3-5 |

Cuadro 5. Breve descripción de las unidades de mapeo

| Unidad mapeo | Descripción | Has |
|-----------------|---|-------|
| ASUNCION GRANDE | Cultivos asociados y ganadería doble propósito y matorrales; colinas en pie de monte; pedregoso; erosión alta y fertilidad limitada; acceso adecuado en todo al año; potencial agroforestería, sistemas silvopastoriles. | 640 |
| CONGUACO | Zona de montañas altas; cultivos asociados; baja fertilidad; erosión alta; moderadamente pedregoso y alta degradación de los recursos; bosques abiertos aislados pinos; uso potencial para bosques. | 3,370 |
| AZULCO | Predominantemente cultivos asociados y ganadería doble propósito; zona de laderas escarpadas a moderadamente; matorrales; erosión severa; suelos y ambiente degradado; afloramiento rocoso y pedregosidad. | 3,700 |
| JALPATAGUA | Llanura aluvial; predominantemente cultivos asociados y ganadería extensiva; áreas de riego para hortalizas y pastos; adecuada fertilidad y uso potencial para granos básicos y hortalizas; erosión moderada; acceso adecuado permanente. | 8,740 |
| MONZON | Colinas onduladas en planicie aluvial; predominan cultivos asociados y pastos mejorados; accesible permanentemente; potencial de riego para hortalizas y cítricos; erosión moderada. | 5,850 |

| Unidad mapeo | Descripción | Has |
|---------------|--|--------|
| SAN IXTAN | Predominan cultivos asociados y matorrales; origen coluvio-aluvial y colinas bajas; erosión alta y prolongada sequía; área degradada; uso potencial bosques energéticos y aprovechamiento de matorrales. | 8,970 |
| SAN CRISTOBAL | Colinas bajas y empinadas; predominan cultivos asocio y matorrales; fertilidad limitada; accesibilidad restringida para la producción; área degradada; uso potencial para bosques de especies resistentes a sequía y aprovechamiento matorrales. | 5,130 |
| LAS QUEBRADAS | Laderas empinadas y colinas escarpadas; predominan cultivos asociados y ganadería doble propósito para autoconsumo; fertilidad baja; limitado acceso permanentemente; fertilidad limitada; uso potencial agroforestal; erosión alta y afloramiento rocoso. | 4,510 |
| QUEZADA | Colinas suaves en valle intramontano; predomina asocio maíz-frijol; alto riesgo plagas; drenaje imperfecto; mediana fertilidad; zona apta para riego; adecuado acceso y erosión moderada. | 82,224 |
| AMAYITO | Colinas bajas; predominan pastos y matorrales; problemas escasez de agua; drenaje imperfecto; erosión alta; baja fertilidad; uso potencial agroforestal y aprovechamiento de matorrales. | 1,340 |

Cuadro 5b.

| | | |
|------------------|---|--------|
| LAS FLORES | Area de planicie y colinas bajas; predominan cultivos asociados, pastos y matorrales; baja fertilidad; alto riesgo de sequía; erosión alta. Potencial agroforestal y aprovechamiento de matorrales para leña; adecuado acceso al mercado. | 3,570 |
| LAS TUNAS | Colinas bajas; predominan cultivos asocio y pastos; alto riesgo de plagas y severa erosión; acceso adecuado temporalmente; baja fertilidad y escasez de agua todo el año. | 8,480 |
| RIO DE LA VIRGEN | Planicies y colinas bajas; fertilidad limitada; escasez de agua temporalmente; adecuado acceso; erosión alta; predominan cultivos asociados y matorrales; afloramiento rocoso y pedregosidad. | 2,240 |
| TRAPICHE | Laderas y colinas onduladas; predominan cultivos y matorrales; mediana fertilidad; erosión severa con presencia de cárcavas; acceso limitado temporalmente; uso potencial agroforestal y aprovechamiento de matorrales para leña. | 44,964 |
| ACEQUIA | Planicies y colinas bajas; predominan cultivos anuales, hortalizas y arroz; potencial para riego en verano; acceso adecuado permanentemente; mediana fertilidad y suelos moderadamente profundos; erosión moderada. | 13,373 |

| Unidad mapeo | Descripción | Has |
|--------------|---|-------|
| GUEVARA | Laderas y colinas escarpadas; predominan cultivos asociados, pastos naturales y en vegetación secundaria madrecaao y otras forrajeras; erosión alta con canalículos; uso potencial agroforestal. | 1,680 |
| HORCONES | Colinas y laderas volcánicas; altamente pedregoso y afloramiento rocoso; predominan cultivos asociados y hortalizas como cebolla y tomate; erosión severa; acceso con reparación y limitadas prácticas conservacionistas. | 7,029 |
| EL RODEO | Colinas y laderas volcánicas; suelos poco agregados y baja retención de humedad por textura media en subsuelo; erosión severa con cárcavas; predominan cultivos asociados, matorrales y pastos naturales; baja precipitación y alto riesgo de sequía en época lluvia. | 8,613 |
| LOMA LISA | Colinas escarpadas y predominancia de cultivos asociados, pastos naturales y matorrales; acceso inadecuado temporalmente; erosión severa, baja fertilidad y afloramiento rocoso; uso potencial para plantaciones de leña. | 8,200 |

Cuadro 5d.
Unidad mapeo

| Unidad mapeo | Descripción | Has |
|--------------|---|-------|
| CHILTEPE | Planicie de valle intermontano; suelos de textura pesada y drenaje imperfecto; predomina cultivo de arroz; acceso adecuado permanentemente; erosión leve y uso potencial adecuado con el actual con manejo de la fertilidad; establecimiento de cortinas rompevientos en sistemas agroforestales. | 6,460 |
| LAS LAJAS | Laderas y colinas volcánicas con afloramiento rocoso y pedregosidad superficial; predominan cultivos asociados y matorrales; baja fertilidad y severa erosión con cárcavas; acceso inadecuado temporalmente; zona ecológicamente frágil con alto riesgo a la sequía en época de lluvias. | 3,660 |

LEYENDA DEL USO ACTUAL DE LA TIERRA

1. CENTROS POBLADOS

- 1 Urbano
- 2 Rural

2. HORTICULTURA

- 21 Olericultura
- 22 Fruticultura
- 1 Clima calido
- 2 Clima templado
- 3 Clima frio

3. CULTIVOS PERMANENTES

- 31 De Clima Calido
- 32 De Clima Templado
- 33 De Clima Frio
- 331 Cafe
- 333 Quina
- 334 Mimbres
- 335 Cacao
- 336 Banano
- 337 Platano

4. TIERRAS DE CULTIVO

- 41 Anual
- 411 Maiz
- 412 Frijol
- 413 Ajonjolí
- 414 Algodon
- 415 Sorgo
- 416 Trigo
- 417 Avena
- 418 Arroz
- 419 Tabaco
- 42 Semipermanentes
- 421 Cana de Azucar
- 422 Cardamomo
- 423 Citronela
- 424 Te de Limon

5. PRADERAS

- 51 Mejoradas
- 52 No Mejoradas

6. BOSQUES

- 61 Latifoliadas
- 62 Coniferas
- 63 Mixtos
- 64 Mangle
- 1 Denso
- 2 Abierto
- 3 Disperso
- 4 Bajo o matorral
- 5 Alto

7. CUERPOS DE AGUA

- 71 Lagos
- 72 Lagunas
- 73 Rios
- 74 Tierras Inundables

8. PANTANOS Y CIENAGAS**9. TIERRAS IMPRODUCTIVAS**

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'TAUNG' : Sistema Taungya Maíz-Frijol-Eucaliptus camald.
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'AsGra' : Asunción Grande

Land Quality Values

- 'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
- 'Cca' (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
- 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
- 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
- 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
- 'RePro' (Recursos para la Producción) : 3 (Limitados) [1-5]
- 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
- 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
- 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 2 (Leve) [1-5]

Physical Suitability Class : 4CLaS [1-5]

Gross Margin : Q2,241.96 / Ha.-Year (Q5,129.90 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q2,815.11 / Ha. (Q13,525.61 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.26

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2,457.50 | 2,708.45 | -250.95 | 2,082.62 | 2,708.45 | -625.83 |
| 2 | 2,457.50 | 2,708.45 | -250.95 | 1,764.92 | 2,295.30 | -530.38 |
| 3 | 2,457.50 | 3,705.62 | -1,248.12 | 1,495.70 | 2,661.32 | -1,165.62 |
| 4 | 2,457.50 | 2,708.45 | -250.95 | 1,267.54 | 1,648.44 | -380.90 |
| 5 | 15,819.50 | 2,708.45 | 13,111.05 | 6,914.83 | 1,396.99 | 5,517.84 |
| Total | | | | 13,525.61 | 10,710.50 | 2,815.11 |

Output Yields, per crop

- 'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .75 ; Absolute: 525 Kg.
- 'GraMa' (Grano de Maíz) : Proportional: .75 ; Absolute: 937.5 Kg.
- 'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
- 'Lña' (Leña) : Proportional: .8 ; Absolute: 16 m3
- 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
- 'RastMa' (Rastrojo de Maíz) : Proportional: .85 ; Absolute: 2125 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucaliptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'AsGra' : Asunción Grande

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 3 (Moderado) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSel' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 3 (Moderado) [1-5]

Physical Suitability Class : 2DiNu [1-5]

Gross Margin : Q2,268.97 / Ha.-Year (Q3,012.65 - Q743.68)
 Net Present Value : Q3,752.77 / Ha. (Q6,584.26 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.32

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 15,063.25 | 1,605.33 | 13,457.92 | 6,584.26 | 828.01 | 5,756.25 |
| Total | | | | 6,584.26 | 2,831.49 | 3,752.77 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: .8 ; Absolute: 1280 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .95 ; Absolute: 19.665 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: .8 ; Absolute: 2560 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation ERNESTO : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type CULTAS : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit AsGra : Asunción Grande

Land Quality Values

CLaS (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 Cca (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 CoEn (Condición de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
 DiHu (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 DiNu (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 ReNu (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 ReOx (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 RePro (Recursos para la Producción) : 3 (Limitado) [1-5]
 RiEro (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
 RiPl (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
 RiSeL (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 2 (Leve) [1-5]

Physical Suitability Class : 4CLaS/DiNu [1-5]

Gross Margin : Q1,024.13 / Ha.-Year (Q3,226.53 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q1,232.20 / Ha. (Q6,882.75 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.21

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 3,165.55 | 2,202.39 | 963.16 | 2,682.67 | 2,202.39 | 480.28 |
| 2 | 3,165.55 | 2,202.39 | 963.16 | 2,273.44 | 1,866.43 | 407.01 |
| 3 | 3,165.55 | 2,202.39 | 963.16 | 1,926.64 | 1,581.72 | 344.92 |
| Total | | | | 6,882.75 | 5,650.55 | 1,232.20 |

Output Yields, per crop

GraFri (Grano de Frijol) : Proportional: .75 ; Absolute: 570.48 Kg.
 GraMa (Grano de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 1237.9875 Kg.
 GraSor (Grano de Sorgo) : Proportional: .76 ; Absolute: 950.8208 Kg.
 RastMS (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .9 ; Absolute: 3658.32 Kgs

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation ERNESTO : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'TAUNG' : Sistema Taungya Maiz-Frijol-Eucaliptus camald.
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Cong' : Conguaco

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 3 (Marg. Restring.) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 2 (Mod. Limitada) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 4 (Alto) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 3 (Moderado) [1-5]

Physical Suitability Class : 3/CLaS [1-5]

Gross Margin : Q2,241.96 / Ha.-Year (Q5,129.90 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q2,815.11 / Ha. (Q13,525.61 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.26

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2,457.50 | 2,708.45 | -250.95 | 2,082.62 | 2,708.45 | -625.83 |
| 2 | 2,457.50 | 2,708.45 | -250.95 | 1,764.92 | 2,295.30 | -530.38 |
| 3 | 2,457.50 | 3,705.62 | -1,248.12 | 1,495.70 | 2,661.32 | -1,165.62 |
| 4 | 2,457.50 | 2,708.45 | -250.95 | 1,267.54 | 1,648.44 | -380.90 |
| 5 | 15,819.50 | 2,708.45 | 13,111.05 | 6,914.83 | 1,396.99 | 5,517.84 |
| Total | | | | 13,525.61 | 10,710.50 | 2,815.11 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .75 ; Absolute: 525 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 937.5 Kg.
 'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .8 ; Absolute: 16 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
 'RastMa' (Rastrojo de Maiz) : Proportional: .85 ; Absolute: 2125 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucaliptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Cong' : Conguaco

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 2 (Mod. Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 3 (Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 3 (Limitado) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 1 (Muy Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 2DiNu [1-5]

Gross Margin : Q2,796.97 / Ha.-Year (Q3,540.65 - Q743.68)
 Net Present Value : Q4,906.75 / Ha. (Q7,738.24 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.73

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 17,703.25 | 1,605.33 | 16,097.92 | 7,738.24 | 828.01 | 6,910.23 |
| Total | | | | 7,738.24 | 2,831.49 | 4,906.75 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: .95 ; Absolute: 1520 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .95 ; Absolute: 19.665 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: .95 ; Absolute: 3040 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'CULTAS' : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Cong' : Conguaco

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 2 (Moderad. limitado) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Moderad Limitado) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 4 (Alto) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 3 (Moderado) [1-5]

Physical Suitability Class : 4CLaS/DiNu/RiEro [1-5]

Gross Margin : Q844.16 / Ha.-Year (Q3,046.55 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q840.88 / Ha. (Q6,491.43 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.14

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 1 | 2,985.58 | 2,202.39 | 783.19 | 2,530.14 | 2,202.39 | 327.75 |
| 2 | 2,985.58 | 2,202.39 | 783.19 | 2,144.18 | 1,866.43 | 277.75 |
| 3 | 2,985.58 | 2,202.39 | 783.19 | 1,817.11 | 1,581.72 | 235.39 |
| Total | | | | 6,491.43 | 5,650.55 | 840.88 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .7 ; Absolute: 532.448 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .7 ; Absolute: 1155.455 Kg.
 'GraSor' (Grano de Sorgo) : Proportional: .76 ; Absolute: 950.8208 Kg.
 'RastMS' (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .9 ; Absolute: 3658.32 Kgs

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation ERNESTO : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type TAUNG : Sistema Taungya Maiz-Frijol-Eucaliptus camald.
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit Hcn : Horcones

Land Quality Values

CLaS (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 Cca (Condición de caminos) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 CoEn (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 DiHu (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
 DiNu (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 ReNu (Retención de Nutrientes) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 ReOx (Requerimiento de Oxigeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 RePro (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 RiEro (Riesgo de Erosión) : 4 (Alto) [1-5]
 RiPl (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
 RiSeL (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4/CLaS [1-5]

Gross Margin : Q1,872.96 / Ha.-Year (Q4,760.90 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q1,670.58 / Ha. (Q12,381.08 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.15

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,778.37 | 2,708.45 | -930.08 |
| 2 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,507.09 | 2,295.30 | -788.21 |
| 3 | 2,098.50 | 3,705.62 | -1,607.12 | 1,277.20 | 2,661.32 | -1,384.12 |
| 4 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,082.37 | 1,648.44 | -566.07 |
| 5 | 15,410.50 | 2,708.45 | 12,702.05 | 6,736.05 | 1,396.99 | 5,339.06 |
| Total | | | | 12,381.08 | 10,710.50 | 1,670.58 |

Output Yields, per crop

GraFri (Grano de Frijol) : Proportional: .6 ; Absolute: 420 Kg.
 GraMa (Grano de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 937.5 Kg.
 Hcn (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
 Lña (Leña) : Proportional: .75 ; Absolute: 15 m3
 Pte (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
 RastMa (Rastrojo de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 1875 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucaliptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Hcn' : Horcones

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 3 (Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 4 (Muy Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 3 (Moderado) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 2 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 3DiHu [1-5]

Gross Margin : Q2,258.62 / Ha.-Year (Q3,002.30 - Q743.68)
 Net Present Value : Q3,730.15 / Ha. (Q6,561.64 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.31

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 15,011.50 | 1,605.33 | 13,406.17 | 6,561.64 | 828.01 | 5,733.63 |
| Total | | | | 6,561.64 | 2,831.49 | 3,730.15 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: .8 ; Absolute: 1280 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .9 ; Absolute: 18.63 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: .8 ; Absolute: 2560 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'CULTAS' : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit Hcn : Horcones

Land Quality Values

CLaS (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 Cca (Condición de caminos) : 2 (Mod. limitado) [1-5]
 CoEn (Condición de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
 DiHu (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
 DiNu (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 ReNu (Retención de Nutrientes) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 ReOx (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 RePro (Recursos para la Producción) : 2 (Moderad Limitado) [1-5]
 RiEro (Riesgo de Erosión) : 4 (Alto) [1-5]
 RiPl (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
 RiSeL (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4CLaS/DiHu/DiNu/RiEro/RiSeL [1-5]

Gross Margin : Q769.95 / Ha.-Year (Q2,972.35 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q694.26 / Ha. (Q6,344.81 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.12

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 1 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 2,472.99 | 2,202.39 | 270.60 |
| 2 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 2,095.75 | 1,866.43 | 229.32 |
| 3 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 1,776.07 | 1,581.72 | 194.35 |
| Total | | | | 6,344.81 | 5,650.55 | 694.26 |

Output Yields, per crop

GraFri (Grano de Frijol) : Proportional: .7 ; Absolute: 532.448 Kg.
 GraMa (Grano de Maiz) : Proportional: .7 ; Absolute: 1155.455 Kg.
 GraSor (Grano de Sorgo) : Proportional: .65 ; Absolute: 813.202 Kg.
 RastMS (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .8 ; Absolute: 3251.84 Kgs

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'TAUNG' : Sistema Taungya Maiz-Frijol-Eucaliptus camald.
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Jalp' : Jalpatagua

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 1 (Sin Restricción) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 3 (Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 1 (Nulo) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 2 (Leve) [1-5]

Physical Suitability Class : 3RePro/RiPl [1-5]

Gross Margin : Q2,565.46 / Ha.-Year (Q5,453.40 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q3,817.32 / Ha. (Q14,527.82 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.35

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|--------------|-----------|----------|-----------|------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 2,771.00 | 2,708.45 | 62.55 | 2,348.29 | 2,708.45 | -360.16 |
| 2 | 2,771.00 | 2,708.45 | 62.55 | 1,990.07 | 2,295.30 | -305.23 |
| 3 | 2,771.00 | 3,705.62 | -934.62 | 1,686.50 | 2,661.32 | -974.82 |
| 4 | 2,771.00 | 2,708.45 | 62.55 | 1,429.24 | 1,648.44 | -219.20 |
| 5 | 16,183.00 | 2,708.45 | 13,474.55 | 7,073.72 | 1,396.99 | 5,676.73 |
| Total | | | | 14,527.82 | 10,710.50 | 3,817.32 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .85 ; Absolute: 595 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .85 ; Absolute: 1062.5 Kg.
 'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .85 ; Absolute: 17 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
 'RastMa' (Rastrojo de Maiz) : Proportional: .85 ; Absolute: 2125 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucaliptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Jalp' : Jalpatagua

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 1 (Sin Restricción) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 3 (Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 1 (Nulo) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 3 (Moderado) [1-5]

Physical Suitability Class : 3DiNu [1-5]

Gross Margin : Q2,952.27 / Ha.-Year (Q3,695.95 - Q743.68)
 Net Present Value : Q5,246.16 / Ha. (Q8,077.65 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.85

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|--------------|-----------|----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 18,479.75 | 1,605.33 | 16,874.42 | 8,077.65 | 828.01 | 7,249.64 |
| Total | | | | 8,077.65 | 2,831.49 | 5,246.16 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1600 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .85 ; Absolute: 17.595 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 3200 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'CULTAS' : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Jalp' : Jalpatagua

Land Quality Values

- 'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 1 (Sin restricci3n) [1-5]
- 'Cca' (Condici3n de caminos) : 1 (Sin Limitaci3n) [1-5]
- 'CoEn' (Condici3n de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
- 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
- 'ReNu' (Retenci3n de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 1 (Sin Limitaci3n) [1-5]
- 'RePro' (Recursos para la Producci3n) : 3 (Limitado) [1-5]
- 'RiEro' (Riesgo de Erosi3n) : 1 (Nulo) [1-5]
- 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
- 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 2 (Leve) [1-5]

Physical Suitability Class : 3DiHu/RePro/RiPl [1-5]

Gross Margin : Q1,469.91 / Ha.-Year (Q3,672.31 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q2,201.44 / Ha. (Q7,851.99 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.38

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 3,611.33 | 2,202.39 | 1,408.94 | 3,060.44 | 2,202.39 | 858.05 |
| 2 | 3,611.33 | 2,202.39 | 1,408.94 | 2,593.59 | 1,866.43 | 727.16 |
| 3 | 3,611.33 | 2,202.39 | 1,408.94 | 2,197.96 | 1,581.72 | 616.24 |
| Total | | | | 7,851.99 | 5,650.55 | 2,201.44 |

Output Yields, per crop

- 'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .85 ; Absolute: 646.544 Kg.
- 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .85 ; Absolute: 1403.0525 Kg.
- 'GraSor' (Grano de Sorgo) : Proportional: .9 ; Absolute: 1125.972 Kg.
- 'RastMS' (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .9 ; Absolute: 3658.32 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'TAUNG' : Sistema Taungya Maíz-Frijol-Eucaliptus camald
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'LLaj' : Las Lajas

Land Quality Values

- 'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
- 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
- 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
- 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
- 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
- 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 2 (Mod. Limitada) [1-5]
- 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
- 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
- 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
- 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4/CLaS [1-5]

Gross Margin : Q1,872.96 / Ha.-Year (Q4,760.90 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q1,670.58 / Ha. (Q12,381.08 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.15

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|--------------|-----------|----------|-----------|------------------|------------------|-----------------|
| 1 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,778.37 | 2,708.45 | -930.08 |
| 2 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,507.09 | 2,295.30 | -788.21 |
| 3 | 2,098.50 | 3,705.62 | -1,607.12 | 1,277.20 | 2,661.32 | -1,384.12 |
| 4 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,082.37 | 1,648.44 | -566.07 |
| 5 | 15,410.50 | 2,708.45 | 12,702.05 | 6,736.05 | 1,396.99 | 5,339.06 |
| Total | | | | 12,381.08 | 10,710.50 | 1,670.58 |

Output Yields, per crop

- 'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .6 ; Absolute: 420 Kg.
- 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 937.5 Kg.
- 'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
- 'Lña' (Leña) : Proportional: .75 ; Absolute: 15 m3
- 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
- 'RastMa' (Rastrojo de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 1875 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

 Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucaliptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'LLaj' : Las Lajas

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 3 (Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 3 (Limitado) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 3 (Moderado) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 2 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4DiNu [1-5]

Gross Margin : Q2,237.92 / Ha.-Year (Q2,981.60 - Q743.68)
 Net Present Value : Q3,684.91 / Ha. (Q6,516.40 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.3

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|--------------|-----------|----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 14,908.00 | 1,605.33 | 13,302.67 | 6,516.40 | 828.01 | 5,688.39 |
| Total | | | | 6,516.40 | 2,831.49 | 3,684.91 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: .8 ; Absolute: 1280 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .8 ; Absolute: 16.56 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: .8 ; Absolute: 2560 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'CULTAS' : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'LLaj' : Las Lajas

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 2 (Moderad. limitado) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Moderad Limitado) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 3 (Moderado) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4CLaS/DiHu/DiNu/RiSeL [1-5]

Gross Margin : Q769.95 / Ha.-Year (Q2,972.35 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q694.26 / Ha. (Q6,344.81 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.12

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 1 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 2,472.99 | 2,202.39 | 270.60 |
| 2 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 2,095.75 | 1,866.43 | 229.32 |
| 3 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 1,776.07 | 1,581.72 | 194.35 |
| Total | | | | 6,344.81 | 5,650.55 | 694.26 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .7 ; Absolute: 532.448 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .7 ; Absolute: 1155.455 Kg.
 'GraSor' (Grano de Sorgo) : Proportional: .65 ; Absolute: 813.202 Kg.
 'RastMS' (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .8 ; Absolute: 3251.84 Kgs

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'TAUNG' : Sistema Taungya Maiz-Frijol-Eucaliptus camald.
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Qbr' : Las Quebradas

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 2 (Mod. Limitada) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 4 (Alto) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSel' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4/CLaS [1-5]

Gross Margin : Q1,872.96 / Ha.-Year (Q4,760.90 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q1,670.58 / Ha. (Q12,381.08 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.15

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,778.37 | 2,708.45 | -930.08 |
| 2 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,507.09 | 2,295.30 | -788.21 |
| 3 | 2,098.50 | 3,705.62 | -1,607.12 | 1,277.20 | 2,661.32 | -1,384.12 |
| 4 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,082.37 | 1,648.44 | -566.07 |
| 5 | 15,410.50 | 2,708.45 | 12,702.05 | 6,736.05 | 1,396.99 | 5,339.06 |
| Total | | | | 12,381.08 | 10,710.50 | 1,670.58 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .6 ; Absolute: 420 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 937.5 Kg.
 'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .75 ; Absolute: 15 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
 'RastMa' (Rastrojo de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 1875 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucalyptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Qbr' : Las Quebradas

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 3 (Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 3 (Limitado) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 3 (Moderado) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 2 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 3DiHu/DiNu [1-5]

Gross Margin : Q2,248.27 / Ha.-Year (Q2,991.95 - Q743.68)
 Net Present Value : Q3,707.53 / Ha. (Q6,539.02 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.3

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|--------------|-----------|----------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 14,959.75 | 1,605.33 | 13,354.42 | 6,539.02 | 828.01 | 5,711.01 |
| Total | | | | 6,539.02 | 2,831.49 | 3,707.53 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: .8 ; Absolute: 1280 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .85 ; Absolute: 17.595 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: .8 ; Absolute: 2560 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

 Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'CULTAS' : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Qbr' : Las Quebradas

Land Quality Values

- 'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
- 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. limitado) [1-5]
- 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
- 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
- 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 4 (Limitada) [1-5]
- 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
- 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 2 (Moderad. limitad) [1-5]
- 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Moderad Limitado) [1-5]
- 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 4 (Alto) [1-5]
- 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
- 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4CLaS/DiHu/DiNu/RiEro/RiSeL [1-5]

Gross Margin : Q769.95 / Ha.-Year (Q2,972.35 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q694.26 / Ha. (Q6,344.81 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.12

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|
| 1 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 2,472.99 | 2,202.39 | 270.60 |
| 2 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 2,095.75 | 1,866.43 | 229.32 |
| 3 | 2,918.14 | 2,202.39 | 715.75 | 1,776.07 | 1,581.72 | 194.35 |
| Total | | | | 6,344.81 | 5,650.55 | 694.26 |

Output Yields, per crop

- 'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .7 ; Absolute: 532.448 Kg.
- 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .7 ; Absolute: 1155.455 Kg.
- 'GraSor' (Grano de Sorgo) : Proportional: .65 ; Absolute: 813.202 Kg.
- 'RastMS' (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .8 ; Absolute: 3251.84 K

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'TAUNG' : Sistema Taungya Maíz-Frijol-Eucaliptus camald.
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Qza' : Quezada

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 3 (Marg. Restring.) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 2 (Leve) [1-5]

Physical Suitability Class : 3CLa5 [1-5]

Gross Margin : Q2,524.21 / Ha.-Year (Q5,412.15 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q3,688.34 / Ha. (Q14,398.84 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.34

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 1 | 2,729.75 | 2,708.45 | 21.30 | 2,313.34 | 2,708.45 | -395.11 |
| 2 | 2,729.75 | 2,708.45 | 21.30 | 1,960.45 | 2,295.30 | -334.85 |
| 3 | 2,729.75 | 3,705.62 | -975.87 | 1,661.39 | 2,661.32 | -999.93 |
| 4 | 2,729.75 | 2,708.45 | 21.30 | 1,407.97 | 1,648.44 | -240.47 |
| 5 | 16,141.75 | 2,708.45 | 13,433.30 | 7,055.69 | 1,396.99 | 5,658.70 |
| Total | | | | 14,398.84 | 10,710.50 | 3,688.34 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .85 ; Absolute: 595 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .8 ; Absolute: 1000 Kg.
 'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .85 ; Absolute: 17 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
 'RastMa' (Rastrojo de Maiz) : Proportional: .85 ; Absolute: 2125 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucaliptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Qza' : Quezada

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 3 (Marg.Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 1 (Sin Limitaciones) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 4 (Muy Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 1 (Nulo) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 3 (Moderado) [1-5]

Physical Suitability Class : 2DiNu [1-5]

Gross Margin : Q2,610.62 / Ha.-Year (Q3,354.30 - Q743.68)
 Net Present Value : Q4,499.47 / Ha. (Q7,330.96 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.58

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 16,771.50 | 1,605.33 | 15,166.17 | 7,330.96 | 828.01 | 6,502.95 |
| Total | | | | 7,330.96 | 2,831.49 | 4,499.47 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: .9 ; Absolute: 1440 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .9 ; Absolute: 18.63 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: .9 ; Absolute: 2880 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'CULTAS' : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'Qza' : Quezada

Land Quality Values

- 'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 2 (Mod. restringido) [1-5]
- 'Cca' (Condición de caminos) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
- 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
- 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
- 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 1 (Sin Limitación) [1-5]
- 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Moderad Limitado) [1-5]
- 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
- 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
- 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 2 (Leve) [1-5]

Physical Suitability Class : 3DiHu/DiNu [1-5]

Gross Margin : Q1,228.63 / Ha.-Year (Q3,431.03 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q1,676.82 / Ha. (Q7,327.37 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.29

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 3,370.05 | 2,202.39 | 1,167.66 | 2,855.97 | 2,202.39 | 653.58 |
| 2 | 3,370.05 | 2,202.39 | 1,167.66 | 2,420.30 | 1,866.43 | 553.87 |
| 3 | 3,370.05 | 2,202.39 | 1,167.66 | 2,051.10 | 1,581.72 | 469.38 |
| Total | | | | 7,327.37 | 5,650.55 | 1,676.82 |

Output Yields, per crop

- 'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .8 ; Absolute: 608.512 Kg.
- 'GraMa' (Grano de Maíz) : Proportional: .8 ; Absolute: 1320.52 Kg.
- 'GraSor' (Grano de Sorgo) : Proportional: .8 ; Absolute: 1000.864 Kg.
- 'RastMS' (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .9 ; Absolute: 3658.32 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'TAUNG' : Sistema Taungya Maíz-Frijol-Eucaliptus camald.
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'SCri' : San Cristobal

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 3 (Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 2 (Mod. Limitada) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Mod. Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequia(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4/CLaS [1-5]

Gross Margin : Q1,872.96 / Ha.-Year (Q4,760.90 - Q2,887.94)
 Net Present Value : Q1,670.58 / Ha. (Q12,381.08 - Q10,710.50)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.15

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,778.37 | 2,708.45 | -930.08 |
| 2 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,507.09 | 2,295.30 | -788.21 |
| 3 | 2,098.50 | 3,705.62 | -1,607.12 | 1,277.20 | 2,661.32 | -1,384.12 |
| 4 | 2,098.50 | 2,708.45 | -609.95 | 1,082.37 | 1,648.44 | -566.07 |
| 5 | 15,410.50 | 2,708.45 | 12,702.05 | 6,736.05 | 1,396.99 | 5,339.06 |
| Total | | | | 12,381.08 | 10,710.50 | 1,670.58 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .6 ; Absolute: 420 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maíz) : Proportional: .75 ; Absolute: 937.5 Kg.
 'Hcn' (Horcones) : Proportional: 1 ; Absolute: 1142 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .75 ; Absolute: 15 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: 1 ; Absolute: 2284 Postes/ha
 'RastMa' (Rastrojo de Maiz) : Proportional: .75 ; Absolute: 1875 Kg.

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

 Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'PLANBOS' : Plantación Bosquete Eucaliptus camaldulensis
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'SCri' : San Cristobal

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 3 (Limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Moderad Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 1 (Muy Alta) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxigeno) : 3 (Limitado) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 4 (Muy Limitados) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 3 (Moderado) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSel' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 2 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 2DiNu [1-5]

Gross Margin : Q2,258.62 / Ha.-Year (Q3,002.30 - Q743.68)
 Net Present Value : Q3,730.15 / Ha. (Q6,561.64 - Q2,831.49)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 2.31

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|
| 1 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 | 0.00 | 1,180.57 | -1,180.57 |
| 2 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 320.74 | -320.74 |
| 3 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 271.82 | -271.82 |
| 4 | 0.00 | 378.48 | -378.48 | 0.00 | 230.35 | -230.35 |
| 5 | 15,011.50 | 1,605.33 | 13,406.17 | 6,561.64 | 828.01 | 5,733.63 |
| Total | | | | 6,561.64 | 2,831.49 | 3,730.15 |

Output Yields, per crop

'Hcn' (Horcones) : Proportional: .8 ; Absolute: 1280 Horcon/ha
 'Lña' (Leña) : Proportional: .9 ; Absolute: 18.63 m3
 'Pte' (Postes) : Proportional: .8 ; Absolute: 2560 Postes/ha

ERNESTO (EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA)
 Land Evaluation Results

Evaluation 'ERNESTO' : EVALUACION TIERRAS TROPICO SECO, GUATEMALA
 Land Utilization Type 'CULTAS' : Cultivos Asociados Maiz-Frijol-Sorgo
 Discount Rate: 18 %
 Land Mapping Unit 'SCri' : San Cristobal

Land Quality Values

'CLaS' (Capacidad Laboreo del Suelo) : 4 (Restringido) [1-5]
 'Cca' (Condición de caminos) : 2 (Mod. limitado) [1-5]
 'CoEn' (Condición de Enraizamiento) : 2 (Mod. Limitado) [1-5]
 'DiHu' (Disponibilidad de Humedad) : 4 (Limitada) [1-5]
 'DiNu' (Disponibilidad de Nutrientes) : 3 (Moderada) [1-5]
 'ReNu' (Retención de Nutrientes) : 2 (Alta) [1-5]
 'ReOx' (Requerimiento de Oxígeno) : 2 (Moderad. limitad) [1-5]
 'RePro' (Recursos para la Producción) : 2 (Moderad Limitado) [1-5]
 'RiEro' (Riesgo de Erosión) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiPl' (Riesgo de Plagas) : 2 (Leve) [1-5]
 'RiSeL' (Riesgo Sequía(Epoca de lluvia)) : 4 (Alto) [1-5]

Physical Suitability Class : 4CLaS/DiHu/RiSeL [1-5]

Gross Margin : Q1,160.55 / Ha.-Year (Q3,362.95 - Q2,202.40)
 Net Present Value : Q1,543.53 / Ha. (Q7,194.08 - Q5,650.55)
 Benefit/Cost Ratio (NPV) : 1.27

Cash Flow by Year [Q/Ha.]

| Year | Cash In | Cash Out | Cash Net | PV In | PV Out | Net PV |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 3,308.75 | 2,202.39 | 1,106.36 | 2,804.02 | 2,202.39 | 601.63 |
| 2 | 3,308.75 | 2,202.39 | 1,106.36 | 2,376.27 | 1,866.43 | 509.84 |
| 3 | 3,308.75 | 2,202.39 | 1,106.36 | 2,013.79 | 1,581.72 | 432.07 |
| Total | | | | 7,194.08 | 5,650.55 | 1,543.53 |

Output Yields, per crop

'GraFri' (Grano de Frijol) : Proportional: .8 ; Absolute: 608.512 Kg.
 'GraMa' (Grano de Maiz) : Proportional: .8 ; Absolute: 1320.52 Kg.
 'GraSor' (Grano de Sorgo) : Proportional: .7 ; Absolute: 875.756 Kg.
 'RastMS' (Rastrojo de Maiz-Sorgo) : Proportional: .8 ; Absolute: 3251.84 Kgs