

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES
Y CONSERVACION BIOLOGICA

IDENTIFICACION DE AREAS APTAS
PARA AGRICULTURA DE REGADIO
EN EL VALLE DE EL ZAMORANO, HONDURAS

Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura

Por

Bolívar Canelos González

Honduras, 4 de agosto de 1997

0644

10614
Nov. 12/97
[Signature]

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.



Bolívar Canelos González

Honduras, 4 de agosto de 1997

DEDICATORIA

A mis queridos Padres Fanny y Fabián

y

a Cristina ... la Ladrona de mi Corazón

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la Madre Dolorosa, por haberme guiado siempre.

A mis Padres y hermanas, María Elena y Fanny Leonor, por su inmenso cariño, apoyo y confianza, que fueron alicientes para seguir adelante cada día.

A Cris, por su apoyo incondicional y por haber compartido todos estos años de mi vida.

A mi Alma Mater, por esta ardua jornada que está dando sus frutos.

A mis hermanos zamoranos Lenin, James y Jorge, y a todos los buenos amigos con los que hemos compartido estos años y que me han dado su apoyo, en especial Martín, Gabriela, Reynaldo, Mirko, Rolando, Julio, Jorge, Iván y todos los que no estén en estas líneas pero que siempre los llevo muy presentes conmigo.

A la Familia Larrea Naranjo, por su valiosa amistad y apoyo.

A mis Asesores Luis, Dr. Paz, al Arquitecto Aguilar por su confianza y en especial a Don Pablo Quintana, por haber sido un amigo.

A Don Armando Medina, gracias por todo su tiempo.

Al Dr. Pilz, Silvia y el Dr. Kammerbauer, por su confianza y ayuda en este último año.

A la gente del Proyecto Unir Zamorano en especial a Reyner Maradiaga, por su valiosa colaboración en este trabajo.

A la Dra. Margott de Andrews por todo su tiempo y a Hilda por su paciencia.

A todas las personas que de una u otra forma me ayudaron a alcanzar esta meta.

A todos de corazón, GRACIAS!

RESUMEN

La seguridad alimentaria y la cantidad de ingresos de los productores agrícolas, están determinados en parte por la productividad que puedan obtener de sus tierras. El riego es uno de los insumos que más influyen en la productividad, sin embargo no todas las tierras son factibles de regar, por esta razón es necesario determinar que tierras o zonas van a responder adecuadamente a este insumo. El valle de El Zamorano, ubicado en la zona Sur-Oriental de Honduras, tiene 3748 hectáreas en sus partes planas y no cuenta con una infraestructura común de riego, ni se han realizado estudios para determinar la factibilidad de su desarrollo. El objetivo principal del presente estudio fué el de generar información que permita conocer los potenciales productivos de los recursos agua y suelo en el valle de El Zamorano, esto se logró mediante; la identificación de las unidades de tierra del valle que sean aptas para regadío; la determinación de su aptitud para distintos sistemas de producción agrícola bajo riego; y la evaluación de las principales fuentes de agua superficial con que cuenta el valle (Quebrada de Santa Inés y Río Leotuna). La metodología que guió el trabajo es la que la FAO planteó en 1990 para la Evaluación de Tierras para Agricultura en Regadío. El estudio determinó que el valle cuenta con 2477 hectáreas aptas para ser regadas, cuya demanda de agua puede ser satisfecha si se almacena el exceso de agua de las fuentes evaluadas producido en la época lluviosa.

CONTENIDO

	Pág.
Portadilla	i
Derechos de autor	ii
Página de firmas	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Resumen	vi
Contenido	vii
Índice de cuadros	ix
Índice de figuras	x
Índice de anexos	xi
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Estado actual del riego en Honduras y en el Valle de El Zamorano	3
2.2. Relación entre la Evaluación de Tierras y el Manejo del Uso de Tierras..	4
2.3. Factores físicos considerados en la Evaluación de Tierras.	5
2.3.1 Clima.	5
2.3.2 Suelo.	6
2.3.3 Topografía.	7
2.3.4 Drenaje.	7
2.4 Metodologías usadas para la Evaluación de Tierras para regadío	7
III. MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Breve descripción del área de estudio	10
3.2 Información utilizada	10
3.2.1 Información primaria	12
3.2.2 Información secundaria	12
3.3. Descripción de la metodología usada.	13
3.4. Detalle de los pasos seguidos para la identificación de tierras provisionalmente regables	13

	Pág.
3.4.1. Identificación de los Tipos de Utilización de Tierra	14
3.4.2. Desarrollo de las especificaciones de clases de aptitud de la tierra	17
3.4.3. Determinación de Unidades de Tierra	17
3.4.4. Clasificación de tierras provisionalmente regables	18
3.5. Análisis de la información.	18
3.5.1. Censo	18
3.5.2. Balance hídrico en el valle.	18
3.5.3. Evaluación de las principales fuentes de agua superficial del valle.	19
3.5.4. Cálculo de la oferta y demanda de agua para las tierras provisionalmente regables.	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Estado actual del riego en el valle de El Zamorano.	20
4.2. Balance hídrico del valle.	24
4.3. Evaluación de las principales fuentes de agua superficial del valle.	25
4.3.1. Cantidad y distribución de agua superficial (quebrada de Santa Inés y Río Leotuna).	25
4.3.2. Calidad de agua superficial (quebrada de Santa Inés y Río Leotuna).	27
4.4. Identificación de Unidades de Tierra provisionalmente regables	28
4.5. Cálculo de la oferta y demanda de agua para las tierras provisionalmente regables.	31
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VI. BIBLIOGRAFIA	34
ANEXOS	37

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.		Pág.
1.	Resumen de distintas metodologías para la evaluación de tierras de regadío usadas entre 1946 y 1961.....	8
2.	Explicación de los niveles de aptitud de tierra.....	14
3.	Distribuciones de los productores que utilizan algún sistema de riego, según el tamaño de finca en el valle de El Zamorano.	22
4.	Fuentes de agua utilizadas, según el censo de agricultores que utilizan riego.	23
5.	Balance Hídrico en el valle de El Zamorano, tomando en cuenta precipitación efectiva y evapotranspiración potencial.	24
6.	Datos de los caudales medidos en la quebrada de Santa Inés y río Leonina.	26
7.	Promedios de los principales parámetros usados para determinar calidad de agua. para fines de riego	28
8.	Resumen de los resultados de aptitud de unidades de tierra para los distintos tipos de uso de tierra propuestos en el valle de El Zamorano, Honduras	29
9.	Oferta y demanda de agua en el valle de El Zamorano.	30

INDICE DE FIGURAS

Figura No.		Pág.
1	Mapa del valle de El Zamorano	11
2	Esquema general de la metodología usada por la FAO en la identificación de tierras aptas para regadío.	13
3-	Distribución porcentual de las hectáreas de tierra dedicada a los diferentes tipos de cultivo bajo riego en el valle de El Zamorano.....	23
4.	Período vegetativo en el valle de El Zamorano	25
5.	Gráfica de la distribución y cantidad de caudal de la Quebrada de Santa Inés y río Leotuna, medidas en lt/seg.	26
6.	Mapa de las Unidades de Tierra clasificadas como provisionalmente regables según, expresando el máximo nivel de aptitud para un TUT cualquiera	29

INDICE DE ANEXOS

Anexo No.		Pág.
1.	Formato para toma de datos de medición de caudal	38
2.	Formato utilizado en el censo de productores que utilizan riego en el valle de El Zamorano	39
3.	Datos climatológicos del valle de El Zamorano	40
4.	Detalle de las especificaciones de las clases de aptitud de tierra para los TUT propuestos	41
5.	Características de las Unidades de Tierra	43
6.	Datos del censo de productores que utilizan riego en el valle de El Zamorano	44
7.	Cálculos de la evapotranspiración potencial y de la lluvia efectiva	45
8.	Resultados de las pruebas F y separaciones de medias	46
9.	Resultados del análisis de agua para riego, realizado en el Laboratorio de suelos de la E.A.P.	47
10.	Matriz con los resultados de la identificación de Unidades de Tierra	58
11.	Ubicación de las diferentes Unidades de Tierra, con sus niveles de aptitud para cada TUT	60

L INTRODUCCION

La seguridad alimentaria y cantidad de ingresos de los productores agrícolas, están determinados en parte por la productividad que puedan obtener de sus tierras. Uno de los principales factores que determinan la productividad de las tierras es la disponibilidad de agua. Así, si comparamos la productividad de un área bajo manejo similar, con y sin disponibilidad de agua, notaremos que la productividad es muy inferior en los lugares donde no se cuenta con suficiente agua distribuida normalmente a lo largo del año, para poder obtener una producción continua. Sin embargo no todas las tierras o parcelas son factibles de regar, por esta razón y para no desperdiciar recursos en tierras que no van a responder adecuadamente a este insumo, es necesario determinar que tierras o zonas son factibles de regar (FAO 1990).

El valle de El Zamorano ubicado en la zona Sur-Oriental de Honduras, no cuenta actualmente con una infraestructura común de riego, ni se han realizado estudios específicos que permitan determinar la factibilidad para desarrollar un sistema de riego acorde a las necesidades de la zona. Aunque existen algunos estudios e información relacionados, pero que por sus objetivos no tienen el alcance necesario para solventar el problema. Por esta razón es de suma importancia estudiar los recursos agua y suelo del Valle para analizar sus posibles usos y poder explotarlos de una manera sostenible.

Este trabajo pretende contribuir a aumentar el conocimiento de la zona, proporcionando información que pueda servir para la planificación del desarrollo sostenible de la región de la cuenca del río Yeguaré. Así mismo puede ser de utilidad para instituciones públicas y privadas involucradas en el desarrollo de la Región, especialmente para el Proyecto Unir que constituye la etapa inicial del Programa de Desarrollo de la Región del Yeguaré, el cual es promovido por Zamorano.

La investigación se llevó a cabo en el valle de El Zamorano y en la Escuela Agrícola Panamericana, desde diciembre de 1996 a agosto de 1997. La metodología que guió el trabajo fue la que la FAO planteó para la evaluación de tierras para agricultura en regadío en su publicación de 1990. Esta es una metodología que involucra varias disciplinas, que sirve como base para el aprovechamiento de los recursos tierra y agua, y para el desarrollo de sistemas de riego.

Para el desarrollo del presente trabajo, se utilizó como base el Estudio de Suelos a Semidetalle del valle de El Zamorano, ejecutado por la Secretaría de Planificación en 1989, el cual no abarca todas las tierra del valle, pero si la gran mayoría. Constituyendo

esto en una de las principales limitantes del estudio. Además solo se llega a un nivel de clasificación provisional de tierras, ya que para una clasificación definitiva es necesario emprender estudios económicos, los cuales no se realizaron en este estudio.

El objetivo principal del presente estudio fué generar información que permita conocer los potenciales productivos de los recursos agua y suelo en el valle de El Zamorano. Para lograr esto se plantearon los siguientes objetivos específicos:

Identificar las unidades de tierra del valle de El Zamorano que sean factibles de regar.

Determinar para cada unidad de tierra existente, la aptitud para distintos sistemas de producción agrícola bajo riego.

Evaluar fuentes potenciales de agua superficial para suministrar agua de riego en el valle.

Proporcionar información base para determinar si es factible o no impulsar un programa de desarrollo de un sistema de riego para el valle. Aproximar la cantidad de agua necesaria a almacenar.

II. REVISION DE LITERATURA

El riego ha jugado un papel importante en el desarrollo de la civilización, ya que desde hace varios siglos permitió el establecimiento en sitios permanentes de residencia en zonas áridas y semiáridas, dejando a un lado la actividad nómada. En la actualidad, la agricultura bajo riego permite que las civilizaciones sean menos dependientes de los caprichos del clima asegurando así, la producción de alimento y fibra necesarios para mantenerse (Corven y Robinson, 1983).

Actualmente los países de América Latina enfrentan el reto de alimentar a sus crecientes poblaciones. En cuanto al aspecto técnico se refiere, el aumento de la producción y de la productividad en las tierras, constituyen un elemento importante para el cumplimiento de dicha meta. Es por esto que el Programa de Seguridad Alimentaria del Itsmo Centroamericano acordó que el riego es, entre otros, insumo estratégico de los proyectos de acción, tanto a nivel regional como sectorial. (P.S.A., 1990).

La práctica de agricultura bajo riego tiene varias ventajas comparándola contra una agricultura que depende completamente de las lluvias, siendo básicamente que las áreas regadas: producen mayores rendimientos por hectárea, siempre y cuando el resto del manejo agronómico sea adecuado; permiten el uso permanente de la tierra; las fluctuaciones anuales de los rendimientos se reducen; como los cultivos no son estacionales, hay mayor demanda de mano de obra y; el valor de la tierra aumenta porque se utilizan terrenos que de otra manera no podrían ser aprovechados. (H. Ruthenberg 1971, citado por Breuer y Netzband, 1980). Sin embargo, el uso inadecuado del riego puede tener efectos negativos al alterar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, así como cambios en las aguas superficiales y subterráneas, impactos socioeconómicos, en salud pública y efectos sobre flora y fauna (Millar, 1993). Por esto es importante que los técnicos encargados del desarrollo de áreas para ser regadas realicen el proceso de selección de tierras y de manejo de las mismas de la mejor manera, para evitar los efectos negativos y así alcanzar o asegurar los positivos.

2.1 ESTADO ACTUAL DEL RIEGO EN HONDURAS Y EN EL VALLE DEL ZAMORANO

El riego, como práctica cultural, en Centro América se viene realizando desde el presente siglo y en Honduras desde que se establecieron las grandes plantaciones comerciales de

banano y caña de azúcar. A partir de los años 50 se formaron los primeros distritos de riego de Flores y Selguapa en el Valle de Comayagua, iniciándose un gran esfuerzo por promover el desarrollo de proyectos de riego a nivel Nacional. Este esfuerzo empezó con una etapa de reconocimiento a gran escala de los sectores con potenciales de riego, y la realización y recopilación de diversos estudios de suelo, clima, etc que sirvieron para definir planes de acción. (Pagoada, 1980, Dirección Nacional de Recursos Hídricos, 1989)

Según estudios de la Dirección Nacional de Recursos Hídricos, actualmente Honduras cuenta con más de 11 millones de hectáreas totales, de las cuales 2.8 millones son aptas para la agricultura, de estas un millón están clasificadas como valles y se ha estimado que un 40% de los mismos son regables, es decir Honduras cuenta con 400,000 hectáreas que tienen el potencial para ser regadas. En base al Estudio de Pagoada, 1980, se estima que actualmente existen 62,000 hectáreas bajo riego, lo cual indica que falta por desarrollar el 84% de tierras potencialmente regables. De los estudios realizados a 1989, la Dirección Nacional de Recursos Hídricos definió 19 áreas que; por contar con estudios a semidetalle tienen prioridad para el desarrollo de proyectos de riego en el corto plazo, estas áreas representan casi 83,000 hectáreas (21% de las tierras potencialmente regables) dentro de las cuales se encuentra la del río Choluteca, con algunos de sus valles, sin embargo a la fecha no hay ningún estudio del potencial de riego en el valle de El Zamorano.

2.2 RELACIÓN ENTRE LA EVALUACIÓN DE TIERRAS Y EL MANEJO DEL USO DE TIERRAS

El elevado ritmo del crecimiento poblacional durante los últimas décadas, ha provocado una sobre explotación de los recursos existentes, debido a esto en los últimos años se han dedicado grandes esfuerzos para lograr un uso adecuado de los mismos, en especial del recurso tierra.

Uno de los frutos de estos esfuerzos es el enfoque del Manejo del Uso de la Tierra, que Richters, 1995 la define como la actividad estatal cuya meta es la determinación, el establecimiento y el mantenimiento de una combinación socioeconómicamente relevante de sistemas de usos variados de la tierra en el país, hasta llegar al potencial sostenible que debe tener la tierra en el lugar afectado. Esta tarea está relacionada con actividades de planificación, evaluación y monitoreo de los recursos disponibles.

La Evaluación de Tierras, como parte del proceso para el Manejo de Uso de Tierras, es la actividad que identifica los usos probables de tierra y los compara con el rendimiento estimado de su aplicación sostenible, por medio de la descripción e interpretación de aspectos socioeconómicos y físicos básicos como; clima, vegetación y suelos (Richters, 1995).

2.3 FACTORES FÍSICOS CONSIDERADOS EN LA EVALUACIÓN DE TIERRAS

Varios son los factores que diversos autores recomiendan considerar en la Evaluación de Tierras. El detalle y la cantidad de los mismos varían de acuerdo a la intensidad de reconocimiento del estudio, al lineamiento utilizado y a los objetivos planteados. Estos factores pueden ser clasificados en: Físicos, económicos y sociales, los cuales mantienen una interrelación que no permite sean considerados exclusivamente. (Maletic y Hutchings *in* Jensen *et. al.*, 1967). Sin embargo, de estos los que más van a influenciar las decisiones son los factores físicos, ya que estos limitan la habilidad de la tierra para producir y los límites de la producción están dados por clima, suelo, condiciones de la forma de tierra, el uso y el manejo aplicado a la tierra (FAO, 1991).

Por el motivo anteriormente expuesto, en esta sección se revisarán los factores físicos, detallando las características más importantes de cada uno.

2.3.1 Clima

El clima está determinado por una serie de elementos de entre los cuales los más importantes son: temperatura, radiación y precipitación.

Según Jensen *et. al.*, 1983, la temperatura es uno de los elementos climáticos que mayormente determina que cultivos pueden crecer. Hargreaves y Samani (s.f.) listan cinco grupos de cultivos que tienen sus rangos de temperaturas óptimas y operacionales, que en promedio varían desde 17.5 hasta 32.5 grados centígrados. Adicionalmente la temperatura influye en la respiración de las plantas que junto con la radiación y la evapotranspiración, determinan las necesidades de agua para los cultivos.

La precipitación en sus distintas formas es la fuente fundamental de toda el agua del suelo, aguas y reservorios subterráneos o flujos superficiales. La cantidad de precipitación influye sobre otros factores, de los que vale la pena resaltar la salinidad y sodicidad de los suelos, problemas que son comunes en áreas áridas y semiáridas¹, ya que el exceso de estos elementos no puede ser lavado del suelo. (Burgy *et. al.*, *In* Hagan *et. al.*, 1983).

2.3.2 Suelo

El suelo es el lugar donde generalmente se desarrollan la mayoría de plantas, en especial los cultivos. Este tiene características morfológicas, físicas, químicas y biológicas que varían indefinidamente a lo largo del terreno, definiendo áreas que van a responder indistintamente, al manejo que se les da. Varios autores coinciden en que se deben considerar las características que determinan el desarrollo de los cultivos y las que

¹ Burgy *et. al.*, 1983 consideran zona áridas y semiáridas, las que tienen una precipitación anual menor a 500 m.m.

permitan que se desarrolle una agricultura bajo riego permanente, pudiendo así enumerar una gran lista. Para tener una mejor idea de las características relevantes del suelo, se transcribe lo que la Oficina de Reclamación de Tierras de los Estados Unidos en su Manual de Clasificación de Tierras con Fines de Riego, considera como "condiciones generales de suelo requeridas para una agricultura de riego, permanente y rentable"

El suelo:

- Debe tener una capacidad de retención de agua aprovechable razonablemente alta;
- Debe ser rápidamente penetrable por el agua para permitir la aireación, el reabastecimiento del suelo con agua, el escape rápido del exceso de ésta y el lavado de sales solubles;
- Debe tener una tasa de infiltración suficientemente baja para prevenir la excesiva percolación y sequedad;
- Debe ser lo suficientemente profundo para permitir el desarrollo radicular necesario, para proveer espacio adecuado para la retención del agua y facilitar su drenaje;
- No debe presentar mayores inconvenientes a las operaciones culturales inmediatas;
- Debe estar libre de cantidades perjudiciales de sodio o "alcali negro";
- Debe estar libre de acumulaciones de sales perjudiciales, o si las contiene, deben ser fácilmente lavables;
- Debe tener una cantidad adecuada de suministro de nutrientes para el normal desarrollo de las plantas;
- Debe tener una favorable capacidad de intercambio de cationes, y estar libre de cantidades perjudiciales de elementos tóxicos; y
- Debe ser resistente a la erosión excesiva bajo prácticas de riego económicas.

Las características que determinan estas condiciones pueden ser medidas en el campo o en laboratorio y se resumen en las siguientes: distribución del tamaño de partículas, densidad aparente, porosidad, minerología de arcillas, área superficial, composición y concentración de la solución de suelo, capacidad de intercambio catiónico, cationes intercambiables, densidad de superficie de carga, reacción de suelo, "gypsum", carbonatos alcalinos y materia orgánica. (Maletic y Hutchings *in* Jensen *et. al.*, 1967).

2.3.3 Topografía

Dentro de este factor, se deben considerar la pendiente, el relieve, la cobertura vegetal, la posición, el tamaño y la forma de los terrenos (Oficina de Reclamación de Tierras, 1963). Estos factores influyen las necesidades y costos del desarrollo de tierras, diseño de los sistemas de distribución de agua, peligros de erosión, adaptabilidad de los cultivos, requerimientos de drenaje, prácticas del uso de agua y selección de los sistemas de riego (Maletic y Hutchings *in* Jensen *et. al.*, 1967).

2.3.4 Drenaje

El drenaje es otro factor importante ya que bajo el concepto de uso conservacionista, la tierra regable debe ser tierra drenable (Maletic y Hutchings *in* Jensen *et. al.*, 1967). El drenaje debe ser adecuado, es decir que permita la remoción del exceso de agua y sales de los suelos a una tasa que permita el normal desarrollo y el crecimiento óptimo de la planta. (Hargreaves y Samani s.f.)

Para poder apreciar las necesidades de drenaje, los criterios más útiles a considerar son entre otros: conductividad hidráulica del suelo, subsuelo y sustratos; la profundidad de las capas impermeables; la profundidad de la tabla de agua; y el tipo y localización de la salida de los desagües existentes (Oficina de Reclamación de Tierras, 1963).

2.4 METODOLOGÍAS USADAS PARA LA EVALUACIÓN DE TIERRAS PARA REGADÍO

Desde principio de siglo se plantearon varias metodologías descritas que han servido para identificar tierras aptas para ser regadas (Oficina de Reclamación de Tierras, 1963). Estas metodologías han sido aplicadas en varios lugares del mundo bajo una diversidad de factores físicos, económicos, sociales e institucionales (Cuadro I), que no permitieron sea práctica la especificación de un sistema rígido. Sin embargo, fué común el uso distintos estudios de clasificación de suelos como base y el reconocimiento de la importancia de integrar los factores físicos con otros como los económicos y los sociales (Maletic y Hutchings, 1967).

Los mismos autores mencionan que una de las metodologías mas usadas es la Clasificación de Factibilidad de Regadío, que se basa en el Estudio Estandarizado de Suelos propuesto por la Oficina de Reclamación de Suelos de los Estados Unidos. Esta metodología correlaciona factores físicos y económicos, tomando en cuenta características topográficas, de drenaje, de capacidad productiva, costos de producción y costos del desarrollo de tierra para un proyecto determinado. El resultado es la identificación y el mapeo de seis clases de tierra que tienen atributos físicos y económicos similares, los cuales afectan su aptitud para el riego.

Actualmente se conoce que las clasificaciones han demostrado tener una vigencia temporal limitada, por lo cual han ganado mayor importancia las evaluaciones de tierras (Ritchers, 1995). Un ejemplo de este enfoque lo constituye las Directivas que plantea la FAO para la Evaluación de Tierras para la agricultura en regadío, en esta metodología se comparan las características de cada Unidad de Tierra¹ existente en la zona de estudio contra las exigencias y limitaciones que puedan tener distintos Tipos de Uso de Tierra (TUT)² que hayan sido seleccionados, tomando en cuenta tanto factores físicos, químicos, económicos y sociales, para determinar posteriormente cuales unidades de tierra serán aptas para ser irrigadas y cuales no.

Cuadro 1.- Resumen de distintas metodologías para la evaluación de tierras de regadío usadas entre 1946 y 1961.

Autor y lugar en que se usó	Estudio preliminar.	Factores que se tomaron en cuenta	Forma de evaluación
Jacks, 1946.		Geográficos, económicos y sociales.	Determinación de la factibilidad de suplir agua para irrigación y selección de sistemas exitosos de cultivos.
Brower y Moss, 1950 . Canadá.		Perfil de suelo, deposición geológica, textura, erosión, topografía, entre los más importantes.	Sistema de calificación de suelos mediante la multiplicación de valores asignados a los factores tomados en cuenta.
Sain, 1951.		Económicos, sociales e institucionales.	Selección de tierra capaz de mantener una familia de campo y pagar los cargos por el agua.
Hydro-technic Corporation, 1955. Angola.		Factores que afectan la productividad (textura y profundidad de suelo, pendiente, drenaje y configuración de la tierra.	Sistema de calificación de suelos mediante la multiplicación de valores asignados a los factores tomados en cuenta.
Maletic, 1961.	Estudios de suelo.	Cuerpos de suelo, hidrológicos, drenaje y económicos.	Determinar la factibilidad de riego bajo esas condiciones.
Marinet et. al., 1961. Laos.	Clasificación de suelos de Aubert y Duchaufour (1)	Fertilidad y profundidad de suelo, ajuste a diversificación de cultivos, relieve, entre otros.	Definición de 6 categorías de tierras, según que tan adecuadas sean para riego.

¹ Superficie de tierra que posee cualidades y características específicas y que puede demarcarse en un mapa.

² Por TUT se entiende un cultivo, una combinación de cultivos, o un sistema de explotación, métodos determinados de riego y manejo en un marco técnico y socioeconómico definidos.

Cuadro 1 (continuación...)

Autor y lugar en que se usó	Estudio preliminar.	Factores que se tomaron en cuenta	Forma de evaluación
Departamento de Agricultura de Canadá, 1960. Río Bow.		Primero se toman en cuenta factores físicos y químicos, luego factores topográficos y finalmente factores económicos.	Clasificaciones subsecuentes para definir tierras irrigables de acuerdo al ingreso futuro neto probable por acre.
Wydler, 1960. Argentina.	Clasificación de suelos	Posición y movimiento del agua subterránea, drenaje y salinidad.	Determinación de categorías que reflejen la viabilidad física de las tierras bajo riego.
Desaunettes, 1960.		Profundidad útil de suelo y capacidad de mantenimiento de agua	
(1) Clasificación pedogénica basada en varios modelos e intensidades de evolución de suelos.			

Fuente: Maletic y Hutchings 1967, adaptado por el autor.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada en este estudio se basa en la que la FAO planteó en 1990 en su libro: Evaluación de tierras para la agricultura en regadío, la cual proporciona informaciones y recomendaciones para decidir "que cultivos plantar y donde". Además orienta en alternativas de manejo de riego que sean físicamente practicables, así como económicamente viables. El resultado que se obtiene es una clasificación de varios tipos de tierras, según su aptitud para usos específicos (FAO, 1990).

3.1 BREVE DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

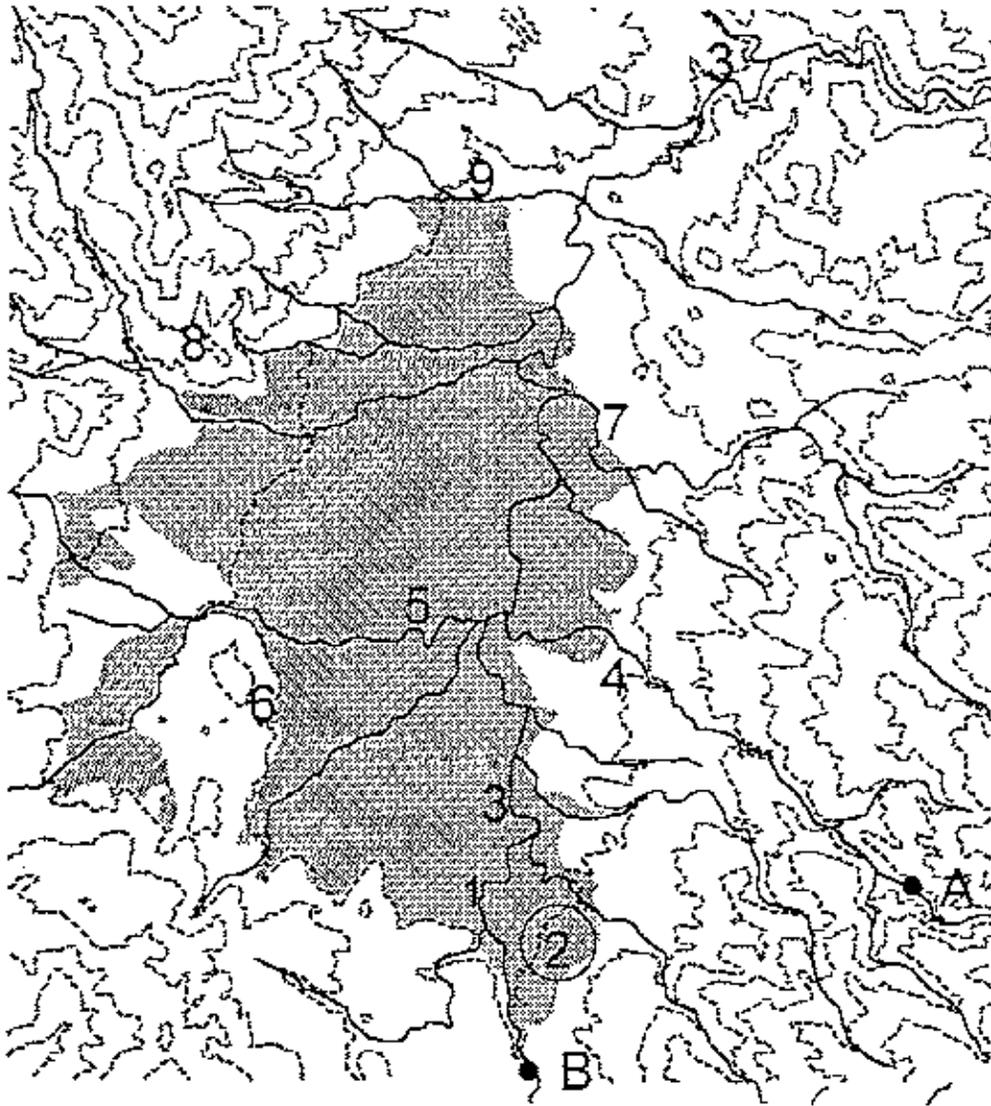
El valle de El Zamorano se encuentra dentro de la cuenca del río Yeguaré, la cual está ubicada en la región Sur-Oriental de Honduras. El área de estudio comprende las mismas tierras tomadas en cuenta en el Estudio de suelos a semi detalle del valle de El Zamorano realizado por la Secretaría Nacional de Planificación en 1989, es decir las tierras que no exceden el 15% de pendiente, las cuales conforman un área estimada de 3430 hectáreas, excluyendo las áreas que cubren ríos, drenajes y cerros (SECPLAN, 1989). Los datos climatológicos obtenidos en de la estación meteorológica del valle registran una temperatura promedio anual de 24 C y una precipitación promedio anual de 1180 mm, la cual se encuentra distribuida principalmente entre los meses de mayo a noviembre. Según datos de la Secretaría de Planificación, la mayor parte del valle se encuentra dentro del municipio de San Antonio de Oriente (210 km² de extensión) que se estima tiene una población actual de 7600 habitantes. En 1986 en el municipio existían 13 aldeas, 81 caseríos, 1282 viviendas y 464 fincas. Es importante señalar que la distribución de la tierra es muy desbalanceada ya que se encuentran varias fincas grandes y los terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana. (Ver Figura 1)

3.2 INFORMACIÓN UTILIZADA

La información en que se basó el estudio provino de fuentes primarias y secundarias.

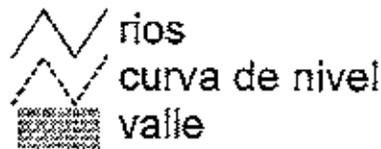
Figura 1.

Mapa del valle de El Zamorano



LEYENDA

- 1 Río Leotuna
- 2 Nacientes de agua
- 3 Río Yaguare
- 4 Quebrada de Santa Inés
- 5 Río La Orilla
- 6 Quebrada (sector El Rincón)
- 7 Quebrada Santa Clara
- 8 Aguas de infiltración del Uyuca
- 9 Quebrada Caparrosa



- A Punto de muestreo Santa Inés
- B Punto de muestreo Leotun



3.2.1 Información primaria

La información primaria constó de:

- Monitoreo semanal del caudal del río Leotuna y quebrada de Santa Inés, realizado entre los meses de febrero y julio. La medición del caudal se lo realizó utilizando el método de área velocidad. El área se la midió con una cinta métrica de 30m y la velocidad del cause con un molinete o "pygmy current meter" marca Gurley modelo 625. Los datos de campo se registraron en un formato preestablecido, para su posterior análisis (Ver Anexo 1).

- Toma de muestras de agua, realizadas en las épocas seca y lluviosa. Las muestras se recolectaron en recipientes plásticos de un litro y fueron refrigeradas a una temperatura menor de 5°C hasta ser analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Escuela Agrícola Panamericana. Las características determinadas en el Laboratorio fueron pH, los cationes (calcio, magnesio, sodio y potasio) y los aniones (cloruros y bicarbonatos).

- Censo de los productores del valle de El Zamorano que utilizan algún sistema de riego, realizado en el mes de julio de 1997. La información se la obtuvo mediante encuestas formales, y se las realizó con la ayuda de estudiantes de la Escuela Agrícola Panamericana (Ver copia de formato en el Anexo 2).

3.2.2 Información secundaria

La información secundaria que sirvió para la realización de este trabajo constó de:

- Estudio de suelos a semidetalle del valle El Zamorano (Secretaría de Planificación, 1989).

- Hojas cartográficas escala 1:50000, correspondientes a San Buenaventura, Moroceli, (I edición) Yuscarán y Tegucigalpa (II edición) proporcionadas por el Instituto Geográfico Nacional.

- Registros de climatología de 24 años tomados en la estación meteorológica ubicada en la Escuela Agrícola Panamericana, proporcionados por el Departamento de Servicios Hidrológicos y Climatológicos, Departamento de Recursos Hídricos, Secretaría de Recursos Naturales de Honduras (Ver Anexo 3).

- Mapas digitalizados del Estudio de suelos a semidetalle del valle de El Zamorano (formato Arc-Info) realizado por Julio García y Glenn Hyman en 1996.

3.3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA USADA

Para tener una mejor idea de como está constituida la metodología de la FAO, brevemente se explican las etapas principales de las que consta la metodología. El esquema general se presenta en la Figura 2.



Figura 2. Esquema general de la metodología usada por la FAO en la identificación de tierras aptas para riego.

- Identificación de los Tipos de Uso de Tierra (TUTs). En esta etapa se definen los distintos Tipos de Uso de Tierra, existentes o que podrían existir en el área de estudio, tomando en cuenta las condiciones climáticas y edáficas de la zona, así como factores culturales y sociales.

- Desarrollo de las especificaciones de clases de aptitud de la tierra. Este paso consiste en elaborar para cada TUT, una lista de exigencias y limitaciones, con distintos límites críticos asignados a las siguientes clases de aptitud de tierra: A1, altamente apta; A2, moderadamente apta; A3, marginalmente apta; N1, marginalmente no apta; N2, permanentemente no apta. En el Cuadro 3 se explica cada nivel.

- Determinación de las Unidades de Tierra (UT). Como se mencionó anteriormente, las Unidades de Tierra son superficies que poseen cualidades y características específicas. Éstas son obtenidas por medio de un inventario de recursos de tierra, donde se consideran los factores que determinen su aptitud respecto a un determinado TUT.

3.3.4 Clasificación de las tierras en provisionalmente regables y regables. Por medio de comparaciones y armonizaciones entre los TUT, con sus distintas exigencias y

limitaciones, y las unidades de tierra, se clasifican las distintas unidades de tierra en aptas o no aptas ser irrigadas en varios niveles.

Cuadro 2.- Explicación de los niveles de aptitud de tierra

Nivel	Respuesta de la tierra al TUT evaluado en cuanto a:		
	Sostenibilidad	Beneficios	Cantidad de insumos requeridos
A1 altamente apta	no tiene limitaciones señaladas	no son reducidos significativamente	no se elevan por encima del nivel aceptable y las ventajas globales obtenidas del uso son todavía atractivas
A2 moderada- mente apta	limitaciones moderadamente graves	pueden ser reducidos significativamente	mayores que e A1, pero no sobrepasan el nivel aceptable.
A3 marginal- mente apta	limitaciones graves	son reducidos significativamente	se incrementan a tal medida en que los desembolsos son marginalmente justificados.
N1 marginal- mente no apta	limitaciones graves que no permiten el uso sostenido	no satisfactorios	pueden vencer las limitaciones de la tierra con el tiempo, pero no a un costo actualmente aceptable
N2 permanen- temente no apta	limitaciones tan graves que impiden toda posibilidad de un uso sostenido	no satisfactorios	

Fuente: FAO 1976, adaptado por el autor.

3.4 DETALLE DE LOS PASOS SEGUIDOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS TIERRAS PROVISIONALMENTE REGABLES

En las siguientes líneas se explica detenidamente como se realizaron los pasos para lograr identificar las tierras provisionalmente regables en el valle de El Zamorano.

3.4.1 Identificación de los Tipos de Utilización de Tierra

En la práctica existen una infinidad tipos de usos que se le pueden dar a la tierra, los cuales están determinados por varios parámetros. Para este estudio los parámetros que fueron seleccionados fueron los siguientes:

- Cultivos: Hortalizas en general, tomando en cuenta las características de tomate, cebolla y repollo; los granos básicos maíz, frijol y arroz; los árboles y arbustos cítricos, café, yuca y plátano; y pastos de corte, tomando en cuenta las características de la caña de azúcar.

Estos cultivos fueron seleccionados en base a los cultivos que más se encuentran en la zona y en base a la adaptabilidad a condiciones de suelo con cierto tipo de limitaciones. Ejemplo, arroz bajo inundación el cual se adapta a tierras con mal drenaje y textura pesada, que no son aptas para el desarrollo de otros cultivos como la yuca o el maíz.

- Tipo de riego: Riego por gravedad, por aspersión, por goteo y por inundación.

- Utilización de maquinaria: Uso o no de maquinaria para realizar: Labores de suelo, cosecha, transporte, etc. Reflejando el grado de intensidad con el que se trabaja.

- Accesibilidad: El cultivo seleccionado influye en el requerimiento de acceso, por ejemplo las hortalizas necesitan ser sembradas en terrenos con buen acceso, asumiendo que no van a ser refrigeradas después de la cosecha y que en el transporte se deteriorarían demasiado.

- Erosión: Dependiendo del tipo de cultivo, del tipo de riego y de si se utilizará maquinaria o no, se plantea un nivel máximo de erosión que pueda soportar la Unidad de Tierra con ese Tipo de Uso de Tierra. Por ejemplo las hortalizas no pueden ser sembradas en terrenos con erosión moderada, mientras que árboles y arbustos sí.

Tomando en cuenta los parámetros anteriormente descritos, se pudieron determinar los siguientes Tipos de Uso de Tierra, con su nomenclatura expuesta al inicio de la descripción del TUT.

TUT-HOa, Hortalizas con riego por gravedad, tres a cuatro cultivos al año. Productores que no usan maquinaria, siendo el acceso una limitante y utilizan terrenos ligeramente erosionados.

TUT-HOb, Hortalizas con riego por gravedad, aspersión o por goteo, tres a cuatro cultivos al año. Productores que usan maquinaria, siendo el acceso una limitante y utilizan terrenos ligeramente erosionados.

TUT-MAa, Maíz en tiempo de sequía con riego por gravedad o por aspersión, alternado con otro cultivo de granos. Productores que no usan maquinaria, el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-MAb, Maíz en tiempo de sequía con riego por gravedad o por aspersión, alternado con otro cultivo de granos. Productores que usan maquinaria, el acceso es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-FRa, Frijol en tiempo de sequía con riego por gravedad o por aspersión, alternado con otro cultivo de granos. Productores que no usan maquinaria, el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-FRb, Frijol en tiempo de sequía con riego por gravedad o por aspersión, alternado con otro cultivo de granos. Productores que usan maquinaria, el acceso es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-ARa, Arroz bajo riego en tiempo de sequía seguido de otro cultivo de granos. Productores que no utilizan maquinaria, el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-ARb, Arroz bajo riego por inundación, productores que utilizan maquinaria siendo el acceso una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-YUa, Yuca bajo riego por gravedad o aspersión. Productores que no utilizan maquinaria, el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-YUb, Yuca bajo riego por gravedad o aspersión. Productores que pueden utilizar maquinaria, el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-CIb, Cítrico suplementado con riego por gravedad, aspersión o goteo. Productores que no utilizan maquinaria, pudiéndose encontrar en lugares donde el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta severamente erosionados.

TUT-PCa, Caña de azúcar o pasto de corte, producción continua bajo riego por aspersión. Productores que no utilizan maquinaria, encontrándose en lugares donde el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta severamente erosionados.

TUT-PCb, Caña de azúcar o pasto de corte, producción continua bajo riego por aspersión. Productores que utilizan maquinaria, encontrándose en lugares donde el acceso es una limitante y utilizan terrenos hasta moderadamente erosionados.

TUT-PLa, Plátano, producción continua bajo riego por aspersión o por goteo. Productores que no utilizan maquinaria, pudiéndose encontrar en lugares donde el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta severamente erosionados.

TUT-PLb, Plátano, producción continua bajo riego por aspersión o por goteo. Productores que no utilizan maquinaria, encontrándose en lugares donde el acceso es una limitante y utilizan terrenos hasta severamente erosionados.

TUT CAa. Café bajo riego por gravedad, aspersión o goteo. Productores que no utilizan maquinaria, pudiéndose encontrar en lugares donde el acceso no es una limitante y utilizan terrenos hasta severamente erosionados.

3.4.2 Desarrollo de las especificaciones de clases de aptitud de la tierra

En la determinación de los factores utilizados para desarrollar las especificaciones de clases de aptitud de la tierra, se consideraron los que varían de una unidad de tierra a otra, que son muy difíciles de modificar y que influyen sobre los resultados de los distintos TUTs. Factores climáticos como precipitación, viento, radiación, temperatura, se consideran uniformes en toda el área de estudio.

Otros factores como salinidad y alcalinidad no se tomaron en cuenta para la clasificación, ya que los valores de conductividad eléctrica y del porcentaje de saturación de sodio indican que los suelos del valle están libres de estas limitantes. Los niveles de Aluminio y de acidez intercambiable fueron bajos y la acidez extractable generalmente un poco más alta (Secretaría de Planificación, 1989).

Los factores que se consideraron para cada TUT son los siguientes: Pendiente, erosión, accesibilidad, textura, drenaje, profundidad de suelo, CIC, pH y porcentaje de carbono orgánico. En el caso de la accesibilidad, se consideró como limitante los terrenos que estén alejados más de 1 Km, de vías que sean transitables todo el año¹, ya que hasta esta distancia se considera realizable la construcción de una vía para un productor cualquiera. Los niveles para las otras características se los obtuvo de la lista que propone el "International Training Centre for Post-Graduate Soil Scientists" de la Universidad de Ghent, Bélgica en su obra para la Evaluación de Tierras, 1993. El detalle de las especificaciones de las clases de aptitud de tierra, con sus distintos límites críticos, para cada Tipo de Uso de Tierra se exponen en el Anexo 4.

3.4.3 Determinación de Unidades de Tierra

Las Unidades de Tierra, poseen características propias que son determinantes en su evaluación para un determinado uso. La conformación de las UT se logró mediante sobreposición de dos mapas digitalizados en modo vector, utilizando el sistema de información geográfica de la Escuela Agrícola Panamericana.

El primer mapa fue el mapa digitalizado del Estudio de suelos a semidetalle del valle de El Zamorano, del cual se tomaron en cuenta los mismos factores que sirvieron para desarrollar las especificaciones de clases de aptitud de tierra.

El segundo mapa usado para la sobreposición, corresponde a la franja de tierras que se encuentran a 1Km a la redonda de las vías del valle que son transitables todo el año. Este mapa se lo digitalizó directamente de las hojas cartográficas del valle.

¹ Comunicación personal con el Profesor Pablo Quintana, experto en riegos y drenajes de la Escuela Agrícola Panamericana.

El resultado de la sobreposición de mapas, fué un tercer mapa que define las Unidades de Tierra en el valle de El Zamorano, sus características y ubicación pueden ser apreciadas en el Anexo 5.

3.4.4 Clasificación de tierras provisionalmente regables

Una vez definidos el tipo de uso que se le quiere dar a la tierra, las especificaciones para sus clases de aptitud y las características que presenta cada Unidad de Tierra (UT), se procedió a determinar y clasificar las distintas UT que sean provisionalmente aptas o no para ser regadas. Esto se lo realizó comparando todas las especificaciones de clases de aptitud de tierra contra las características de cada UT. El trabajo se lo llevó a cabo en una hoja electrónica, ordenando y filtrando los datos para facilitar las comparaciones.

Para la identificación de las tierras regables, es necesario realizar estudios económicos que justifiquen la inversión para mejorar ciertas características de las UT clasificadas como marginalmente no aptas (N1). Estas características incluyen el enclamiento del suelo, la construcción de drenajes y vías de acceso, la eliminación de piedras del campo, entre otras.

3.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información constó de las siguientes partes.

3.5.1 Censo

Para facilitar el análisis descriptivo de los resultados del censo, la información fué tablada en hoja electrónica. Seguidamente se localizaron en las hojas cartográficas, las fuentes de agua basándose en la información obtenida del campo y con la ayuda de Reyner Maradiaga¹ quien apoyó en la coordinación del censo.

3.5.2 Balance hídrico en el valle

Los factores que generalmente se toman en cuenta para estimar el balance de agua en el campo constan de: Evapotranspiración del cultivo, precipitación efectiva, contribución del agua del subsuelo, flujo de superficie, percolación profunda y cambios en el agua almacenada de suelo (Doorenbos y Pruitt, 1975).

Sin embargo debido a que este balance se utilizará para estimar el requerimiento general de agua para las tierras provisionalmente regables, solo se tomó en cuenta la

¹ Biólogo que actualmente trabaja para el Proyecto Unir Zamorano y es conocedor de la zona y sus productores.

evapotranspiración potencial (que su valor es generalmente mayor al de la evapotranspiración del cultivo) y la precipitación efectiva. Esto sobrestimaría la demanda de agua, lo cual se compensa con las pérdidas de agua que se dan en el manejo de riego (evaporación, filtración, fugas del sistema, etc.).

La evapotranspiración potencial (ET_o) se la calculó en base al método de la pana, el cual toma en cuenta la cantidad de agua evaporada en un día y toma en cuenta la velocidad del viento y el porcentaje de humedad relativa, para sus cálculos. Este método es usado en muchos climas y sirve para períodos de 10 o más días (Doorembos y Pruitt, 1975).

La precipitación efectiva se la calculó multiplicando la precipitación promedio mensual por un coeficiente dado el cual está determinado por la evapotranspiración del cultivo¹ e intensidad de lluvia.

3.5.3 Evaluación de las principales fuentes de agua superficial del valle

La selección de las principales fuentes de agua superficial del valle, estuvo a cargo de tres de los cuatro miembros del comité asesor de este estudio; Prof. Pablo Quintana, Ing. Luis Caballero y Dr. Pablo Paz, quienes en base a su experiencia y conocimiento de la zona, seleccionaron la Quebrada de Santa Inés y el Río Leotuna.

La evaluación tomó en cuenta:

- Caudal de agua, para lo cual se registraron los resultados de las mediciones y se realizó un análisis descriptivo y gráficas de los resultados.
- Calidad de agua de las fuentes. En base a los resultados obtenidos del Laboratorio de suelos de la E.A.P. se analizaron estadísticamente las principales características que determinan la calidad del agua para riego. Estas fueron: Conductividad, pH, calcio, magnesio, sodio, potasio, sumatoria de cationes, relación conductividad/sumatoria de cationes, cloro, bicarbonatos, suma de aniones y relación conductividad/sumatoria de aniones.

El análisis se facilitó con la ayuda de un programa estadístico y constó de un análisis de varianza y otro de separación de medias, para las características anteriormente mencionadas. El análisis estuvo basado en un modelo de bloques que consideró dos fuentes de variación: Fuente de agua (Río Leotuna, Quebrada de Santa Inés), época (seca, lluviosa) y la posible interacción que exista entre las dos. Esto se hizo para determinar si la época influye significativamente en los cambios de las características que determinan la calidad de agua.

¹ Para el cálculo de la evapotranspiración del cultivo ($ET_c = ET_o \cdot K_c$) se asumió que el coeficiente del cultivo (K_c) era 1.

Finalmente se promediaron los valores de las características analizadas en cada fuente y época y se las comparó con las pautas que da la FAO para determinar calidad de agua para riego.

3.5.4 Cálculo de la oferta y demanda de agua para las tierras provisionalmente regables

Para la oferta de de agua se consideraron los valores mínimos y promedios que producen las fuentes de agua evaluadas.

La demanda de agua se la obtuvo extrapolando el resultado obtenido en el balance hídrico del valle a milímetros de agua por hectárea, este valor se lo multiplicó por la cantidad de hectáreas consideradas como provisionalmente regables.

Finalmente se realizó un balance mensual de agua, para determinar la cantidad de agua que se necesitaría almacenar en los periodos que el balance de agua sea negativo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se discute: El estado actual en que se encuentra el riego en el valle de El Zamorano, la demanda de agua determinada por las condiciones climáticas en el valle, la oferta y calidad de agua producida en la Quebrada de Santa Inés y el Río Leotuna, la cantidad de tierras clasificadas como provisionalmente regables con sus posibles usos y el balance resultante de la oferta y del requerimiento de agua para las tierras provisionalmente regables.

4.1 ESTADO ACTUAL DEL RIEGO EN EL VALLE DE EL ZAMORANO

Según el censo realizado en este estudio, en el valle de El Zamorano existen 77 productores, incluyendo la E.A.P., que utilizan algún sistema de riego para producir sus cultivos, la extensión de sus fincas suman en total 2407 Ha., de las cuales aproximadamente 650 son regadas. Esto equivale al 27 % del área total de las fincas que producen con riego y al 19 % del área total del valle. Los datos anteriormente mencionados nos indican que existe una cultura de riego dentro del valle ya que el área total de las fincas que producen con algún sistema de riego representa el 71 % del área del valle. Los datos tabulados del censo se pueden ver en el Anexo 6.

El tamaño de las fincas de los agricultores que producen bajo riego en el valle de El Zamorano se clasificaron en base a la categoría socioeconómica de la familia campesina, (Baumeister y Wattel, 1996). Como se puede observar en el Cuadro 3, los agricultores clasificados como minifundistas representan más de la mitad de los productores y poseen apenas el 4% de las tierras que utilizan algún sistema de riego, los agricultores clasificados como pequeños productores representan casi el 30% y poseen el 18% de las tierras que utilizan algún sistema de riego y los agricultores clasificados como medianos y grandes productores (incluyendo la E.A.P.) representan el 18% de los productores y poseen casi el 80% de las tierras. Para efectos del censo se consideró la E.A.P. como una finca de 514 Ha. que utiliza algún sistema de riego, las tierras que no se consideraron, equivaldrían a las tierras de cualquier finca que no utiliza riego.

El grupo que más aporta en la cantidad total de tierra regada, son los medianos y grandes productores, sin embargo este es el grupo que utiliza en menor medida el insumo riego ya

que en promedio riega el 23% de sus tierras, mientras que el grupo de los minifundistas en promedio riegan el 37% de sus tierras y el grupo de los pequeños productores riega en promedio el 42% de sus tierras. Esto demuestra que en general los grandes productores no aprovechan al máximo sus recursos y que los pequeños productores son los que mejor los aprovechan.

Cuadro 3. Distribución de los productores que utilizan algún sistema de riego, según el tamaño de finca en el valle de El Zamorano.

Categoría	productores		total de tierra		tierra regada	
	#	%	Ha.	%	Ha.	%
Minifundistas (0-5 Ha)	42	55	98	4	36	6
Pequeños productores (5-50 Ha)	21	27	426	18	181	27
Medianos y grandes productores (>50 Ha)	13	17	1369	57	294	45
E.A.P.	1	1	515	21	137	21
TOTAL	77	100	2407	100	649	100

En la zona, varios son los cultivos que se les aplica riego, pudiéndose clasificar en los siguientes tipos: Forraje con 240 Ha., hortalizas con 204 Ha., granos básicos con 194 Ha., frutales con 8 Ha. y cítricos con 3 Ha. La distribución porcentual se la puede apreciar en la Figura 3. Dentro de la categoría forraje se incluyó a la caña de azúcar, la importancia del sector ganadero y cañero dentro del valle es evidente al solo recorrerlo, ya que varios productores se dedican a su producción. Las hortalizas a pesar de ser el segundo grupo en importancia, tiene pocos productores, encontrándose entre ellos algunos que se dedican a la exportación. Los granos básicos constituyen otra categoría de gran importancia, tanto por la cantidad de hectáreas dedicadas a su producción como por el número de agricultores que se dedican a su cultivo, siendo los principales maíz y frijol. Estos tres grupos son los cultivos predominantes en el valle ya que se cultivan en más del 98% de las tierras regadas. Los frutales bajo riego constan sobre todo de plátano, cítricos y mango.

Las tierras que se benefician de algún sistema de almacenamiento de agua constituyen el 37% del total del área regada (241 Ha.), las 408 Ha. restantes no se benefician de ningún sistema de almacenamiento de agua.

Las principales fuentes que se pudieron identificar mediante el censo se presentan en el Cuadro 4. La forma en que el agua es captada de las fuentes de agua se clasificó en

derivación y bombeo, la primera representando la tercera parte de las tierras regadas (223 Ha.) y la segunda las dos terceras partes restantes (426 Ha.). Vale la pena señalar que las tierras de la parte sur-oeste del valle, sectores de El Ricón y San Francisco, se benefician de un sistema de derivación proveniente del Río Leotuna, del cual no se pudo obtener mayor información.

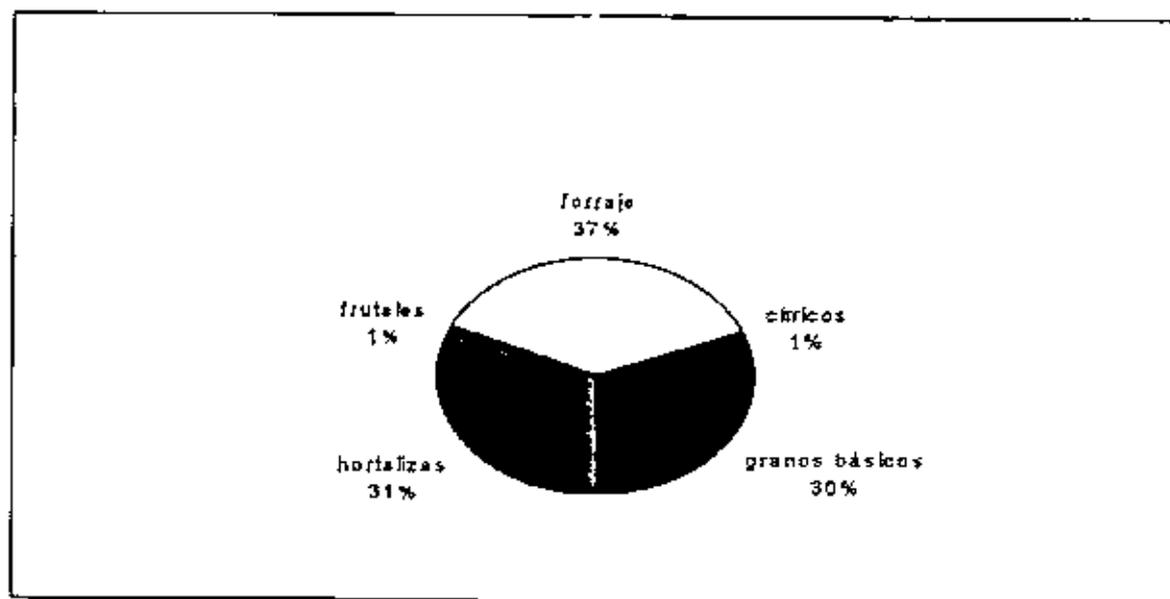


Figura 3. Distribución porcentual de las hectáreas de tierra dedicadas a los diferentes tipos de cultivo bajo riego en el valle de El Zamorano.

Cuadro 4.- Fuentes de agua utilizadas, según el censo de agricultores que utilizan riego.

Fuente de agua	Área regada (Ha.)	%
Quebrada en el sector de El Ricón	0.35	0.05
Río La Orilla	0.53	0.08
Quebrada Caparrosa	1.20	0.19
Quebrada Santa Clara	2.80	0.43
Nacientes de agua en el sector de La Aguja	12.95	2.00
Quebrada de Santa Inés	55.12	8.50
Aguas de infiltración provenientes del cerro Uyuca	60.50	9.33
Recobeco (1)	63.00	9.71
Pozos varios	73.93	11.40
Río Leotuna	160.48	24.74
Río Yeguaré	217.70	33.57
Total	648.55	100.00

(1) No se pudo identificar esta fuente de agua.

4.2 BALANCE HÍDRICO DEL VALLE

La evapotranspiración potencial anual en el valle de El Zamorano calculada fué de 1440 mm esto es un 36% mayor a la precipitación promedio anual registrada en el valle. El promedio diario para todo el año fué de 3,94 mm/día, presentándose en los meses de febrero a mayo los valores más altos de evapotranspiración potencial. En estos mismos meses la precipitación efectiva es afectada por la baja intensidad de las lluvias y la baja humedad relativa. El balance para todos los meses fué negativo (Ver Cuadro 6). En el Anexo 7 se puede observar los parámetros y coeficientes utilizados para los respectivos cálculos.

Cuadro 5.- Balance hídrico en el valle de El Zamorano, tomando en cuenta precipitación efectiva y evapotranspiración potencial (datos en milímetros de agua por mes).

Mes	Precipitación efectiva (1)	Evapotranspiración potencial (Eto)	Diferencia
Enero	6	105	-99
Febrero	6	122	-116
Marzo	10	166	-156
Abril	36	158	-122
Mayo	103	138	-36
Junio	108	117	-8
Julio	87	123	-37
Agosto	107	114	-7
Septiembre	197	105	92
Octubre	77	106	-29
Noviembre	33	89	-56
Diciembre	13	97	-84
año	783	1440	-657

(1) Todos los datos se encuentran expresados en milímetros de agua por mes.

En base a los valores de la evapotranspiración y de precipitación, se pueden definir los límites críticos para el período vegetativo en el valle. Esto es de utilidad para determinar la época en que se espera que los cultivos necesiten riego (período seco). El período vegetativo empieza poco después de cuando la precipitación es mayor a la mitad de la evapotranspiración potencial, es decir en los primeros días de mayo y se mantiene hasta después de finales de octubre una vez que se hayan agotado las reservas de agua del suelo. El período húmedo comprende desde los primeros días de mayo hasta principios de octubre y es cuando la precipitación es mayor a la evapotranspiración potencial. El período seco se extiende desde finales de octubre hasta finales de abril (Ver Figura 4).

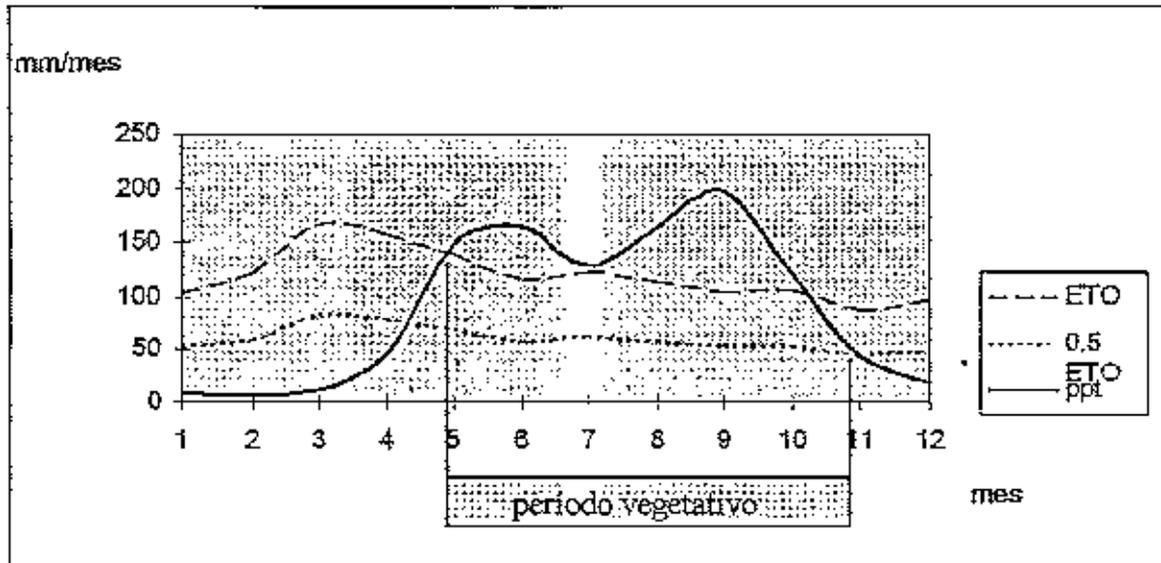


Figura 4. Período vegetativo en el valle de El Zamorano.

4.3 EVALUACIÓN DE LAS PRINCIPALES FUENTES DE AGUA SUPERFICIAL DEL VALLE

Los recursos hídricos con los que cuenta el valle son básicamente precipitación, aguas superficiales y aguas subterráneas. Dentro de las principales fuentes de agua superficial se encuentran la quebrada de Santa Inés y el río Leotuna, donde se evaluó cantidad, distribución y calidad del agua.

4.3.1 Cantidad y distribución de agua superficial (Quebrada de Santa Inés y Río Leotuna)

Los resultados de las mediciones de caudal realizadas se pueden observar en el Cuadro 6 y en la Figura 5. El río Leotuna en promedio tuvo un caudal de 490 lts/seg., mientras que la Quebrada de Santa Inés presentó en promedio un 30% del caudal del río Leotuna (148 lts/seg). Los caudales mínimos registrados fueron de 77 lts/seg para la quebrada de Santa Inés y 240 lts/seg para el río Leotuna, ocurriendo esto el 10 de mayo y el primero de abril respectivamente. Los caudales máximos se observaron una vez que empezaron las lluvias, teniendo 302 lts/seg para la quebrada de Santa Inés y 1788 lts/seg para el río Leotuna, ocurriendo esto el 28 de junio en ambos casos.

El coeficiente de variación para los caudales de la quebrada de Santa Inés fué de 41% y 76% en el río Leotuna. Esta variación refleja el estado en que se encuentran las cuencas de estas dos fuentes de agua, la cuenca del río Leotuna tiene cobertura vegetal de bosque de pino muy degradado y la cuenca de Santa Inés tiene cobertura de bosque latifoliado que a pesar de ser degradado está en mejores condiciones que la cuenca del río Leotuna.

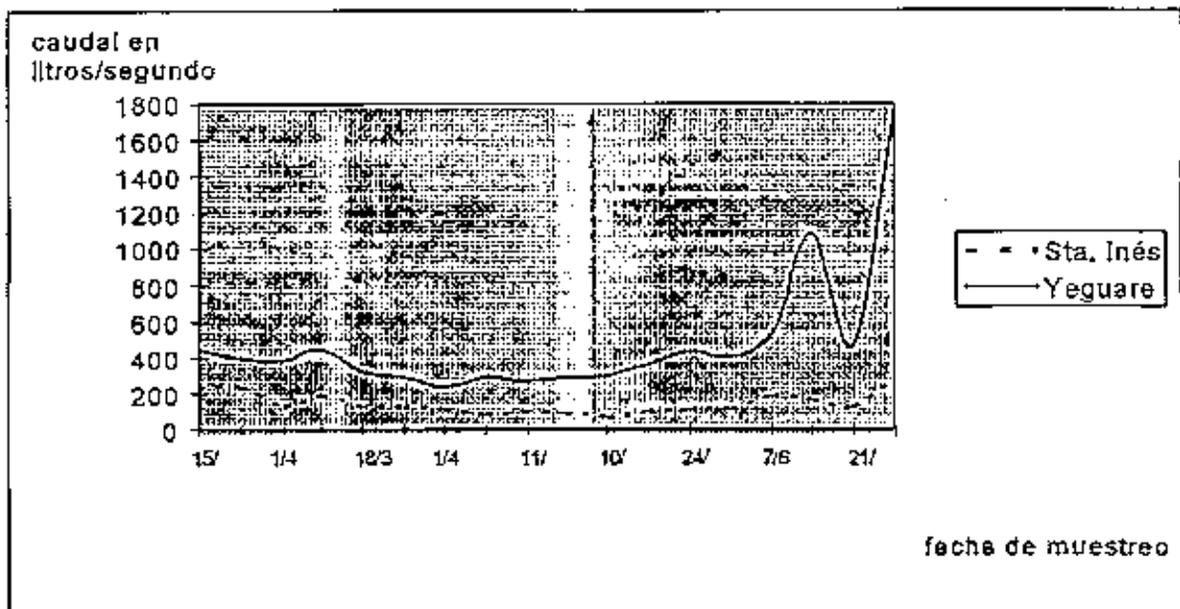


Figura 5. Gráfica de la distribución y cantidad de caudal de la quebrada de Santa Inés y río Leotuna, medidas en lt/seg.

Cuadro 6.- Datos de los caudales medidos en la quebrada de Santa Inés y río Leotuna

fecha	Sta. Inés	Yeguaré		
2/15/97	238.4	455.6		
2/22/97	237.3	398.1		
3/1/97	132.4	385.9		
3/8/97	189.2	457.2		
3/18/97	134.9	331.4	caudal (lts/seg)	
3/22/97	130.0	296.0	mínimo	77
4/1/97	118.7	239.8	máximo	302
4/5/97	83.1	289.5	promedio	148
4/11/97	109.4	274.1	desviación estándar	61
5/3/97	91.0	294.3	coeficiente de variación	41.25%
5/10/97	76.6	301.2	varianza	3727.33
5/18/97	102.0	365.6		
5/24/97	118.8	441.0		
5/31/97	119.6	409.7		
6/7/97	188.6	534.2		
6/14/97	166.2	1085.6		
6/21/97	126.5	473.6		
6/28/97	301.8	1788.3		

4.3.2 Calidad de agua superficial (quebrada de Santa Inés y Río Leotuna)

Para realizar las pruebas de separación de medias y de análisis de varianza se utilizaron los datos de los dos primeros muestreos (época seca) y de los dos últimos muestreos época lluviosa). Los resultados demostraron que no existieron diferencias significativas a $P < 0,05$ para ningún parámetro debido al efecto época, ni tampoco en el efecto de la interacción época*lugar. Esto es relevante ya que nos indica que en la época seca a pesar de que se elevan las concentraciones de los cationes y aniones, no aumentan de manera significativa como para pensar que la calidad de agua se verá afectada en la época seca.

Para el efecto lugar sí hubieron diferencias significativas ($P < 0,05$) en los parámetros: Conductividad, calcio, magnesio, sodio, sumatoria de cationes, bicarbonatos y sumatoria de aniones, siendo todos estos mayores en el río Leotuna (Ver Anexo 8). En cuanto a la conductividad, la cual está relacionada con la cantidad total de sólidos disueltos en el agua, se puede decir que el río Leotuna tiene mayor cantidad de sedimentos debido a que sus partes altas se encuentran descuidadas, esto influiría en la posible construcción de un embalse.

Los análisis realizados por el laboratorio de suelos de la E.A.P. indicaron que en todas las muestras la calidad del agua para riego de las fuentes es buena y no representa ningún riesgo para su uso. (Ver Anexo 9).

En el Cuadro 7 se listan los promedios de las principales características que la FAO usa para determinar calidad de agua, tomando en cuenta las cinco muestras de agua tomadas. En el cuadro se observa que los valores de pH se mantuvieron dentro del rango normal de 6,5 a 8,4. Además los valores de conductividad eléctrica así como los valores promedios de sólidos disueltos totales están muy por debajo de los límites para considerar alguna restricción sobre su uso para riego (< 700 mmohs/cm y 450 mg/l respectivamente). Estos valores miden la salinidad y nos indican que no se afectará la disponibilidad de agua para los cultivos. Los valores de la relación de absorción de sodio (SAR) fueron bajos en ambas fuentes, sin embargo la combinación de bajos valores de SAR y conductividad, pueden afectar la tasa de infiltración en el suelo, lo cual se podría mejorar al aumentar el nivel de sólidos disueltos totales, por ejemplo con el uso de potasio. Los niveles de sodio, cloro y bicarbonatos tampoco sobrepasaron los límites que presenten problemas con riego por aspersión o por gravedad para cultivos sensibles.

En general la calidad de agua para riego de las fuentes de agua estudiadas fué buena. Las pruebas de separación de medias, los análisis de varianza y los resultados del análisis de laboratorio nos indican que la calidad del agua será constante en el tiempo al corto plazo, es decir no hay riesgo de utilizar el agua de las fuentes del río Leotuna o quebrada de Santa Inés en el período seco. Sin embargo la calidad del agua puede ser afectada en el mediano o largo plazo, si no se cuidan las zonas de recarga de las cuencas de las fuentes evaluadas.

Cuadro 7.- Promedios de los principales parámetros usados para determinar calidad de agua para fines de riego.

Parámetro	Unidad	Promedio		Desviación estandar		Coeficiente de variación	
		Santa Inés	Leotuna	Santa Inés	Leotuna	Santa Inés	Leotuna
pH		6.62	7.03	0.2518	0.2828	3.80	4.02
C.E.	m mhos/cm	54.20	95.00	10.4000	10.0598	19.19	10.59
calcio	meq/l	0.1060	0.2260	0.0488	0.0174	46.06	7.71
magnesio	"	0.0340	0.0820	0.0049	0.0098	14.41	11.95
sodio	"	0.3660	0.5600	0.0857	0.1140	23.41	20.36
potasio	"	0.1100	0.1200	0.0374	0.0126	34.02	10.54
suma de cationes	"	0.5880	0.9880	0.1524	0.1170	25.91	11.85
relación CE/E cationes	"	88.53	97.95	7.9268	7.8354	8.95	8.00
cloruros	"	0.3100	0.3200	0.0800	0.0400	25.81	12.50
bicarbonatos	"	0.2960	0.6760	0.0408	0.0887	13.78	13.12
suma de aniones	"	0.6060	0.9960	0.1172	0.1059	19.35	10.64
relación CE/E aniones	"	89.63	95.94	5.9796	9.6500	6.67	10.06

4.4 IDENTIFICACIÓN DE UNIDADES DE TIERRA PROVISIONALMENTE REGABLES

El análisis dio como resultado una matriz donde se encuentran todas las Unidades de Tierra con su aptitud para los diferentes Tipos de Uso de Tierra y sus distintos niveles (Ver Anexo 10). Un resumen de esta matriz se presenta en el Cuadro 8.

Se pudo determinar que existen aproximadamente 2477 Ha. aptas para ser regadas. De estas 963 Ha. (26%) se determinaron como altamente aptas para ser regadas, 643 Ha. (17%) como moderadamente aptas, 871 Ha. (23%) como marginalmente aptas, 829 Ha. (22%) como marginalmente no aptas y 141 Ha. como permanentemente no aptas (4%). En la Figura 6 se encuentran localizadas las diferentes Unidades de Tierra con el máximo nivel que haya expresado para cualquier TUT. La ubicación de las Unidades de Tierra con los respectivos niveles de aptitud para cada TUT propuesto se puede apreciar en el Anexo 11.

En general el TUT que mejor se puede adaptar a la zona es el arroz de montaña (ARa) ya que puede ser cultivado en casi 66% del valle, a este le sigue maíz, frijol, y pasto de corte de baja intensidad (MAa, FRa y PCa) con casi la mitad del área del valle. Los TUTs que presentaron la mayor cantidad de área altamente apta (A1) para su cultivo fueron yuca de baja y alta intensidad (YUab), hortalizas de alta y baja intensidad (HOab) y pasto de corte

de baja intensidad (PCa). El TUT que se presentó menor aptitud fué cítricos (Cib), ya que apenas el 25% de las tierras del valle son aptas para su cultivo bajo riego.

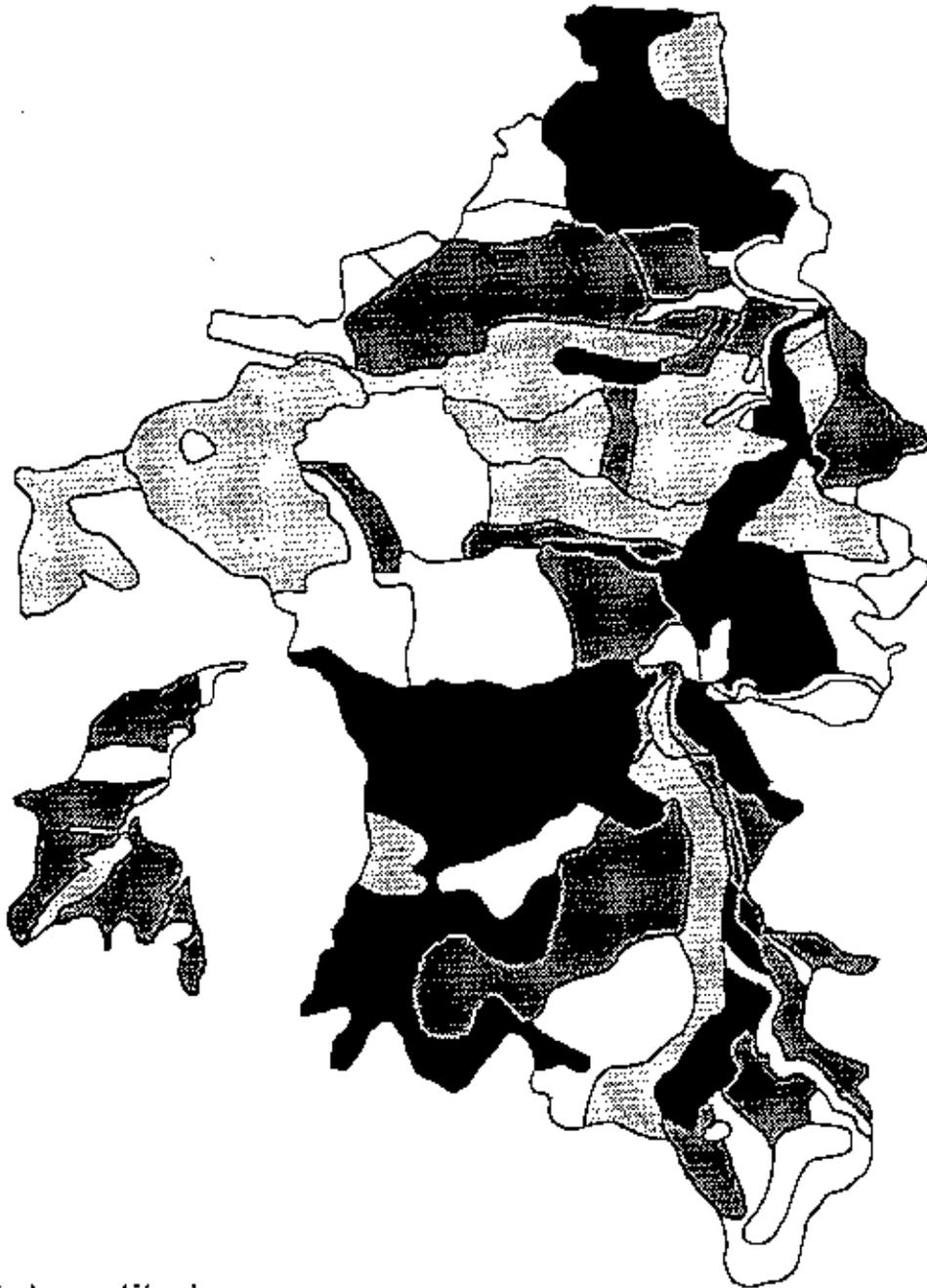
Cuadro 8.- Resumen de los resultados de aptitud de unidades de tierra para los distintos tipos de uso de tierra propuestos, en el valle de El Zamorano, Honduras.

Descripción del TUT y su nomenclatura		cantidad de hectáreas por nivel de aptitud			TOTAL hectáreas aptas
		A1	A2	A3	
		Arroz de baja intensidad	ARa	0	
Maíz de baja intensidad	MAa	474	814	523	1811
Frijol de baja intensidad	FRa	361	927	523	1811
Plátano de baja intensidad	PLa	210	828	526	1564
Pasto de corte de baja intensidad	PCa	571	927	66	1564
Yuca de baja intensidad	YUa	666	297	535	1498
Frijol de alta intensidad	FRb	361	761	313	1434
Maíz de alta intensidad	MAb	382	740	313	1434
Café bajo riego	CAa	0	361	1062	1424
Arroz de alta intensidad	ARb	0	394	758	1152
Plátano de alta intensidad	PLb	0	793	357	1149
Pasto de corte de alta intensidad	PCb	361	761	27	1149
Yuca de alta intensidad	YUb	617	21	484	1122
Hortalizas de alta y baja intensidad	HOab	617	21	484	1122
Cítricos bajo riego	Cib	0	687	248	935

Los factores clasificadores que determinaron en gran medida la aptitud de los TUTs fueron textura, drenaje, profundidad de suelo y pH el resto no fueron tan determinantes. Las UT que no clasificaron como aptas para ser regadas en general fueron las que presentaron un perfil de suelo poco profundo, mal drenaje y alta erosión.

La cantidad de áreas aptas para riego varía de acuerdo a los TUT que se seleccionen, el arroz aunque no sea un cultivo tradicional en el valle, es de gran importancia porque permite utilizar Unidades de Tierra que no tendrían uso para cualquier otro tipo de cultivo, este TUT por sí solo aportó con 929 Ha, es decir de no haberlo incluido, el área de tierras provisionalmente regables hubiera sido de 1548 Ha.

Figura 6. Ubicación de las Unidades de Tierra clasificadas como provisionalmente regables, expresando el máximo nivel para un TUT cualquiera.



Nivel de aptitud



- 1 altamente apta A1
- 2 moderadamente apta A2
- 3 marginalmente apta A3
- 4 marginalmente no apta N1
- 5 permanentemente no apta N2



4.5 CÁLCULO DE LA OFERTA Y DEMANDA DE AGUA PARA LAS TIERRAS PROVISIONALMENTE REGABLES

Como se explicó en la metodología, en base a los resultados del balance hídrico y en la cantidad de hectáreas clasificadas como provisionalmente regables se estimó la oferta y demanda de agua para riego en el valle de El Zamorano. Los saldos mensuales se pueden ver en el Cuadro 11.

Cuadro 9. Oferta y demanda de agua en el valle de El Zamorano.

Mes	demanda de agua(*)		oferta de agua		saldo	
	por hectárea	en el valle	mínima	promedio	mínimo	promedio
enero	-1.0	-2443.1	820.1	1654.9	-1623.7	-789.9
febrero	-1.2	-2878.0	820.1	1654.9	-2057.9	-1224.1
marzo	-1.6	-3859.8	820.1	1654.9	-3039.7	-2205.9
abril	-1.2	-3025.3	820.1	1654.9	-2205.1	-1371.4
mayo	-0.4	-882.6	820.1	1654.9	-62.4	+771.3
junio	-0.1	-202.0	820.1	1654.9	+618.1	+1451.8
julio	-0.4	-909.6	820.1	1654.9	-89.4	+744.3
agosto	-0.7	-167.9	820.1	1654.9	+652.2	+1485.9
septiembre	+0.9	+2276.2	820.1	1654.9	+3096.4	+3930.1
octubre	-0.3	-723.2	820.1	1654.9	+97.0	+930.7
noviembre	-0.6	-1380.7	820.1	1654.9	-560.6	+273.2
diciembre	-0.8	-2081.4	820.1	1654.9	-1261.3	-427.5
total anual	-6.6	-16278	9841.7	19846.5	-6436.4	+3568.5

(*) todas las cifras están expresadas en miles de metros cúbicos por mes

Como se puede apreciar en el cuadro, si se toma el caudal mínimo, existen meses en los que hay un excedente de agua que podría ser almacenada, sin embargo es suficiente para hacer positivo el saldo anual, es decir no alcanzaría para suplir la demanda de agua para las 2477 Ha, pero alcanzaría para regar aproximadamente 1500 hectáreas. Esto nos da una clara idea del potencial mínimo que tienen la Quebrada de Santa Inés y el Río Leotuna.

Si para los cálculos se considera los caudales promedios, existe un saldo anual positivo, indicando que las fuentes de agua estudiadas podrían suplir la demanda de agua para las 2477 Ha, habiendo un saldo total anual positivo que podría utilizarse incluso en otros valles donde no exista suficiente cantidad de agua.

V. CONCLUSIONES

Debido a las características de la tierra en el valle de El Zamorano, la mayor parte de su área es apta para agricultura de regadío, considerando los Tipos de Uso de Tierra propuestos en el estudio.

Los recursos suelo y agua en el valle de El Zamorano están siendo subutilizados, ya que las tierras regadas apenas representan el 26% del potencial existente. Además el uso actual de la tierra no coincide con el uso que permita obtener sus mejores beneficios, ya que tierras de vocación agrícola están siendo usadas para pastoreo.

El valle de El Zamorano no cuenta con una precipitación bien distribuida en el año, teniendo una época seca bien diferenciada y pronunciada. Sin embargo, si se almacenara el exceso de escorrentía producido en la época lluviosa, se tendría suficiente agua para regar por lo menos más de la mitad del valle durante un año.

El valle de El Zamorano cuenta con suficientes fuentes de agua superficial para cubrir los requerimientos de agua proyectados en las 2477 has, bajo los cultivos propuestos.

La calidad del agua de las principales fuentes en el valle (Quebrada de Santa Inés y Río Leotuna) es muy buena para el riego, manteniéndose por arriba de los estándares recomendados, tanto en la época seca como en la lluviosa.

La metodología usada por la FAO se adaptó bien a los objetivos buscados en el estudio. Siendo su principal fortaleza, el uso específico que se le quiere dar a la tierra y la flexibilidad con la que ésta puede adaptarse a la información disponible. Su empleo en estudios similares es recomendado.

A parte de los factores que se consideran en la Evaluación de Tierras, los Tipos de Uso de Tierra propuestos influyen en la cantidad de tierra seleccionada como apta para riego. Los TUTs seleccionados para este estudio, si coinciden con la realidad existente en el valle, con la excepción del arroz y del café.

Finalmente se puede concluir que el valle cuenta con los recursos agua y suelo necesarios para poder llevar a cabo un plan de riego a gran escala que responda adecuadamente a su manejo.

VI. RECOMENDACIONES

La Escuela Agrícola Panamericana, como líder en el desarrollo sostenible de la Región del Yegüare, debería tomar la iniciativa para:

Crear una base de datos centralizada de los recursos naturales existentes y potenciales de la región, ya que toda la información que se obtuvo para el presente estudio se encontraba dispersa en varias instituciones de Tegucigalpa y organismos de la E.A.P.

Gestionar el monitoreo de los principales recursos de la región, en especial la Quebrada de Santa Inés, recurso de gran potencial que aún no se conoce a fondo.

Generar estrategias para prevenir la escasez de agua en el valle y así poder evitar a tiempo los principales problemas que se pueden dar en la Región por la falta de agua.

Iniciar el establecimiento de un Comité de manejo de agua del valle, que involucre la participación del sector privado y estatal.

En general se recomienda:

Estudiar a fondo la tenencia de tierra en el valle, para que ésta no sea una limitante en el caso de que se formule un plan de riego.

Proteger las zonas de recarga de las principales fuentes de agua del valle, para asegurar la producción de agua en el largo plazo, mediante el rehabilitamiento de la cobertura vegetal las zonas altas donde esta se encuentre ausente y mediante programas de utilización racional de los bosques.

Estudiar la factibilidad de construir un embalse que permita almacenar suficiente cantidad de agua, para satisfacer las necesidades futuras del valle y sus alrededores.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- ARCE, A. 1996. Mapeo y Evaluación del uso de la tierra en la Escuela Agrícola Panamericana (EAP). Tesis de Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 61 p.
- BAUMEISTER, E. et.al. 1996. El agro hondureño y su futuro. Editorial Guaymuras. Primera Edición. Tegucigalpa, Honduras. 323 p.
- BREVER, A. y NETZBAND, A. 1980. Small scale irrigation. German Appropriate Technology Exchange (GATE). Eschborn, Alemania. 97 p.
- CADESCA. 1990. Programa Seguridad Alimentaria (PSA) del Istmo Centroamericano. CCE-Gobierno de Francia. Centroamérica ante el reto de la seguridad alimentaria Informe de resultados. Panamá, Panamá. 73 p.
- DEPARTMENT of the interior bureau of reclamation manual, USA. 1963. Manual de clasificación de tierras con fines de riego. Traducido por: Antonio Estrada. Caracas, Venezuela. v.5:2. 150 p.
- DIRECCIÓN Ejecutiva del Catastro Nacional. 1989. Estudio de suelos a semidetalle del valle del Zamorano. Tegucigalpa, Honduras. 107 p.
- _____. 1981. Manual de Suelos. Tegucigalpa, Honduras. Tomo 1. 201 p.
- DIRECCIÓN de Recursos Hídricos. 1989. Plan Preliminar de Riego y Drenaje. Secretaría de Estado en el Despacho de Recursos Naturales, Tegucigalpa, Honduras. 66 p.
- _____. 1988. Monografía de la Cuenca del Río Choluteca; Plan Nacional de Riego y Drenaje. Secretaría de Estado en el Despacho de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras. v.12:1. 480 p.
- _____. 1988. Proyecto Desarrollo de Riego. Secretaría de Recursos Naturales. Tegucigalpa, Honduras. p 2.
- DOORENBOS, J. y PRUITT, W. 1975. Crop water requirements. Rome, Italy. 179 p.

- FAO. 1979. Soil survey investigations for irrigation. Soils resources, management and conservation service land and water development division. Soils Bulletin # 42. Roma, Italia. 188 p.
- _____. 1995. Use of Remote Sensing techniques in irrigation and drainage. Water reports 4. Cemagref. Roma, Italia.
- _____. 1976. Esquema para la evaluación de tierras. Boletín de suelos. Roma, Italia. 66 p.
- _____. 1987. Precedings of the Consultation on irrigation in África. Irrigation and drainage paper # 42. Rome, Italy. 205 p.
- _____. 1990. Evaluación de tierras para agricultura en regadío; directivas. Roma Italia. 289 p.
- FASSBENDER, H.W.y BORNEMISZA, E. 1987. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. IICA. Segunda Edición. San José, Costa Rica. 404 p.
- GREENBERG, A.; CLESCERI, L.y EATON, A. 1992. Standard Methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association. 18th Edition, 333.91, S 24. Washington, USA. 1520 p.
- HAGAN, R.M.; HAISE, H.R.; EDMINSTER, T.W. y DINAUER, R.C. 1967. Irrigation of Agricultural lands. Quinta impresión, 1987. The American Society of Agronomy, Inc. Selection of Land for Irrigation. Wisconsin, U.S.A. 1180 p. (p 125-173).
- HARGREAVES, G.H.,SAMANI, Z.A. (s.f.) Irrigation Fundamentals; An applied technology Text for teaching irrigation at the non-professional level. Monografía de la Biblioteca de la E.A.P., 115 p.
- IICA. 1981. Programa de Aprovechamiento y Manejo de las tierras y aguas en Honduras. Oficina del IICA en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. p 77-78.
- JENSEN, M.E.; HARRISON, M.D.; CORVEN, H.C. and ROBINSON, F.E. 1983. Design and operation of farm irrigation systems. Editado por Jensen M.E. An ASAE monograph, number 3 in a series published American Society of Agricultural Engineers. The role of irrigation in food and fiber production. Michigan, U.S.A. 829 p. (p 15-41).
- MARSHALL, T.J. y HOLMES, J.W. 1979. Soil physics. Cambridge University Press. First Published. London, Great Britain. 338 p.

- MILLAR, A.A. 1993. Ambiente y sostenibilidad de la agricultura bajo riego en Brasil. # 37 del IICA. San José, Costa Rica.
- PAGOADA, B. 1980. Estrategia para el aprovechamiento óptimo de los recursos hídricos en Honduras. Tesis de Grado. Universidad Autónoma de Honduras. Tegucigalpa, Honduras. p 63-85.
- RITCHERS, E. J. 1995. Manejo del Uso de la Tierra en América Central. Hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 439 p.
- SVENDSON, M. 1992. Sustainability in irrigated agriculture. Staff Working paper 10. IFAD International fund for agricultural development. Roma, Italia. 7 p.
- SYS, C.; VAN RANST, E.; DEBAVEYE, J. y BEERNAERT, F. 1993. Land Evaluation, Part III. Crop Requirements. Agricultural Publications # 7. Brussels, Belgium. 197p.
- VITTINI I, G. 1985. Seguridad alimentaria en América Latina. Instituto de estudios Internacionales Universidad de Chile. Serie de publicaciones especiales # 66. Santiago, Chile. 38 p.

ANEXOS

ANEXO 2.- Formato utilizado en el censo de productores que utilizan riego
en el valle de El Zamorano

Censo de productores que utilizan riego en el valle de El Zamorano

Nombre de la persona encuestada	
Nombre de la propiedad	
Ubicación	
Tamaño (extensión)	
Riega todo el año?	
Area irrigada	
Forma de captación del agua	
Fuente de la que proviene el agua	
Es permanente?	
Almacena agua para irrigación?	
Tipo de riego	
Cultivos a los que aplica riego	
Nombre de la persona encuestada	
Nombre de la propiedad	
Ubicación	
Tamaño (extensión)	
Riega todo el año?	
Area irrigada	
Forma de captación del agua	
Fuente de la que proviene el agua	
Es permanente?	
Almacena agua para irrigación?	
Tipo de riego	
Cultivos a los que aplica riego	

Encuesta realizada por: _____

ANEXO 3. Datos climatológicos del valle de El Zamorano

FACTOR	unidades	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	total anual	promedio mensual
precipitación	mm	6,6	7,2	11,7	46,2	148,3	184,6	127,5	153,2	198,7	120,0	44,8	17,4	1058,2	162,5
evaporación mensual	mm	140,0	162,8	221,6	210,9	184,8	137,1	145,2	134,4	123,3	124,7	104,4	113,6	1802,3	277,3
humedad relativa	%	70,0	68,0	60,0	60,0	65,0	74,0	75,0	76,0	78,0	75,0	75,0	73,0		70,6
recorrido total del viento	Km/h	4714,0	4558,0	4313,0	4384,0	3866,0	3551,0	4351,0	3589,0	2673,0	2501,0	3204,0	4228,0	46222,0	7111,1
temperatura máxima	°C	27,7	29,1	31,4	32,0	31,4	29,5	28,6	28,8	29,1	28,5	27,5	27,2		29,2
temperatura mínima	°C	14,8	15,1	16,1	18,1	19,5	19,3	19,5	18,6	18,4	17,8	16,6	15,9		17,4
brillo efectivo	total horas y décimas	205,9	202,0	260,4	213,2	198,5	167,8	168,2	190,1	173,5	194,0	191,3	181,1	2334,1	359,1

ANEXO 4. Detalle de las especificaciones de las clases de aptitud de tierra para los TDT propuestos.

TUT	nivel	pend	eros	acce	tex	dre	prof (cm)	c/c	pH (H ₂ O)	% C
HOA	A1	1-3	1	1	2-5	1	>100	>18	-	>1,2
HOA	A2	4	-	-	1	-	75-100	<16-	-	1,2-1,8
HOA	A3	-	-	-	-	-	50-75	<16+	-	<0,8
HOB	N1	-	2	2	-	2	<50	-	<4,5	-
HOB	N2	-	3-4	-	6	-	<50	-	-	-
HOB	A1	1-2	1	1	2-5	1	>100	>16	-	>1,2
HOB	A2	3	-	-	1	-	75-100	<16-	-	1,2-1,8
HOB	A3	4	-	-	-	-	50-75	<16+	-	<0,8
HOB	N1	-	2	2	-	2	<50	-	<4,5	-
HOB	N2	-	3-4	-	6	-	<50	-	-	-
MAa	A1	1-3	1	1-2	3-5,1	1	>75	>16	-	>1,2
MAa	A2	4	-	-	2	-	50-75	<16-	-	1,2-1,8
MAa	A3	-	2	-	-	-	20-50	<16+	-	<0,8
MAa	N1	-	-	-	-	2	<20	-	<4,5	-
MAa	N2	-	3-4	-	6	-	<20	-	-	-
MAB	A1	1-2	1	1	3-5,1	1	>75	>16	-	>1,2
MAB	A2	3	-	-	2	-	50-75	<16-	-	1,2-1,8
MAB	A3	4	2	-	-	-	20-50	<16+	-	<0,8
MAB	N1	-	-	2	-	2	<20	-	<4,5	-
MAB	N2	-	3-4	-	6	-	<20	-	-	-
FRA	A1	1-3	1	1-2	3-5	1	>75	>18	-	>1,2
FRA	A2	4	-	-	1-2	-	50-75	<16-	-	1,2-1,8
FRA	A3	-	2	-	-	-	20-50	<16+	-	<0,8
FRA	N1	-	-	-	2	-	<20	-	<4,5	-
FRA	N2	-	3-4	-	6	-	<20	-	-	-
FRB	A1	1-2	1	1	3-5	1	>75	>18	-	>1,2
FRB	A2	3	-	-	1-2	-	50-75	<16-	-	1,2-1,8
FRB	A3	4	2	-	-	-	20-50	<16+	-	<0,8
FRB	N1	-	-	2	-	2	<20	-	<4,5	-
FRB	N2	-	3-4	-	6	-	<20	-	-	-
ARA	A1	1-3	1	1-2	4-5	1	>90	>16	-	>1,5
ARA	A2	4	-	-	2-3,6	-	50-90	<16-	-	0,8-1,6
ARA	A3	-	2	-	1	-	20-50	<16+	-	<0,8
ARA	N1	-	-	-	2	-	<20	-	<4,5	-
ARA	N2	-	3-4	-	6	-	<20	-	-	-
ARB	A1	1	1	1	6	1-2	>75	>16	-	>1,5
ARB	A2	1	-	-	5	-	50-75	<16-	-	0,8-1,5
ARB	A3	2	2	-	-	-	20-50	<16+	-	<0,8
ARB	N1	-	-	2	-	2	<20	-	<4,5	-
ARB	N2	3-4	3-4	-	1-4	-	<20	-	<4,5	-
YUa	A1	1-3	1-2	1-2	2-5	1	>100	>16	-	>0,8
YUa	A2	4	-	-	1	-	75-100	<16-	-	<0,8
YUa	A3	-	-	-	-	-	50-75	<16+	-	-
YUa	N1	-	3	-	-	2	<50	-	<4,5	-
YUa	N2	-	4	-	6	-	<50	-	-	-
YUa	A1	1-2	1-2	1	2-5	1	>100	>16	-	>0,8
YUa	A2	3	-	-	1	-	75-100	<16-	-	<0,8
YUa	A3	4	-	-	-	-	50-75	<16+	-	-
YUa	N1	-	3	2	-	2	<50	-	<4,5	-
YUa	N2	-	4	-	6	-	<50	-	-	-
Clb	A1	1-3	1-2	1-2	1-5	1	>150	>16	-	>0,8
Clb	A2	4	-	-	-	-	100-15	<16-	-	<0,8
Clb	A3	-	3	-	-	-	75-100	<16+	-	-
Clb	N1	-	4	-	8	-	<75	-	<4,5	-
Clb	N2	-	4	-	8	-	<75	-	-	-
PCa	A1	1-3	1-2	1-2	3-5	1	>90	>18	-	>1,5
PCa	A2	4	-	-	1-2	-	50-90	<16-	-	1,0-1,5
PCa	A3	-	3	2	-	-	25-50	<16+	-	<1,0
PCa	N1	-	-	-	2	-	<25	-	<4,5	-
PCa	N2	-	4	-	6	-	<25	-	-	-
PCb	A1	1-2	1	1	3-5	1	>90	>18	-	>1,5
PCb	A2	3	2	-	1-2	-	50-90	<16-	-	1,0-1,5
PCb	A3	4	-	-	-	-	25-50	<16+	-	<1,0
PCb	N1	-	-	2	-	2	<25	-	<4,5	-
PCb	N2	-	3-4	-	6	-	<25	-	-	-
PLa	A1	1-3	1-2	1-2	4-5	1	>75	>16	-	>1,5
PLa	A2	4	-	-	3	-	50-75	<16-	-	0,8-1,5
PLa	A3	-	3	-	1-2	-	25-50	<16+	-	<0,8
PLa	N1	-	-	-	2	-	<25	-	<4,5	-
PLa	N2	-	4	-	6	-	<25	-	-	-
PLb	A1	1-2	1-2	1	4-5	1	>75	>16	-	>1,5
PLb	A2	3	-	-	3	-	50-75	<16-	-	0,8-1,5
PLb	A3	4	3	-	1-2	-	25-50	<16+	-	<0,8
PLb	N1	-	-	2	-	2	<25	-	<4,5	-
PLb	N2	-	4	-	6	-	<25	-	-	-
CAa	A1	1-3	1-2	1-2	4-5	1	>150	>16	-	>1,2
CAa	A2	4	-	-	3	-	100-15	<16-	-	0,8-1,2
CAa	A3	-	3	-	-	-	50-100	<16+	-	<0,8
CAa	N1	-	-	-	2	-	<50	-	<4,5	-
CAa	N2	-	4	-	1-6	-	<50	-	-	-

ver especificaciones de las clases de aptitud de tierra en la página siguiente

ANEXO 4.- (continuación)
NOMENCLATURA

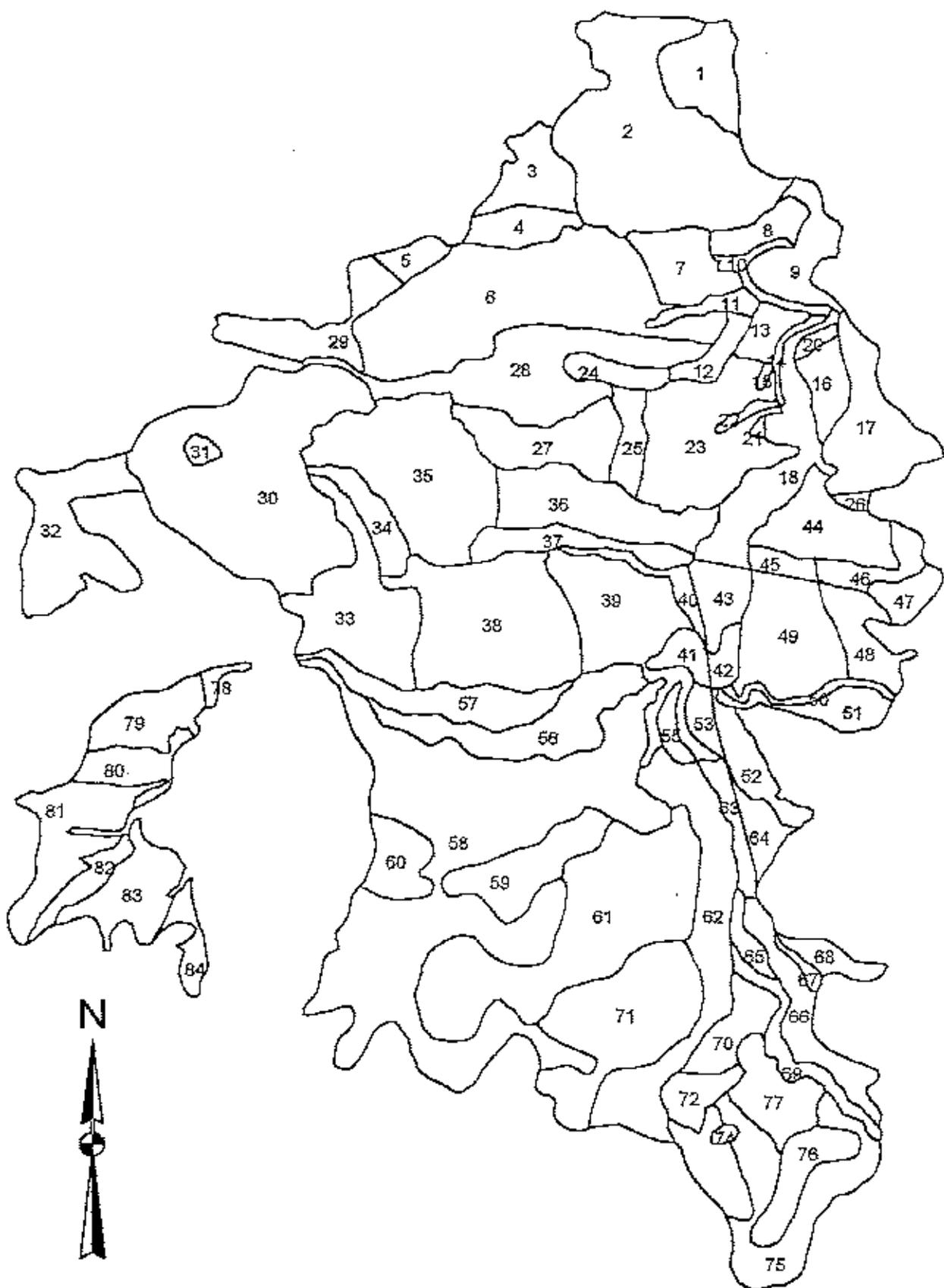
nivel	
A1	altamente apta
A2	moderadamente apta
A3	marginalmente apta
N1	marginalmente no apta
N2	permanentemente no apta
pend	
pendiente	%
	1 0-2
	2 2-5
	3 5-10
	4 10-15
eros	
erosión	tomado de DEC, 1981
1	ligeramente erosionada, suelos que tienen muy pocos arroyuelos o un horizonte A delgado o grueso. Normalmente son suelos con horizonte A o que lo han perdido hasta en un 25%.
2	moderadamente erosionada, suelos que tienen muchos arroyuelos y muchas cárcavas poco profundas. La capa arable consiste totalmente del horizonte A y una parte del horizonte B. Aproximadamente del 25 al 75% del horizonte A ha sido removido.
3	severamente erosionada, suelos que no tienen el horizonte A, este se ha perdido totalmente. La capa arable consiste del horizonte B y otros horizontes, tienen muchas cárcavas poco profundas. Normalmente se ha perdido todo el horizonte A y parte del B.
4	carcavas, suelos que tiene muchas zanjas profundas, hechas por las avenidas de agua, el perfil del suelo normalmente ha sido destruido por las cárcavas
acce	
acceso	1 tierras con vía transitable todo el año distancia <1Km 2 tierras con vía transitable todo el año distancia >1Km
tex	
textura	
1	uF
2	Fa
3	FAa
4	F
5	FA
6	A
dre	
drenaje	1 bueno, agua removida del suelo fácilmente, pero no rápidamente, suelos están libres de 2 imperfecto
prof	profundidad de suelo en centímetros
CIC	medido a 50 cm de profundidad
pH y %C	medido a 25cm de profundidad

ANEXO 5. Características de las Unidades de Tierra

unidad de tierra	SERIE_TIPO ¹	pend	eros	acce	tax	dra	prof (cm)	cic	pH H ₂ O	% C	unidad de tierra	SERIE_TIPO ¹	pend	eros	acce	tax	dra	prof (cm)	cic	pH H ₂ O	% O
1	El Llano	4	3	2	5	1	85	29,10	4,5	2,60	42	Monte Redondo	1	1	2	4	2	57	38,00	4,7	0,40
2	El Llano	2	2	2	5	1	85	29,10	4,5	2,60	43	Río Pujaca	1	1	2	2	1	123	43,00	5,1	1,48
3	Quebrada Suyatillo	2	2	2	4	1	20	18,30	4,1	1,81	44	Cabrío	1	1	1	5	2	120	25,00	5,2	0,51
4	Quebrada Suyatillo	2	2	3	4	1	20	18,30	4,1	1,61	45	Santa Clara	1	1	1	1	1	105	14,60	5,4	2,34
5	Quebrada Suyatillo	2	2	2	4	1	20	18,30	4,1	1,61	46	Quebrada Suyatillo	1	1	1	4	1	20	18,30	4,1	1,81
6	Jicafillo	1	1	1	3	1	60	19,30	4,8	1,88	47	Quebrada Suyatillo	4	2	1	4	1	20	18,30	4,1	1,81
7	Jicafillo	1	1	2	3	1	60	19,30	4,8	1,88	48	Quebrada Suyatillo	2	2	2	4	1	20	18,30	4,1	1,81
8	El Llano	2	2	2	5	1	85	29,10	4,5	2,60	48	Santa Clara	1	1	2	1	1	105	14,60	5,4	2,34
9	Monte Redondo	1	1	2	4	2	57	36,00	4,7	0,40	50	Tierra Deteriorada	4	4	2	6	2	0	0,00	0,0	0,00
10	Tierra Deteriorada	4	4	2	6	2	0	0,00	0,0	0,00	51	Quebrada Suyatillo	1	1	2	4	1	70	18,30	4,1	1,81
11	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00	52	Santa Clara	1	1	2	1	1	130	14,60	5,4	2,34
12	El Matasano	1	1	1	2	1	61	33,30	4,9	1,98	53	Santa Clara	1	1	1	1	1	130	14,60	5,4	2,34
13	Jicafillo	1	1	1	3	1	50	19,30	4,9	1,98	55	Agromonia	2	2	1	6	1	112	24,00	5,0	0,89
14	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00	50	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48
15	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00	57	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48
16	Agromonia	1	1	1	6	1	112	24,00	5,0	0,89	58	Los Gallardo	1	1	1	3	1	110	59,00	5,3	1,48
17	Agromonia	1	1	1	3	1	50	19,30	4,9	1,98	59	Río La Orilla	1	1	1	2	1	52	17,00	4,4	0,53
18	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48	60	El Rincon	1	1	1	5	1	35	37,80	5,0	1,43
20	Agromonia	2	2	1	6	1	112	24,00	5,0	0,89	61	Bufalo	1	1	1	6	1	110	34,00	5,6	1,88
21	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00	62	Agromonia	1	1	1	6	1	112	24,00	5,0	0,89
22	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00	63	El Matasano	1	1	1	2	1	81	33,30	4,9	1,88
23	Cabrío	1	1	1	5	2	120	25,00	5,2	0,51	64	El Matasano	1	1	2	2	1	81	33,30	4,9	1,88
24	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48	65	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48
25	Río Yeguaré	1	1	1	3	1	64	23,80	5,0	1,40	66	Río Yeguaré	1	1	1	3	1	64	23,80	5,0	1,40
26	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00	67	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00
27	Agromonia	1	1	1	6	1	112	24,00	5,0	0,89	68	Río Yeguaré	1	1	1	3	1	64	23,80	5,0	1,40
28	Cabrío	1	1	1	5	2	120	25,00	5,2	0,51	69	Tierra Deteriorada	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00
29	Quebrada Suyatillo	2	2	1	4	1	20	18,30	4,1	1,61	70	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48
30	Polén	3	2	1	4	1	20	32,30	4,7	1,14	71	San Francisco	1	1	1	3	1	108	15,50	4,3	0,68
31	Cerros No Incluidos	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00	72	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48
32	Polén	3	2	1	4	1	20	32,30	4,7	5,52	73	Río Yeguaré	1	1	1	3	1	64	23,80	5,0	1,40
33	Río La Orilla	1	1	1	2	1	52	17,00	4,4	0,53	74	Cerros No Incluidos	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00
34	El Matasano	1	1	1	2	1	61	33,30	4,9	1,98	75	Quebrada Suyatillo	2	2	1	4	1	20	18,30	4,1	1,61
35	Quebrada Suyatillo	2	2	1	4	1	20	18,30	4,1	1,61	76	Cerros No Incluidos	4	4	1	6	2	0	0,00	0,0	0,00
36	Agromonia	1	1	1	6	1	112	24,00	5,0	0,89	77	Río Yeguaré	1	1	1	3	1	64	23,80	5,0	1,40
37	Río Yeguaré	1	1	1	3	1	64	23,80	5,0	1,40	78	Quebrada El Zapote	4	3	1	6	1	58	81,40	5,0	2,46
38	El Zamorano	1	1	1	3	1	100	21,00	4,3	1,07	79	Quebrada El Zapote	1	1	1	6	1	58	81,40	5,0	2,46
39	Bufalo	1	1	1	6	1	110	34,00	5,8	1,88	80	Quebrada El Zapote	4	3	1	6	1	58	81,40	5,0	2,46
40	Río Pujaca	1	1	1	2	1	123	43,00	5,1	1,48	81	Quebrada El Zapote	1	1	1	6	1	56	81,40	5,0	2,46
41	Monte Redondo	1	1	1	4	2	57	36,00	4,7	0,40	82	Quebrada El Zapote	2	2	1	6	1	56	81,40	5,0	2,46
											83	Quebrada El Zapote	1	1	1	6	1	56	81,40	5,0	2,46
											84	Quebrada El Zapote	1	1	2	6	1	56	81,40	5,0	2,46

¹ Clasificación según de suelos, según Estadio de Suelos en Semidiatex del valle de El Zamorano.

ANEXO 5.- Ubicación de las Unidades de Tierra determinadas



ANEXO 7.- Cálculos de la evapotranspiración potencial y de la lluvia efectiva.

mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
vel. viento (Km/mes)	4714	4558	5313	4364	3868	3551	4351	3599	2673	2601	3204	4228
vel. viento (Km/día)	152	163	171	145	125	118	140	116	89	90	107	136
HR% prom	baja											
Kp	70	66	60	60	65	74	75	75	78	75	75	73
	media	media	media	media	media	alta						
Kp	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Epan (mm/mes)	140,00	162,60	221,50	210,90	184,60	137,10	145,20	134,40	123,30	124,70	104,40	113,60
Epan (mm/día)	4,52	5,81	7,15	7,03	5,95	4,57	4,68	4,34	4,11	4,02	3,48	3,66
ETo (mm/día)	3,39	4,36	5,36	5,27	4,47	3,98	3,98	3,69	3,48	3,42	2,96	3,11
ppt mensual (mm/mes)	8,80	7,20	11,70	46,20	148,30	164,60	127,50	163,20	196,70	120,00	44,60	17,40
ppt efectiva	6,34	5,76	10,30	36,04	102,82	108,38	86,70	107,46	196,70	76,80	33,00	12,53
coeficiente	0,72	0,80	0,88	0,78	0,69	0,65	0,68	0,66	1,00	0,64	0,74	0,72

ANEXO 8. Resultados de las pruebas F y separaciones de medias

Prueba de Varianza

Parámetro	Lugar	Época	Lugar*Época
	P<0,05		
pH	0,1700	0,6464	0,2449
Conductividad	0,0102	0,4606	0,3808
Calcio	0,0144	0,2105	0,3769
Magnesio	0,0032	0,3739	0,7556
Sodio	0,0152	0,0618	0,2206
Potasio	0,6481	0,3394	0,4253
Sum. cationes	0,0153	0,2428	0,6515
Rel. CE/cat.	0,4420	0,8170	0,6282
Cloro	0,5484	0,5484	0,8379
CO ₃	0,0026	0,4438	0,2383
Sum. aniones	0,0114	0,4158	0,3914
Rel. CE/aní.	0,6761	0,8969	0,9764

Separación de medias

Parámetro	Lugar		Época	
	Leotuna	Santa Inés	seca	lluviosa
pH	7,0250a	6,6200a	6,8630a	6,7620a
Conductividad	93,0000a	52,2500b	76,2500a	69,0000a
Calcio	0,2275a	0,1025b	0,1875a	0,1425a
Magnesio	0,0825a	0,0360b	0,0625a	0,0550a
Sodio	0,6475a	0,3300b	0,5075a	0,3700a
Potasio	0,1225a	0,1100a	0,1300a	0,1025a
Sum. cationes	0,9800a	0,5420b	0,8350a	0,6870a
Rel. CE/cat.	97,1920a	90,5310a	94,8270a	92,8960a
Cloro	0,3250a	0,2875a	0,3250a	0,2875a
CO ₃	0,6625a	0,2850b	0,4975a	0,4500a
Sum. aniones	0,9875a	0,5725b	0,8225a	0,7375a
Rel. CE/aní.	94,9220a	91,0970a	93,5960a	92,4230a

medias con diferente letra fueron diferentes ($p<0,05$)

ANEXO 9. Resultados del análisis de agua para riego, realizado en el laboratorio de suelos de la E.A.P.

INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 3/03/97

Nombre: BOLIVAR CANELOS
 Domicilio ..: ZAVORANO
 Municipio ..: Eco.MORAZAN

MUESTRA: RIO YEGUARE
 # Lab. 12211

RESULTADOS ANALITICOS

F#: 1

C.E.(exces/cv): 92

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	4.008	0.200
Magnesio ...	0.971	0.020
Sodio	16.560	0.720
Potasio	5.114	0.140
NH ₄ ⁺	0.000	0.000
boro	0.000	0.000
Suma	27.015	1.140

ANIONES	mg/l	meq/l
Cloruros ...	14.184	0.400
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	33.920	0.720
NO ₃ ⁻	0.000	0.000
SO ₄ ⁻	0.000	0.000
Suma	53.104	1.120

Relacion CE/Suma cationes ..: 80.702

Relacion CE/Suma aniones ...: 82.143

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

F.#: Centro
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 58.850
 Presión Osmótica (atm): 0.031
 SAR: 1.924 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 3.221

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquioxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.200
 Relación de Sodio: 0.720
 CSR (Índice Eaton): 0.440 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 1.403 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 55.070 Agua buena.
 Normas Riverside, Blasco, Rubia ..: Cl Si

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Aguas con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Greene: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Tames: Agua dudosa.
 Normas Wilcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 2.500 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 Problema creciente en riego por superficie.



49
INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 1/04/97

AGRICULTOR

Nombre: SOLIVAR CANELOS
 Domicilio ..: ZANDRANO
 Municipio ..: RCO. MORAZAN

FUENTE: RIO YEGUARE
 # LAB. (250)

RESULTADOS ANALITICOS

PH: 7.3

C.E. (µmhos/cm): 110

CATIONES	µg/l	meq/l
Calcio	4.810	0.250
Magnesio ...	0.973	0.080
Sodio	13.570	0.390
Potasio	4.301	0.110
NH4+	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
Suma	23.653	1.020

ANIONES	µg/l	meq/l
Cloruros ...	10.638	0.300
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	44.530	0.730
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
Suma	55.168	1.030

Relacion CE/Suma cationes ..: 107.241

Relacion CE/Suma aniones ...: 106.796

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

P.H.: Ligeraente alcalino
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (µg/l): 70.100
 Presión Osmótica (atm): 0.040
 SAR: 1.475 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 2.212

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Coelimita y Sesquióxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.264
 Relación de Sodio: 0.648
 CSR (Índice Eaton): 0.410 Agua recomendable.
 Dureza (Grados Franceses): 1.603 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 65.120 Agua buena.
 Normas Riverside, Blasco, Rubin ..: Cl S1

Bajo salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Agua con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas N.Greene: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Tauxe: Agua buena.
 Normas Filcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Vg: 3.000 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 19/05/97

AGRICULTOR
 Nombre: SOLIVAR CAPELOS
 Domicilio ..: ZANORANO
 Municipio ..: ECO. MORAZAN

MUESTIA: RIO TEGUARE
 (LAB. 558)

RESULTADOS ANALITICOS

FM: 7.01

C.E. (mgos/cm): 101

CATIONES	ng/l	mg/l
Calcio	4.409	0.220
Magnesio ...	0.973	0.080
Sodio	14.030	0.610
Potasio	1.301	0.110
NH4+	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
Suma	21.713	1.020

ANIONES	mg/l	mg/l
Cloruros ...	10.638	0.300
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	14.530	0.730
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
Suma	55.168	1.030

Relacion CE/Suma cationes ..: 100,980

Relacion CE/Suma aniones ...: 100,000

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

P.H.: Ligeramente alcalino
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 65.920
 Presión Osmótica (atm): 0.037
 SAR: 1.575 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 2.363

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquióxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.242
 Relación de Sodio: 0.670
 CSX (Índice Eaton): 0.430 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 1.503 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 63.301 Agua buena.
 Normas Riverside, Elasco, Zúñiz ..: Cl Si

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Aguas con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Green: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Tanes: Agua dudosa.
 Normas Filcor: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 2.750 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 23/06/97

AGRICULTOR

Nombre: BOLIVAR CAMELOS
 Domicilio ..: ZAMORANO
 Municipio ..: FCO. MORAZAN

MOESTRA: RIO YEGUARE
 # LAB. (726)

RESULTADOS ANALITICOS

PH: 6.99

C.E.(µmhos/cm): 87

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	5.010	0.250
Magnesio ...	1.216	0.100
Sodio	11.500	0.500
Potasio	5.083	0.130
NR4+	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
Suma	22.809	0.980

ANIONES	mg/l	meq/l
Cloruros ...	10.638	0.300
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	42.700	0.700
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
Suma	53.338	1.000

Relacion CE/Suma cationes ..: 88.776

Relacion CE/Suma aniones ...: 87.000

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

P.H.: Ligeramente ácido
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 55.680
 Presión Osmótica (atm): 0.031
 SAR: 1.195 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 1.795

Para Montmorillonita no hay problemas de alcalinización.
 Para Illita y Verniculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquióxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.294
 Relación de Sodio: 0.588
 CSR (índice Eaton): 0.350 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 1.753 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 81.770 Agua buena.

Normas Riverside, Blasco, Rubia ..: Cl 81

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Agua con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Greene: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Texas: Agua dudosa.
 Normas Wilcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 2.500 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 9/07/97

AGRICULTOR

Nombre: BOLIVAR CANELOS
 Domicilio ..: ZAMORANO
 Municipio ..: FCO. MORAZAN

MUESTRA: RIO YEGUARE
 F LAB. (169)

RESULTADOS ANALITICOS

PH: 6.61

C.E.(caños/cm): 23

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	4.409	0.220
Magnesio ...	0.851	0.070
Sodio	8.740	0.380
Potasio	4.201	0.110
NH4+	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
Suma	18.201	0.780

ANIONES	mg/l	meq/l
Cloruros ...	10.638	0.300
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	10.500	0.500
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
Suma	31.138	0.800

Relacion CE/Suma cationes ..: 106.410

Relacion CE/Suma aniones ...: 103.750

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

P.H.: Ligeramente ácido
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 53.170
 Presión Osmótica (atm): 0.070
 SAR: 0.998 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 1.397

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquioxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.328
 Relación de Sodio: 0.567
 CSR (Índice Exton): 0.210 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 1.653 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 124.067 Agua buena.
 Normas Riverside, Blasco, Kobia ..: CI 51

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Agua con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos rústales muy sensibles.

Normas H.Greene: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Tanes: Agua dudosa.
 Normas Wilcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 3.143 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 3/03/97

Nombre: BOLIVAR CARELOS
 Domicilio ..: ZAMORANO
 Municipio ..: Fco. MORAZAN

MUESTRA: QUEBRADA Sta. INES
 # LAB. (226)

RESULTADOS ANALITICOS

PE: 6.13

C.E. (caños/cm): 38

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	0.200	0.010
Magnesio ...	0.355	0.030
Sodio	6.900	0.300
Potasio	3.119	0.090
NH4+	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
suma	10.984	0.430

ANIONES	mg/l	meq/l
Cloruros ...	7.092	0.200
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	13.420	0.220
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
suma	20.512	0.420

Relacion CE/suma cationes ..: 28.372

Relacion CE/suma aniones ...: 90.476

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

P.E.: Acido
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 24.320
 Presión Osmótica (atm): 0.014
 SAR: 2.121 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 1.697

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquióxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.029
 Relación de Sodio: 0.387
 CSE (Índice Eaton): 0.120 Agua retocendable.
 Dureza (Grados Franceses): 0.200 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 142.963 Agua buena.

Cl El
 Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Aguas con bajo contenido en sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Green: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Iazas: Agua dudosa.
 Normas Wilcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 0.333 Agua dudosa.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 1/04/97

AGRICULTOR

Nombre: HOLIVAR CANELOS
 Domicilio ..: ZANORANO
 Municipio ..: FCO. MORAZAN.

VUESTRA: STA. INES
 (CAB. (291))

RESULTADOS ANALITICOS

PH: 6.85

C.E. (paños/ca): 65

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	2.405	0.120
Magnesio ...	0.365	0.030
Sodio	7.660	0.420
Potasio	7.038	0.180
NH4+	0.000	0.000
Soro	0.000	0.000
Suma	19.468	0.750

ANIONES	mg/l	meq/l
Cloruros ...	14.184	0.400
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	19.520	0.320
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
Suma	33.704	0.720

Relacion CE/Suma cationes ..: 86.667

Relacion CE/Suma aniones ...: 90.278

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

P.H.: Ligeramente ácido
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 41.600
 Presión Osmótica (atm): 0.023
 SAR: 1.534 sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 2.147

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquióxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.211
 Relación de Sodio: 0.737
 CSR (Índice Eaton): 0.170 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 0.751 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 129.259 Agua buena.
 Normas Riverside, Blasco, Rubin ..: Cl S!

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Agua con bajo contenido en Sodio, se uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Greene: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Tames: Agua dudosa.
 Normas Filcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 4.000 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 19/05/97

AGRICULTOR

Nombre: BOLIVAR CANELOS
 Domicilio ..: ZAMORANO
 Municipio ..: FCO. MORAZAN

MOESTRA: STA. INES
 # LAB. (559)

RESULTADOS ANALITICOS

PH: 6.64

C.E. (micro/cm): 62

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	2.405	0.120
Magnesio ...	0.245	0.030
Sodio	11.730	0.510
Potasio	4.301	0.110
NO ₃ ⁻	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
Suma	18.801	0.770

ANIONES	mg/l	meq/l
Cloruros ...	14.184	0.400
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	20.740	0.340
NO ₂ ⁻	0.000	0.000
NO ₃ ⁻	0.000	0.000
Suma	34.924	0.740

Relacion CE/suma cationes ..: 80.519

Relacion CE/suma aniones ..: 83.784

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

F.R.: Ligeramente ácido
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 39.680
 Presión Osmótica (atm): 0.022
 SAR: 1.862 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 2.607

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquioxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.182
 Relación de Sodio: 0.773
 CSR (Índice Eaton): 0.190 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 0.751 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 92.058 Agua buena.
 Normas Riverside, Blasco, Robia ..: CI 51

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Aguas con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Greene: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Texas: Agua dudosa.
 Normas Wilcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 4.000 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 23/06/97

AGRICULTOR

Nombre: BOLIVAR CANELOS
 Domicilio ..: ZAMORANO
 Municipio ..: FCO. MORAZAN

MUESTRA: STA. INES
 # LAB. 727

RESULTADOS ANALITICOS

PH: 6.33

C.E. (µmhos/cm): 46

CATIONES	µg/l	meq/l
Calcio	2.806	0.140
Magnesio ...	0.486	0.040
Sodio	6.900	0.300
Potasio	2.737	0.070
NH4+	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
Suma	12.929	0.550

ANIONES	µg/l	meq/l
Cloruros ...	2.865	0.250
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos ..	0.000	0.000
Bicarbonatos	13.100	0.300
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
Suma	21.165	0.550

Relacion CE/Suma cationes ..: 83.636

Relacion CE/Suma aniones ...: 83.636

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

p.H.: Ligeramente ácido
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales Totales (µg/l): 29.440
 Presión Osmótica (atm): 0.017
 SAR: 1.000 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 1.000

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Verniculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Secuóbridos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.292
 Relación de Sodio: 0.425
 CSR (Índice Eaton): 0.120 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 0.902 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 162.926 Agua buena.
 Normas Riverside, Blasco, Rwbia ..: Cl 51

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Aguas con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Greene: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Tames: Agua dudosa.
 Normas Wilcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Kg: 3.500 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



INTERPRETACION DE ANALISIS DE AGUA

Fecha ...: 9/07/97

AGRICULTOR

Nombre: BOLIVAR CANELOS
 Domicilio ..: ZAKORANO
 Municipio ..: FCO. VORAZAN

MUESTRA: STA. INES
 † LAB. (770)

RESULTADOS ANALITICOS

PH: 6.57

C.E. (mmhos/cm): 60

CATIONES	mg/l	meq/l
Calcio	2.806	0.140
Magnesio ...	0.486	0.040
Sodio	6.900	0.300
Potasio	1.910	0.100
NE4+	0.000	0.000
Boro	0.000	0.000
Suma	14.102	0.580

ANIONES	mg/l	meq/l
Cloruros ...	10.638	0.300
Sulfatos ...	0.000	0.000
Carbonatos .	0.000	0.000
Bicarbonatos	18.300	0.300
NO3-	0.000	0.000
NO2-	0.000	0.000
Suma	28.938	0.600

Relacion CE/Suma cationes ..: 103.448

Relacion CE/Suma aniones ...: 100.000

ANALISIS CORRECTO

INTERPRETACION

P.H.: Ligeramente ácido
 C.E.: No hay problema de salinización
 Sales totales (mg/l): 38.400
 Presión Osmótica (atm): 0.022
 SAR: 1.000 Sin riesgo de alcalinización
 SAR ajustado: 1.200

Para Montmorillonita no hay problema de alcalinización.
 Para Illita y Vermiculita no hay problema de alcalinización.
 Para Caolinita y Sesquióxidos no hay problema de alcalinización.

Relación de Calcio: 0.192
 Relación de Sodio: 0.625
 CSR (Índice Eaton): 0.120 Agua recomendable.
 Dureza (Grados franceses): 0.902 Agua muy dulce.
 Índice de Scott: 191.765 Agua buena.
 Normas Riverside, Blanco, Rubia ..: Cl 51

Baja salinidad, se pueden regar todos los cultivos y suelos salvo los de mal drenaje.

Agua con bajo contenido en Sodio, su uso no presenta problemas, solo en algunos frutales muy sensibles.

Normas H.Green: Agua buena calidad.
 Recomendaciones Tames: Agua dudosa.
 Normas Wilcox: Agua de excelente a buena.
 Relación Ca/Mg: 3.500 Agua buena.
 Fitotoxicidad por Boro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Cloro: No hay problema.
 Fitotoxicidad por Sodio: Sin problemas en riego por aspersión.
 No hay problemas en riegos de superficie.



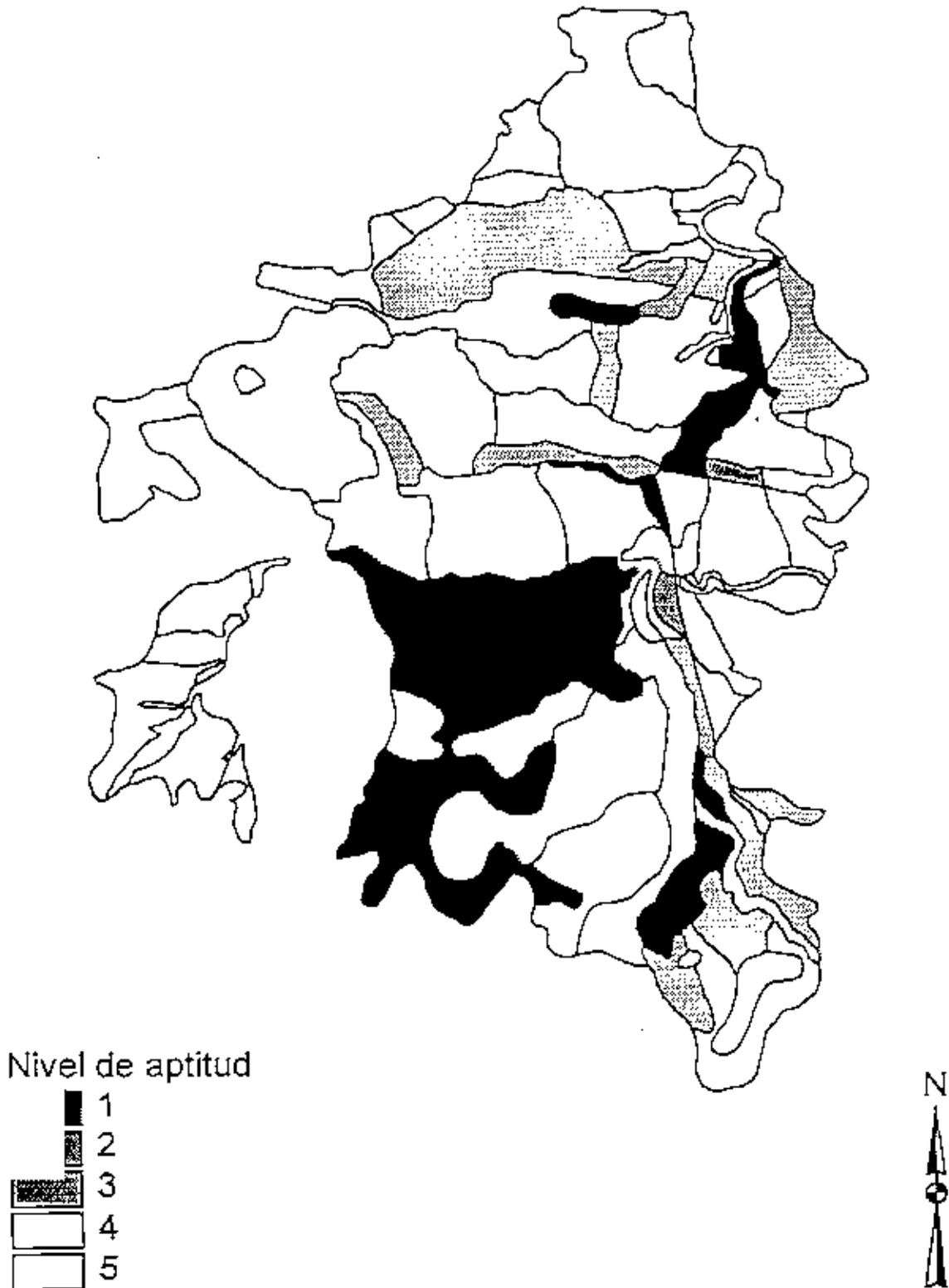
unidad de fidei	HOa	HOb	MAa	MAB	FRA	FRb	ARa	ARb	YUa	YUb	Clb	PCa	PCb	PLa	PLb	CAa	mejor aplicad	TUTs
45	2	2	1	1	2	2	3	5	2	2	2	2	2	3	3	5	1	MAab
46	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
47	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
48	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	
49	4	4	1	4	2	4	3	4	2	4	5	2	4	3	4	5	1	MAa
50	5	6	5	6	5	5	6	5	5	5	6	5	5	5	5	6	6	
51	5	6	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	6	5	4	
52	4	4	4	4	2	4	2	4	1	4	2	2	4	3	4	6	1	MAa
53	2	2	1	1	2	2	3	5	2	2	2	2	2	3	3	5	1	MAab
55	5	6	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	6	3	ARab
56	1	1	2	2	2	2	2	5	1	1	2	2	2	3	3	3	1	HOab, YUab
57	1	1	1	1	1	1	1	2	5	1	1	2	2	3	3	3	1	HOab, YUab
58	1	1	1	1	1	1	1	2	5	1	1	2	1	2	2	2	1	HOab, MAab, FRab, YUab, PCab
59	1	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	
60	5	5	3	3	3	3	3	3	5	5	5	3	3	3	3	5	3	MAab, FRab, ARab, PCab, PLab
61	5	5	5	5	5	5	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	2	ARab
62	5	6	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	ARab
63	3	3	2	2	2	2	2	5	3	3	6	2	2	3	3	3	2	MAab, FRab, ARa, PCab
64	4	4	2	4	2	4	2	4	3	4	5	2	4	3	4	3	2	MAa, FRa, ARa, PCa
65	1	1	2	2	2	2	2	5	1	1	2	2	2	3	3	3	1	HOab, YUab
66	3	3	2	2	2	2	2	5	3	3	3	2	2	2	2	3	2	MAab, FRab, ARa, PCab, PLab
67	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	
68	3	3	2	2	2	2	2	5	3	3	5	2	2	2	2	3	2	MAab, FRab, ARa, PCab, PLab
69	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
70	1	1	2	2	2	2	2	5	1	1	2	2	2	3	3	3	1	HOab, YUab
71	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	
72	1	1	2	2	2	2	2	5	1	1	2	2	2	3	3	3	1	HOab, YUab
73	3	3	2	2	2	2	2	5	3	3	5	2	2	2	2	3	2	MAab, FRab, ARa, PCab, PLab
74	5	6	6	6	6	6	6	5	6	5	5	5	5	5	5	6	5	
75	5	5	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	6	4	
76	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	
77	3	3	2	2	2	2	2	5	3	3	5	2	2	2	2	3	2	MAab, FRab, ARa, PCab, PLab
78	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	5	
79	5	5	6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	6	2	ARab
80	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
81	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	2	ARab
82	5	5	5	5	5	5	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	3	ARab
83	5	5	5	5	5	5	5	2	5	5	5	5	5	5	5	5	2	ARab
84	5	6	5	5	5	5	2	4	5	5	5	5	5	5	5	5	2	ARa
4,0	4,0	4,0	3,5	3,7	3,6	3,7	3,3	4,4	3,8	4,0	4,4	3,7	3,9	3,9	4,1	4,2	2,9	

ANEXO 11. Ubicación de las diferentes Unidades de Tierra, con sus niveles de aptitud para cada TUT.

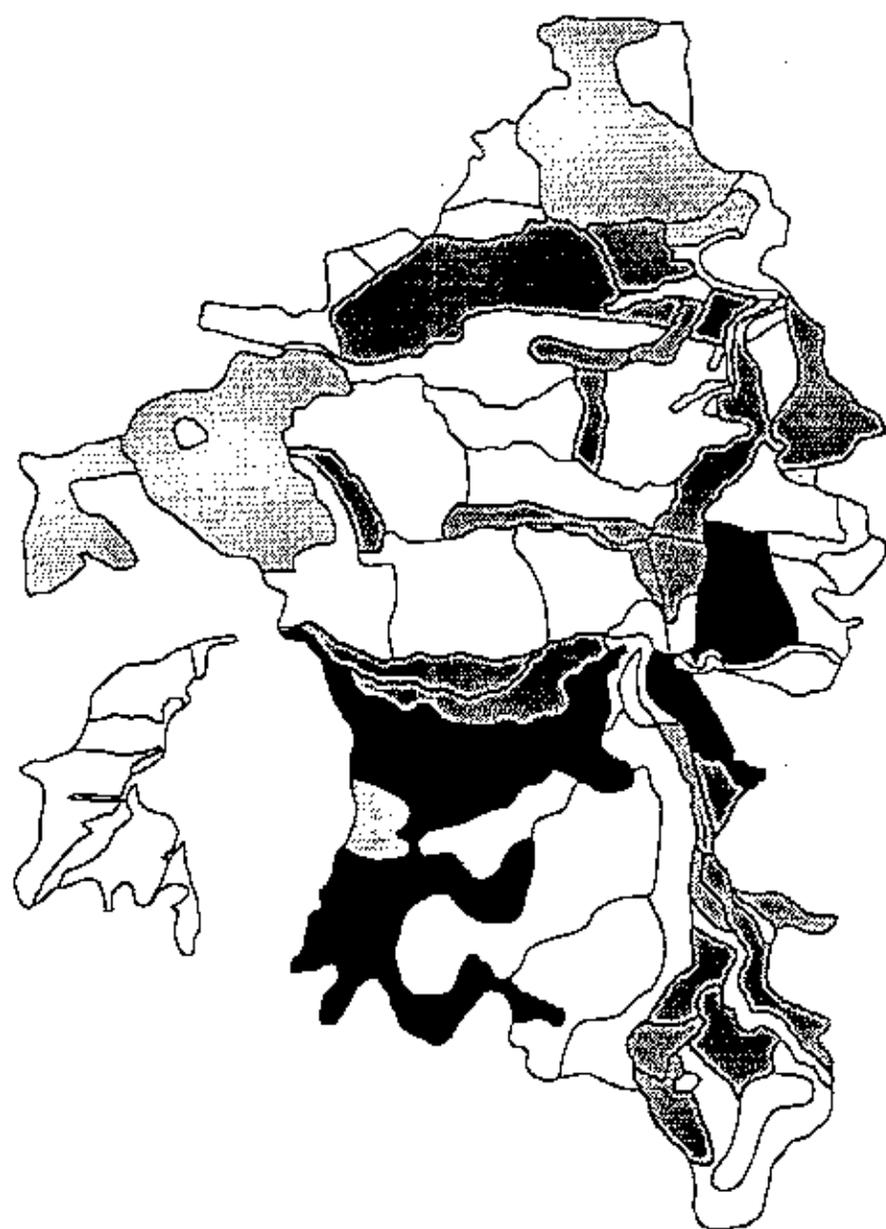
para todos los mapas...

Nivel de aptitud	Descripción	Nomenclatura
1	altamente apta	A1
2	moderadamente apta	A2
3	marginamente apta	A3
4	marginamente no apta	N1
5	permanentemente no apta	N2

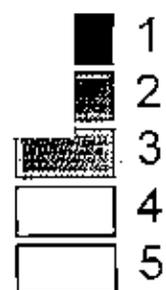
Anexo II. TUT Hortalizas



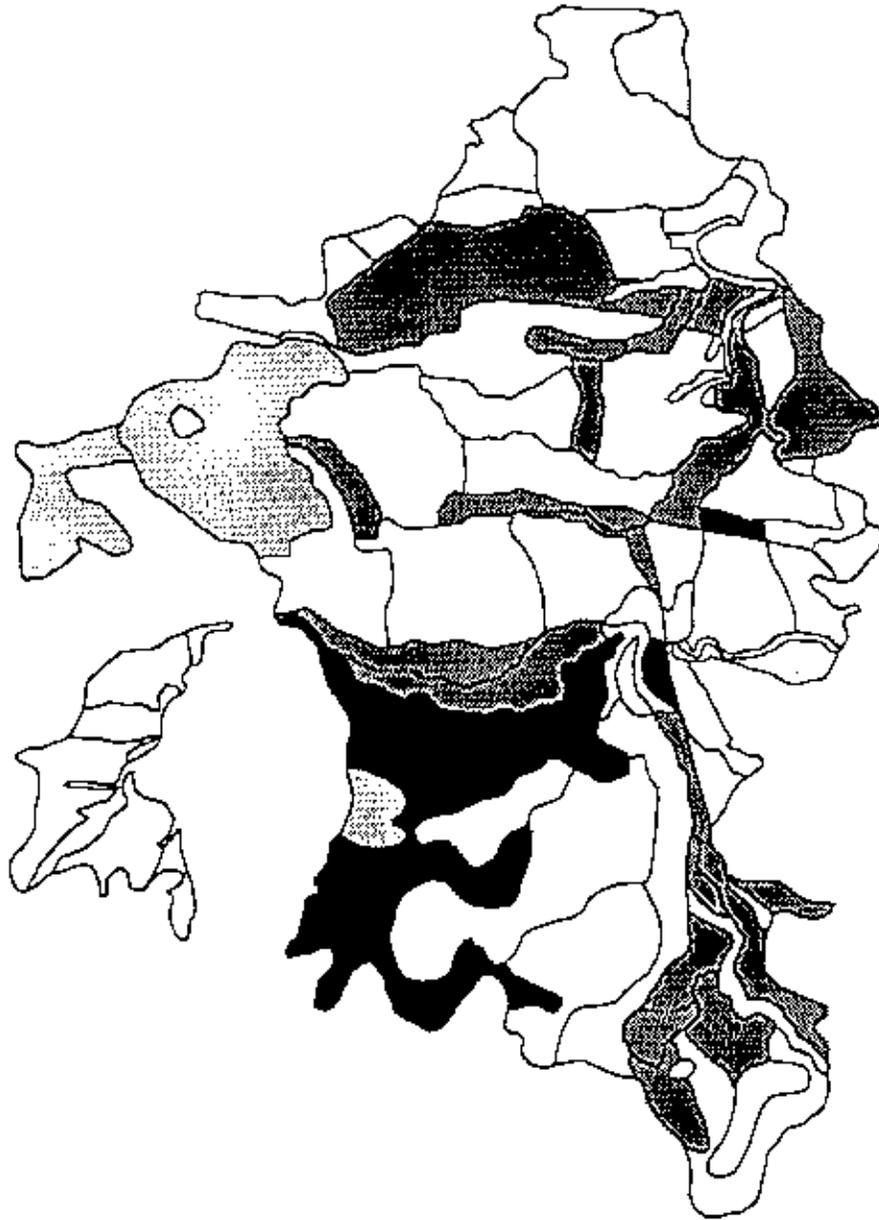
Anexo 11. TUT Maiz de baja intensidad



Nivel de aptitud



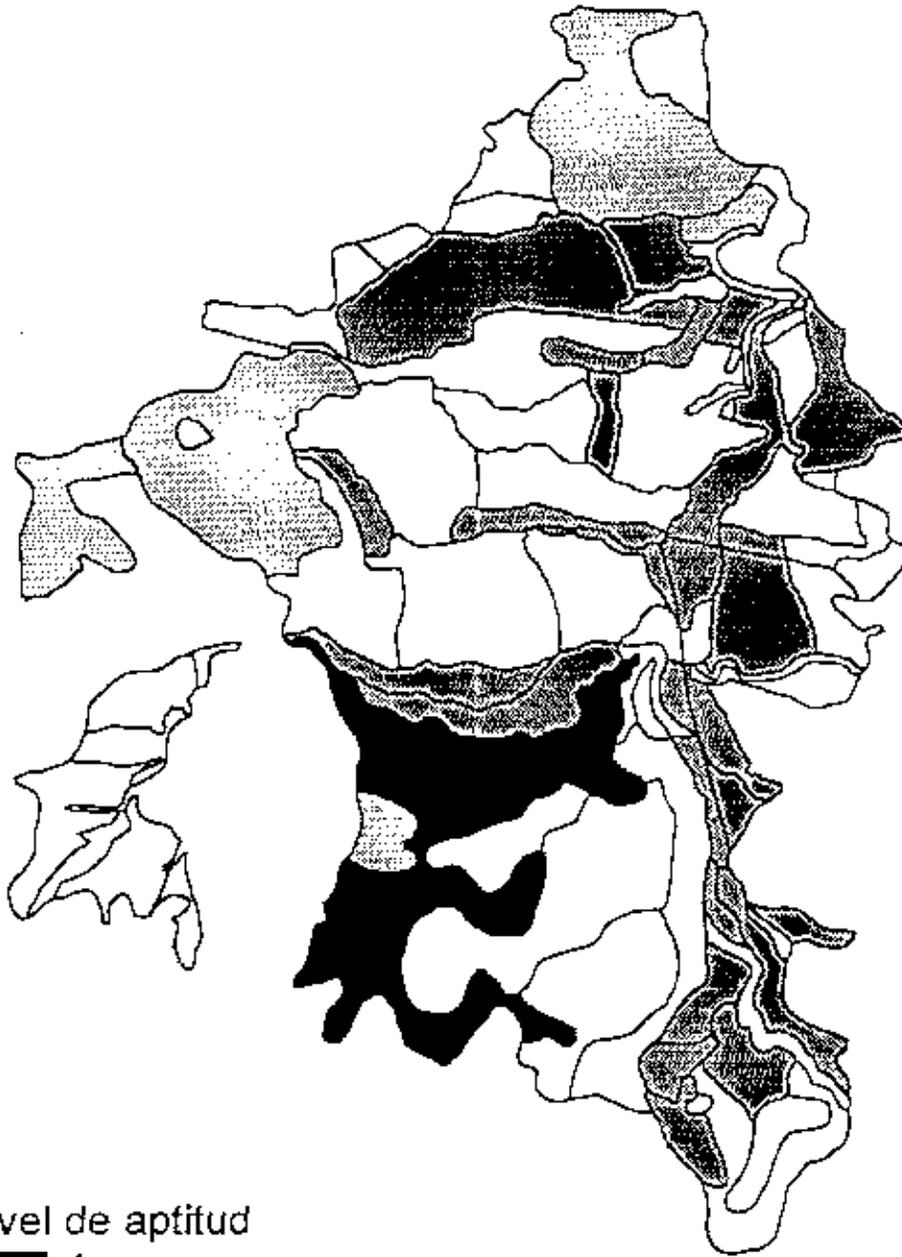
Anexo 11 TUT Maíz de alta intensidad



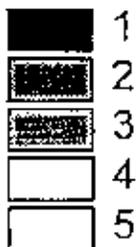
Nivel de aptitud



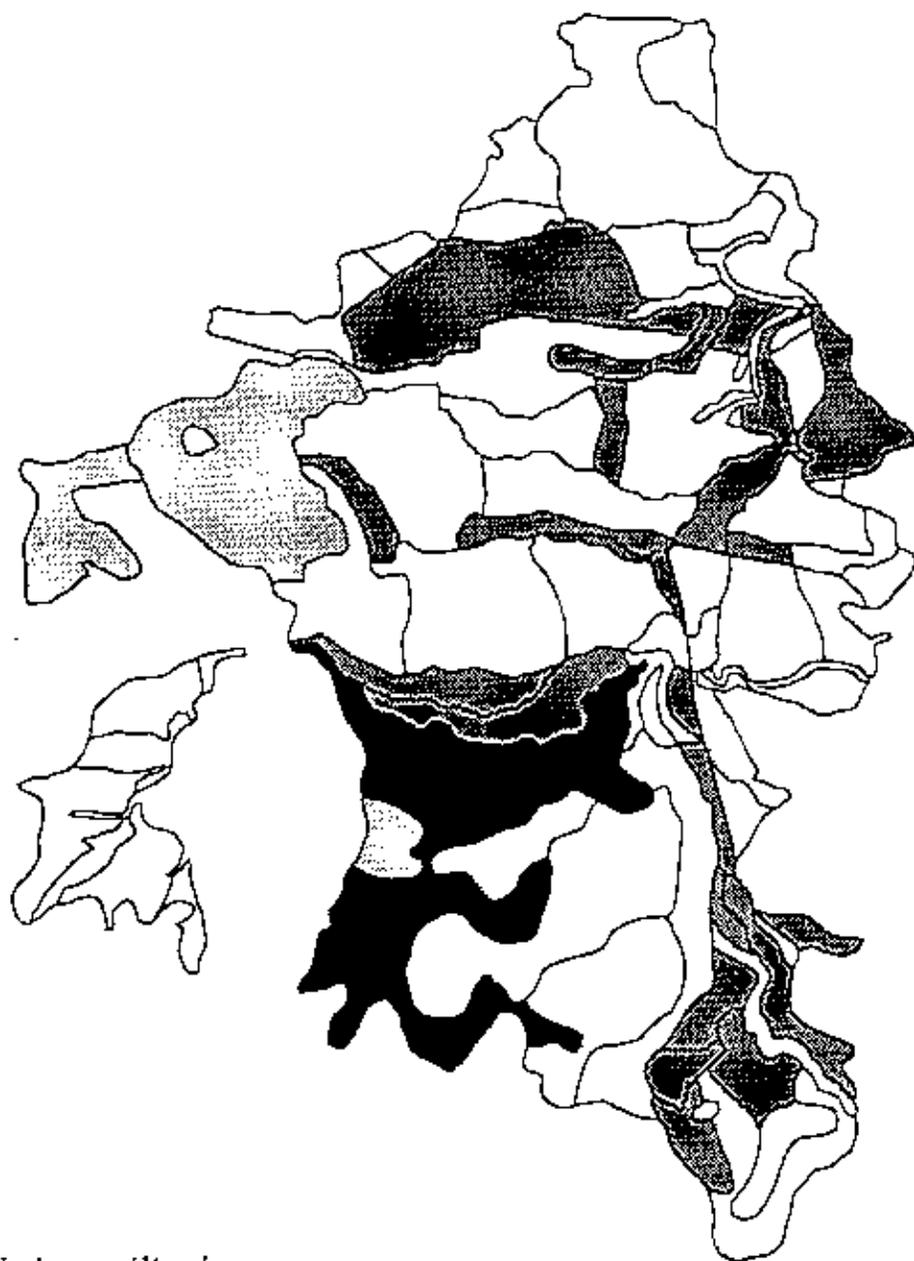
Anexo 11. TUT Frijol de baja intensidad



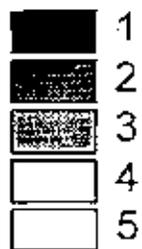
Nivel de aptitud



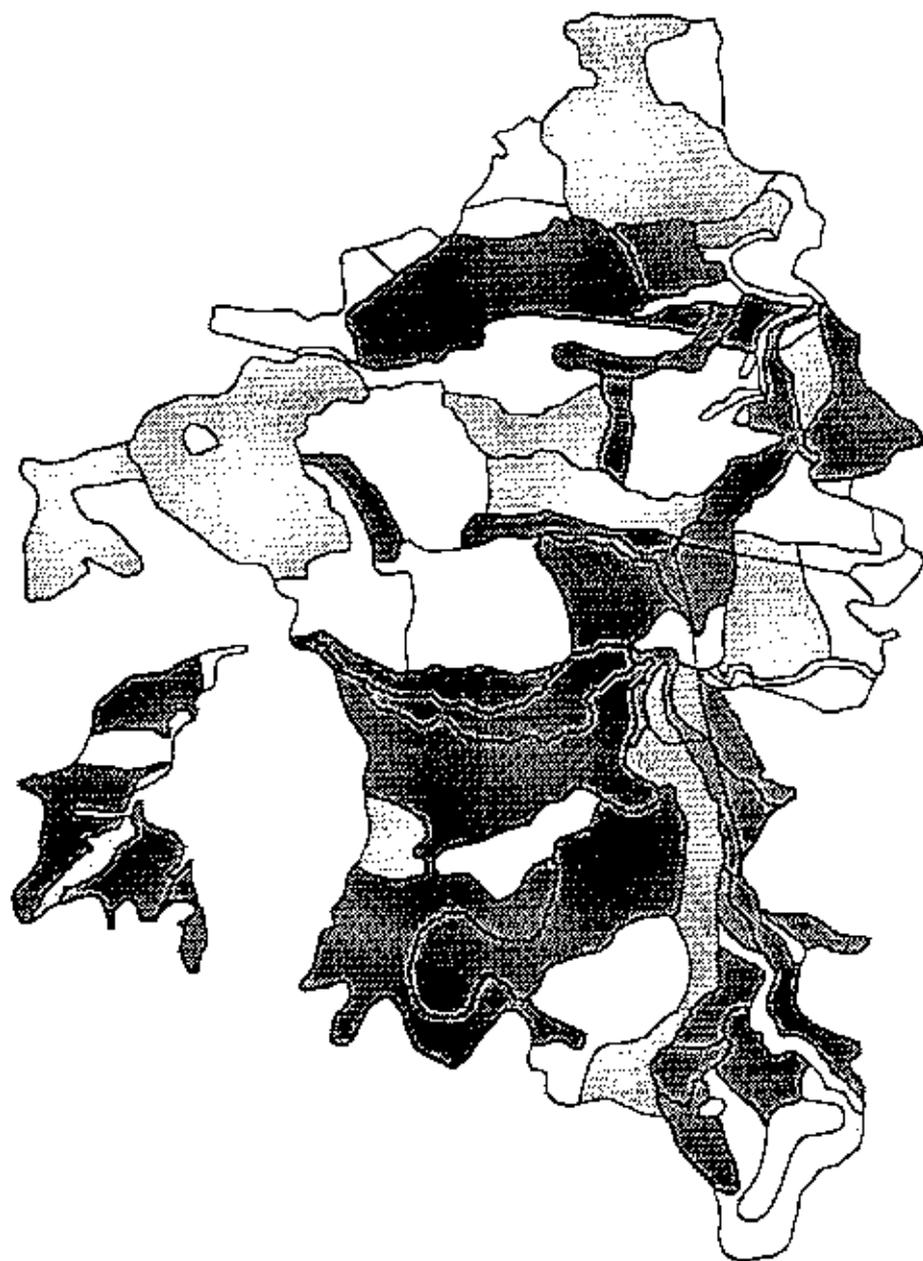
Anexo 11. TUT Frijol de alta intensidad



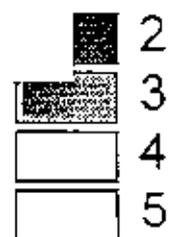
Nivel de aptitud



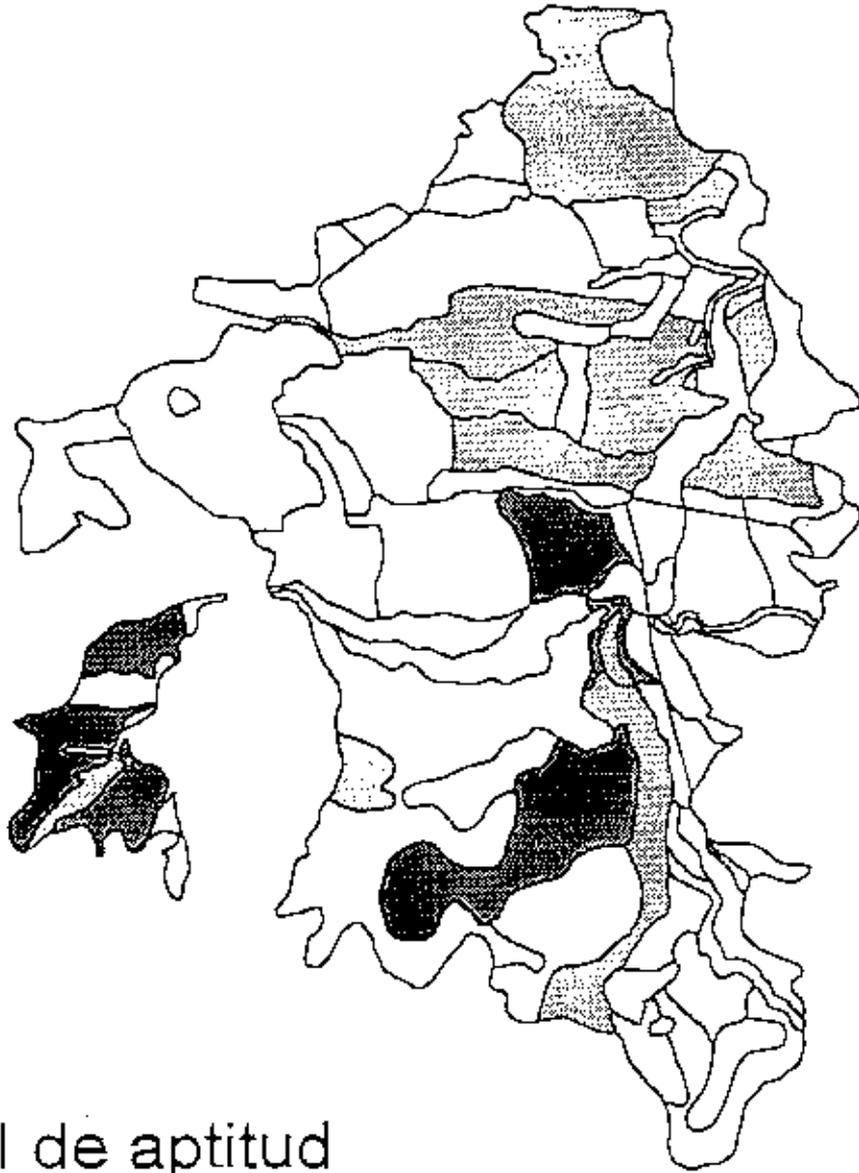
Anexo 11 TUT Arroz de montaña.



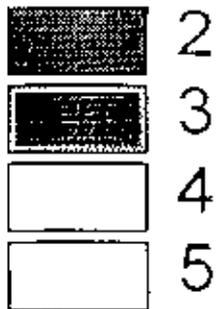
Nivel de aptitud



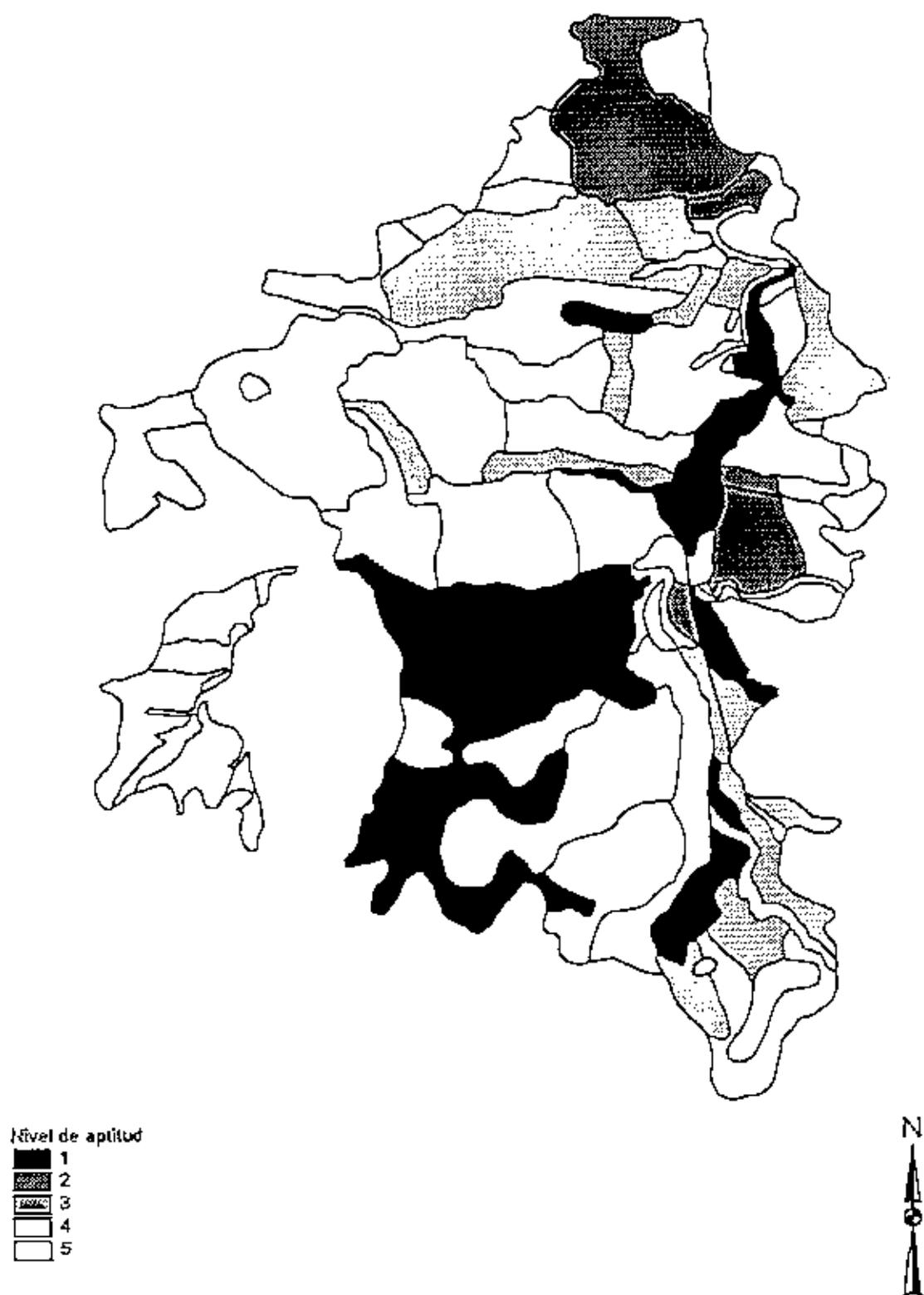
Anexo 11 TUT Arroz por inundación



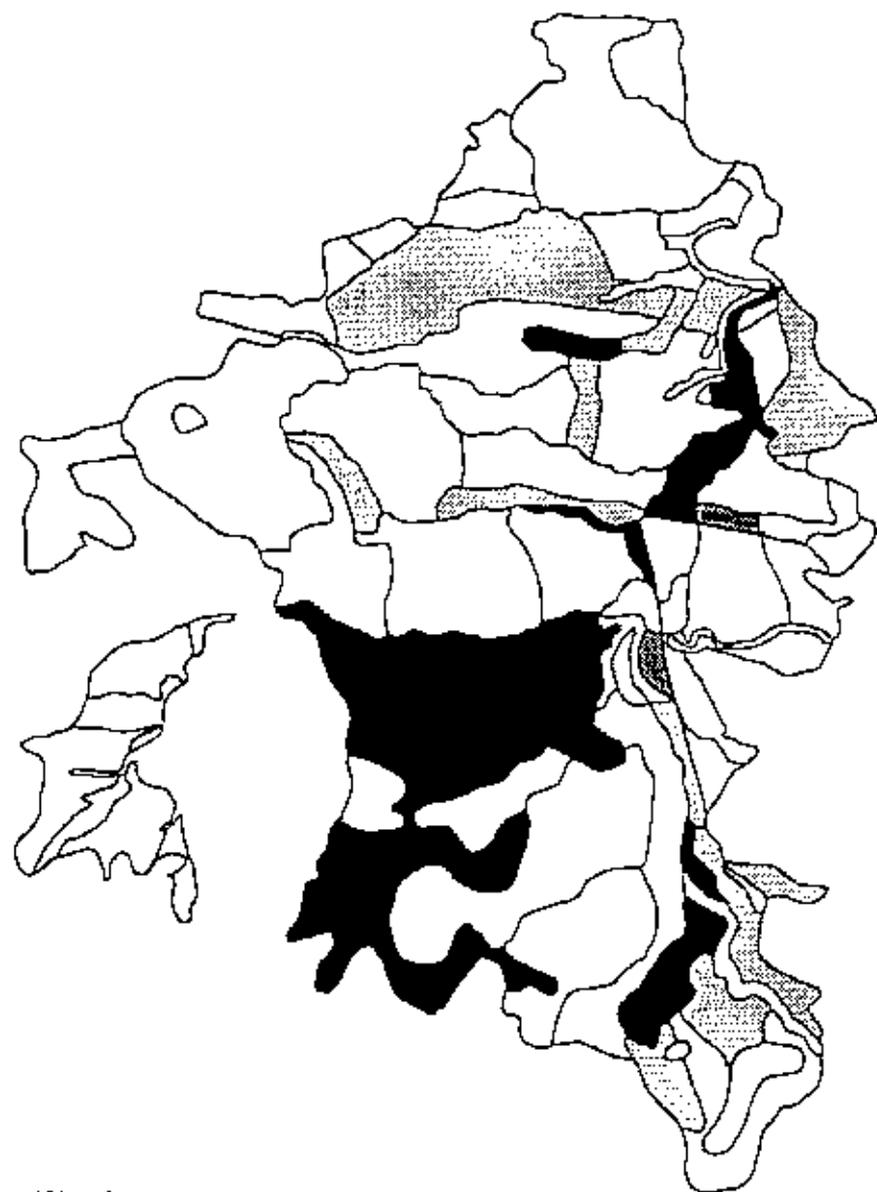
Nivel de aptitud



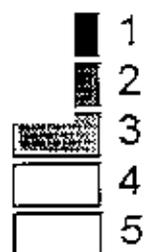
Anexo 11 TUT Yuca baja intensidad



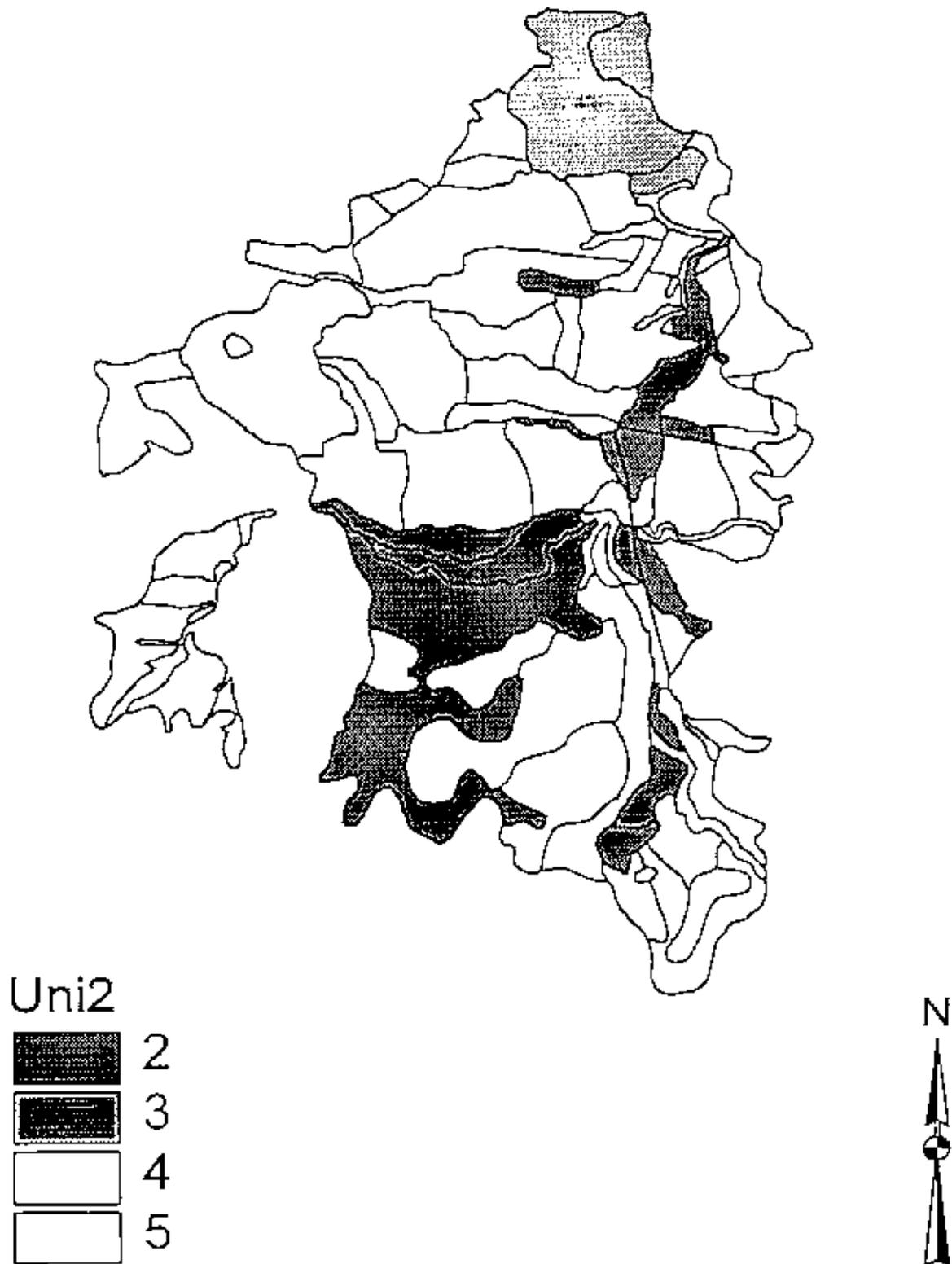
Anexo 11. Yuca alta intensidad



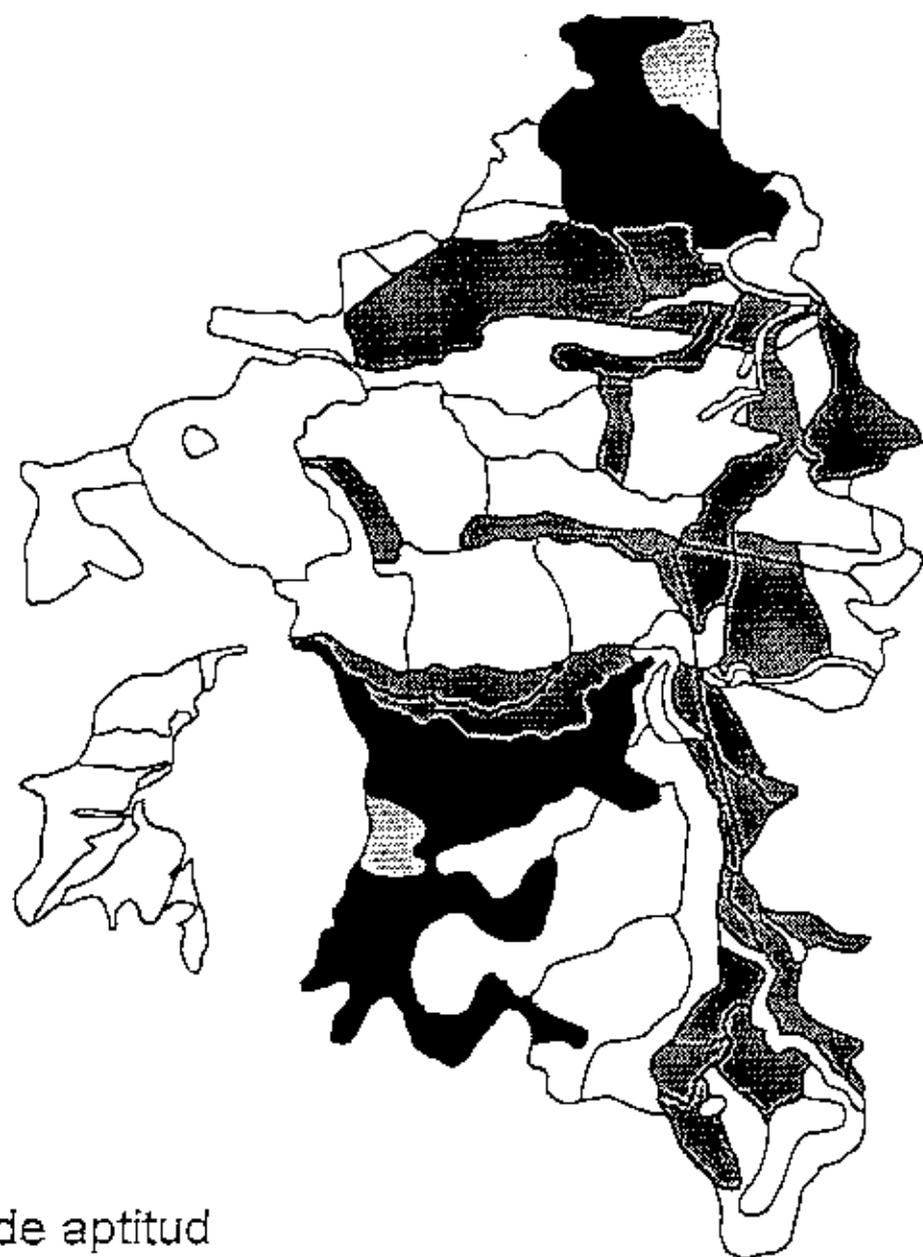
Nivel de aptitud



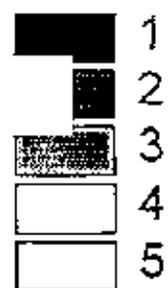
Anexo 11 TUT Cítricos



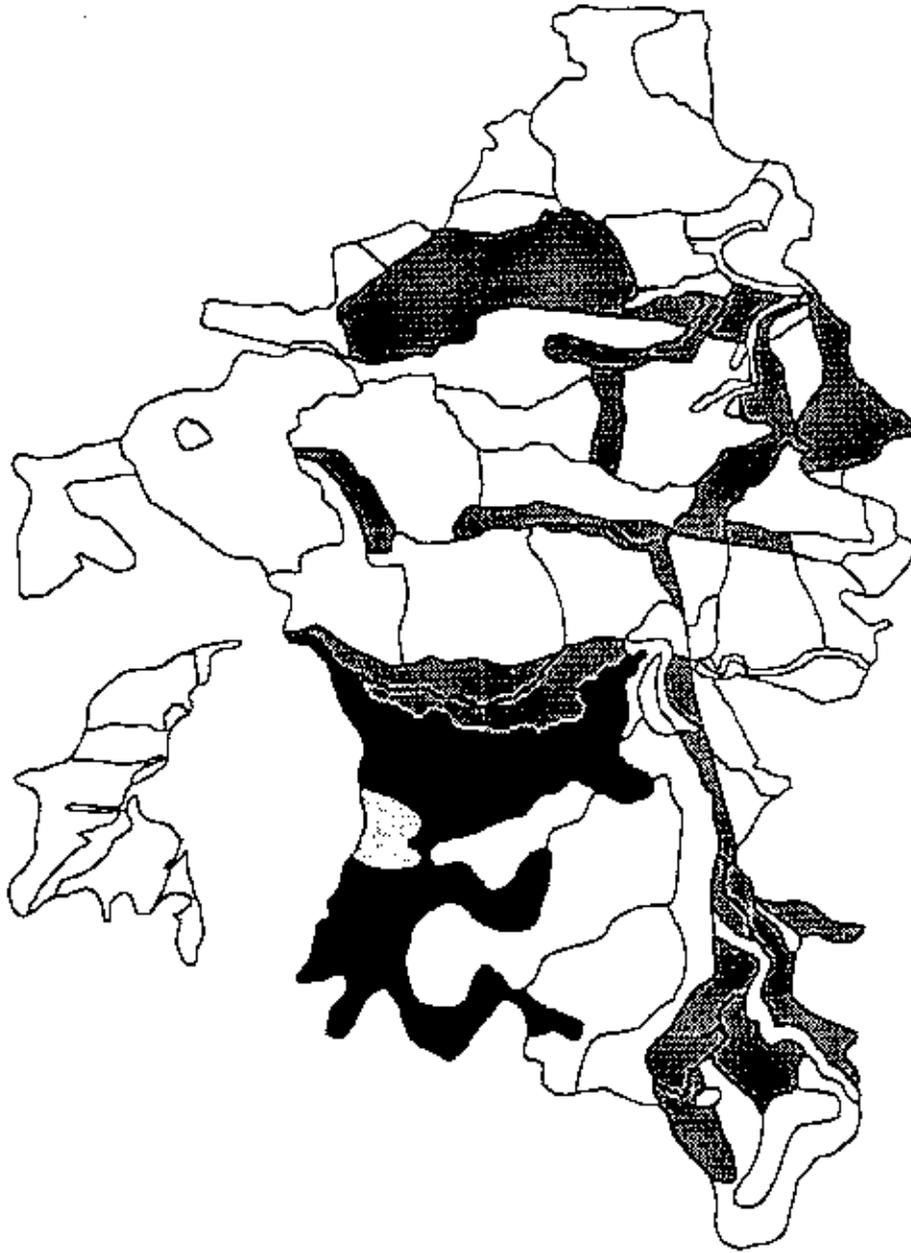
Anexo 11 TUT Pasto de corte baja intensidad



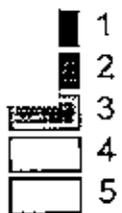
Nivel de aptitud



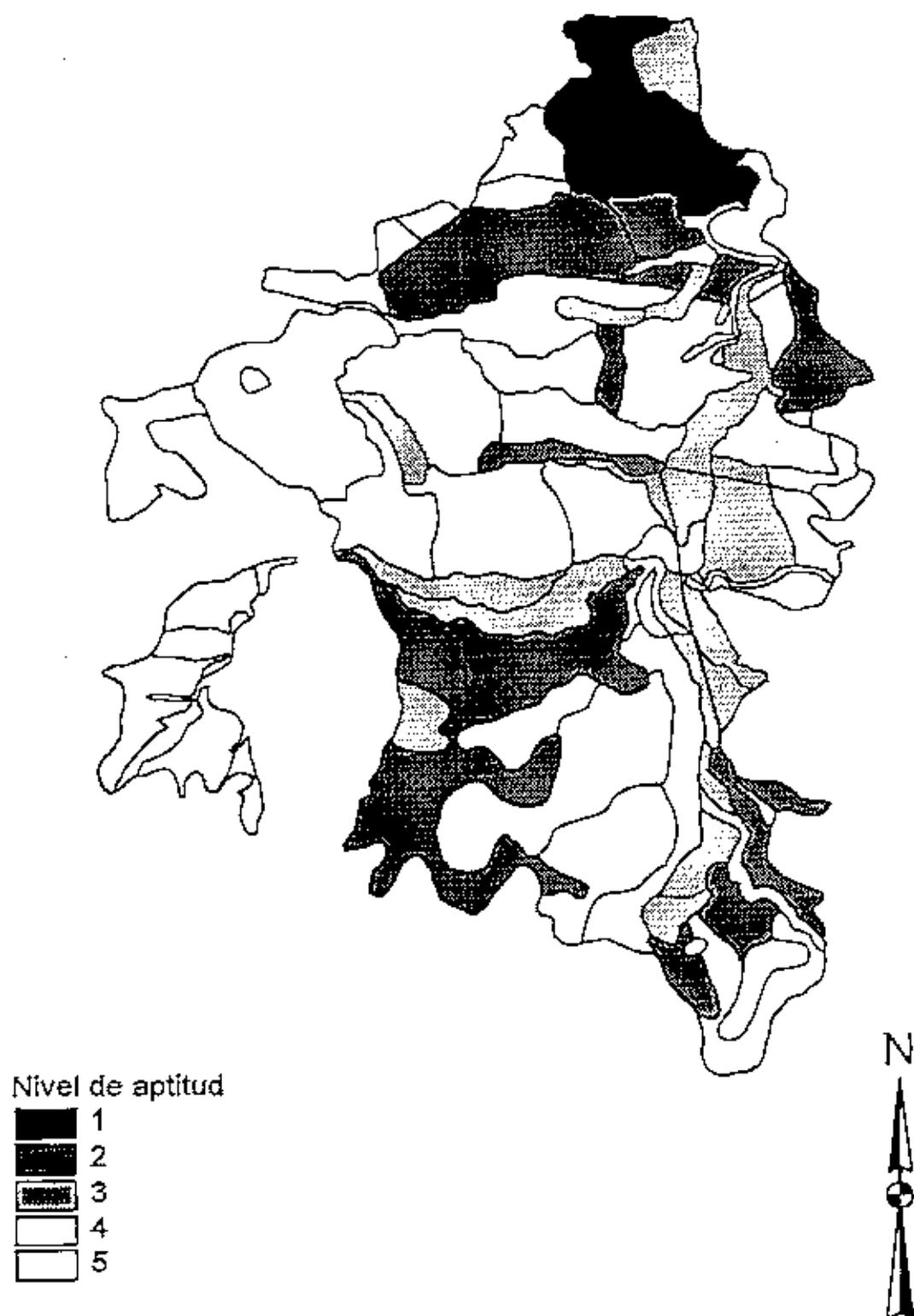
Anexo 11 Pasto de corte alta intensidad



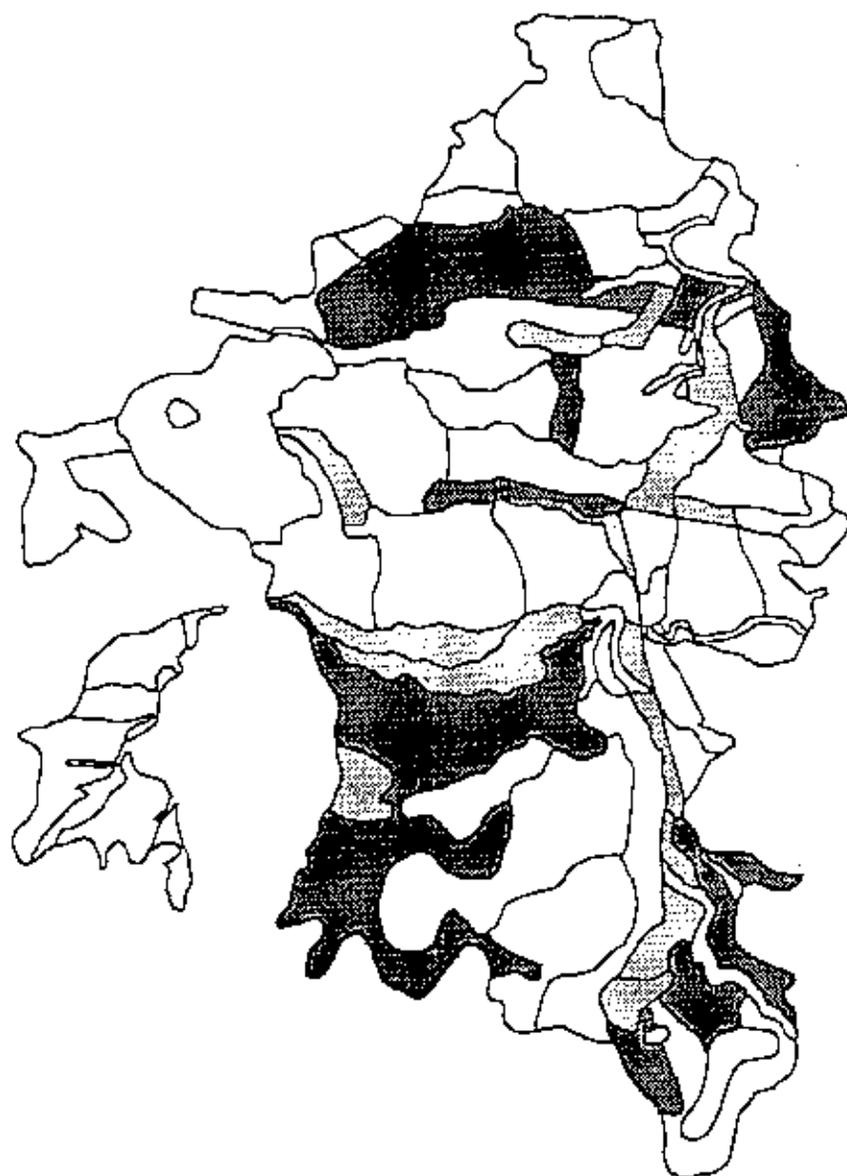
Nivel de aptitud



Anexo 11. Plátano baja intensidad



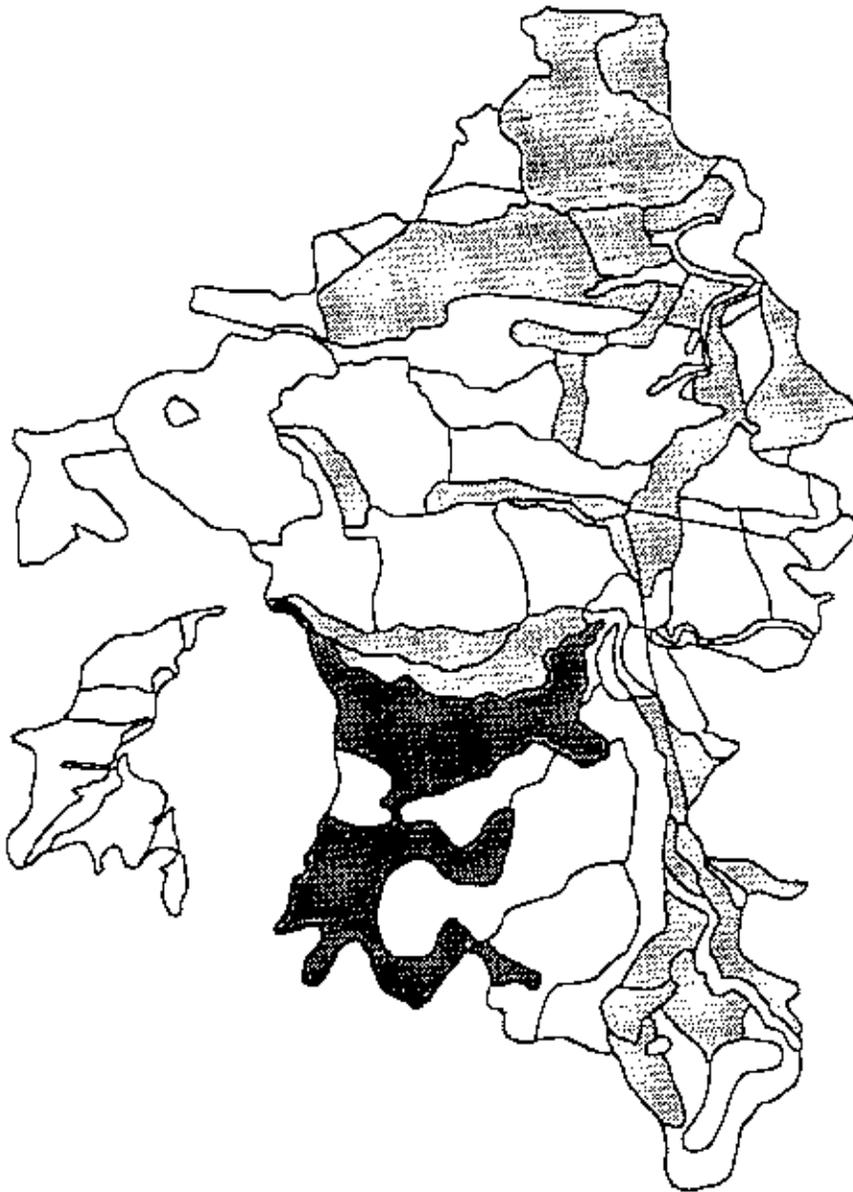
Anexo 11. Plátano alta intensidad



Nivel de aptitud



Anexo 11 TUT Cafè



Uni2



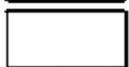
2



3



4



5

N

