

INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE CIENCIAS BASICAS

DEPARTAMENTO DE SUELOS Y AGUAS

TRABAJO DE DIPLOMA

"LOS SUELOS Y SUS APTITUDES AGRICOLAS  
DE LA FINCA EL PLANTEL

AUTOR: Bc. CARLOS RAMON ZELAYA MARTINEZ

ASESORES: M.Sc. Ing. ADRIAAN VOGEL.

M.Sc. Ing. EDUARDO J. MARIN CASTILLO.

MANAGUA, NICARAGUA. -1990.

No somos aves  
para vivir del aire.  
No somos peces  
para vivir del mar.  
Somos Hombres,  
para vivir de la tierra.

Bernardino Díaz Ochoa.

## **Dedicatoria**

- **A los obreros y campesinos de mi patria.**
- **A mi padre Edmundo Zelaya Ordoñez (obrero).**
- **A mi madre Elisa Martínez de Zelaya (campesina).**
- **A mi esposa Haydeé.**
- **A mis hermanos: Orlando  
Edmundo  
Mercedes  
Marcos y  
Elisa.**

**Carlos Zelaya Martínez.**

## AGRADECIMIENTOS.

Deseo agradecer a todas las personas que me brindaron su ayuda y colaboración para el desarrollo y culminación del presente trabajo.

.-A mis asesores:

Msc. Ing. Adriaan Vogel.

Msc. Ing. Eduardo J. Marín Castillo.

.-A mis compañeros de trabajo:

.-Efraín Acuña Espinales.

.-Domingo Rivas Cerda.

.-Matilde Somarriba Chang.

.-Mauricio Rodríguez Rojas.

.-Edmundo Umaña Gómez.

.-Alvaro Saborio Rodríguez.

.-Antonio Avilés Silva.

.-Cornelia Palacios Tinoco.

.-Jaime Gámez Estrada.

.-Oriando González Balladares.

.-Leonardo Mora Rodas.

.-Luis Hernández González.

.-A los compañeros del Programa de Agrometeorología del MIDINRA:

.-Ariel Espinoza Salinas.

.-Jorge Rodríguez Rubí.

.-A los trabajadores de la finca "El Plantel", en especial a Don Telémaco Sequeira.

.-A el Programa "Ciencia de las Plantas" por utilizar su centro de computo para la edición final de este trabajo y al Proyecto ISCA-LUW/SUELOS por su total apoyo.

Carlos Zelaya.

## INDICE

Sección	Página
Indice	i
Indice de figuras	ii
Indice de cuadros	iii
Indices de anexos	iv
Resumen	v
I INTRODUCCION	1
II MATERIALES Y METODOS	3
2.1. Descripción del medio ambiente.	3
2.1.1. Localización del área de estudio.	3
2.1.2. Clima.	3
2.1.3. Geología.	4
2.1.4. Geomorfología.	5
2.1.5. Zonas de vida y uso de la tierra	7
2.2. Metodología	8
2.2.1. Metodología del levantamiento de suelos.	8
2.2.2. Metodología de la evaluación de tierras.	10
III RESULTADOS Y DISCUSION	29
3.1. Estudios previos.	29
3.1.1. Clasificación Taxonómica.	29
3.1.2. Unidades locales de suelos	30
3.2. Resultados del levantamiento de suelos.	32
3.2.1. Mapa de suelos.	32
3.2.2. Breve descripción de las unidades cartográficas.	34
3.2.3. Cualidades y características de las unidades cartográficas	37
3.2.4. Principales limitaciones de los suelos de la finca "El Plantel".	40
3.3. Resultados de la evaluación de tierras	41
3.3.1. Comparaciones de los requerimientos de uso de la tierra con las cualidades de las tierras.	41
3.3.2. Clasificación de aptitud.	41
3.3.3. Mapa de aptitud de la tierra.	41
IV CONCLUSIONES	51
V RECOMENDACIONES	53
VI BIBLIOGRAFIA	55
VII ANEXOS	

**Indice de figuras.**

Figura N°		Página.
1.	Mapa de localización de suelos con talpetate	5
2.	Climograma Estación "SAIMSA"	6
3.	Representación esquemática de actividades en la evaluación de tierras.	12
4.	Unidades locales de suelos Finca "El Plantel".	31
5.	Unidades cartográficas de suelos y distribución en el paisaje	38

## Indices de cuadros

Cuadro N°	Página.
Ponderación de factores para cada tipo de uso de la tierra.	
a) Granos básicos	22
b) Frutales	23
c) Musáceas	24
d) Hortalizas con riego	25
e) Parcelas experimentales	26
2. Unidades cartográficas en "El Plantel" su clasificación y extensión	37
3. Unidades cartográficas de tierras versus características y cualidades de la tierra.	39
4. Indices de satisfacción de necesidades hídricas de los cultivos para cada unidad de tierra.	40
5. Principales limitantes de los suelos de la finca "El Plantel"	40
6. Comparación de los requerimientos de uso con las cualidades de la tierra (Para un tipo de uso específico).	
a) Granos básicos	42
b) Frutales	42
c) Musáceas	43
d) Hortalizas con riego	43
e) Parcelas experimentales	44
7. Comparación de los requerimientos de uso con las cualidades de la tierra (Para una unidad cartográfica de tierra específica)	
a) Le <u>E2-6</u> DTE	45
b) Ms <u>D5-5</u> Btee-	46
c) Ls <u>D4-5</u> Ctee	47
d) Dc <u>B544</u> Bte-	48
e) Dp <u>A543</u> A--i	49
8. Clasificación de aptitud de la tierra para cada unidad cartográfica y cada tipo de uso	50

**Indices de anexos.**

1. Datos promedios de precipitación, temperatura y evapotrasnspiración potencial de la zona estudiada.
2. Mapa de uso actual finca " El Plantel "
3. Métodos para análisis físicos y químicos de suelos.
4. Perfil representativo de Zambrano- franco arcilloso.
5. Definiciones de las clases de drenaje del suelo.
6. Descripción de perfiles.
7. Mapas de aptitud de la tierra para cada tipo de uso.

## Resumen

Se realizó un levantamiento de suelo a nivel muy detallado (escala 1:5,000) en la finca "El Plantel" propiedad del ISCR ubicada en el Departamento de Masaya, Nicaragua. A la par se desarrolló una evaluación de tierras para clasificarlas según su aptitud, con el objetivo de contribuir a la elaboración de un plan de uso y manejo de la finca.

La metodología empleada para el levantamiento de suelos fue la diseñada por Soil Survey Staff (USDA), utilizando el Sistema Taxonomía de Suelos (USDA) para la clasificación de los suelos y su equivalencia según la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco). En la evaluación de tierras se siguió un esquema para la evaluación de tierras de la FAO, comparando las unidades cartográficas de tierras con tipos de uso específico de la tierra.

Las unidades de suelo reconocidas en el levantamiento y clasificadas a nivel de subgrupo en el Sistema Taxonomía de Suelos fueron Lithic Ustorthents, Udic Haplustolls, Udic-Durjic Haplustolls y Fluventic Haplustolls. Estas unidades fueron comparadas con los requerimientos de los siguientes tipos de uso de tierras: granos básicos, frutales, musáceas, hortalizas con riego y parcelas experimentales, obteniéndose así una clasificación de aptitud de cada unidad de tierra para cada tipo de uso. El resultado final de la evaluación de tierras es la clasificación de estas según su aptitud para un uso determinado, encontrándose que el 24.4 % de las tierras de la finca no son aptas para los tipos de usos considerados, un 23.0 % su mayor aptitud son frutales, el 24.2 % tienen mayor aptitud para hortalizas con riego y frutales y un 28.4 % son altamente aptos para granos básicos. Para musáceas no se encontró una buena aptitud en el área de la finca.

## I INTRODUCCION

Los Levantamientos de Suelos son herramientas muy importantes para estudiar y describir sistemáticamente el recurso **suelo**. Hasta el momento, es el procedimiento más rápido y preciso con que disponemos para hacer un inventario del suelo (caracterizar y clasificar) y predecir acerca de su comportamiento. Además se puede correlacionar y predecir la adaptabilidad de los suelos a los diversos usos de la tierra, su comportamiento y productividad bajo sistemas de manejo diferentes (Ortiz, 1981). Esto último sería la interpretación del levantamiento o la aplicación práctica que conocemos como la "Evaluación de Tierras".

Las razones que justifican un levantamiento de suelos y la evaluación de tierras en la finca "El Plantel" se basan en las líneas de trabajo y necesidades que tiene el Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (I.S.C.A.) tales como :

- Contar con información básica de la finca que pueda utilizarse en conferencias o prácticas de campo con estudiantes.  
Elegir áreas adecuadas para el montaje de una estación experimental en donde se realicen las investigaciones y trabajos de tesis, contando además con la información básica que permita correlacionar y/o extrapolar los resultados a otras regiones.
- Hacer de "El Plantel" una finca modelo que sirva de proyección al I.S.C.A. y que las prácticas de uso y manejo de suelos en la finca sean seguidas por los agricultores vecinos.
- Obtener mayores rendimientos por cosecha sobre una base sostenida para abastecer al comedor del I.S.C.A. y generar ganancias que permitan el desarrollo económico de la institución.

El Departamento de Suelos y Aguas de I.S.C.A. está impulsando una serie de estudios básicos para dar respuesta a algunas de estas necesidades.

Uno de estos estudios básicos es el presente trabajo el cual se ha planteado como objetivos los siguientes :

**Objetivos Generales :**

- 1- Realizar el levantamiento de suelos de la finca "El Plantel" a escala 1 :5,000.
- 2- Hacer una evaluación de las tierras de la finca en base a su aptitud.
- 3- Contribuir a la elaboración de un plan de uso y manejo de la finca el "El Plantel".

**Objetivos Específicos :**

- 1- Caracterizar y clasificar los distintos tipos de suelos de "El Plantel" en base a sus propiedades físicas, químicas y morfológicas.
- 2- Proveer información específica en el aspecto de datos analíticos de suelo que pueden ser utilizados en el desarrollo de proyectos de producción e investigación posteriores en la finca.
- 3- Producir un mapa de suelos muy detallado de "El Plantel".
- 4- Evaluar la aptitud de las tierras de la finca para los siguientes usos :
  - Granos básicos.
  - Frutales
  - Bananos
  - Hortalizas con riego
  - Parcelas experimentales
- 5- Elaborar un mapa de aptitud de las tierras de "El Plantel" que además indique el uso más adecuado de la tierra.

## II MATERIALES Y METODOS.

En el presente capítulo se brinda una descripción del medio ambiente en el área de estudio. Esto va seguido de un resumen de la metodología usada en el levantamiento de suelos de la finca.

Posteriormente, debido a que es poco conocido en nuestro medio y considerarse de mucha importancia en este estudio se dan algunos conceptos fundamentales y, se describe detalladamente el "Esquema para la evaluación de tierras" (FAO, 1976) el cual fue utilizado para evaluar la aptitud de las tierras de la finca "El Plantel".

### 2.1 Descripción del medio ambiente.

#### 2.1.1. Localización del área de estudio.

La finca "El Plantel" está situada en el kilómetro 42 de la carretera Masaya-Tipitapa, en el Municipio de Zambrano, Departamento de Masaya. Se encuentra aproximadamente entre los 12° 06' 24" y los 12° 07' 30" Latitud Norte y entre los 86° 04' 46" y los 86° 05' 27" de Longitud Oeste. (Fig. 1)

El área total de la finca es de 183 hectáreas. Los rangos de altura, expresados m.s.n.m.<sup>1</sup>, son desde 96 en la parte norte de la finca y 120 en la parte sur.

#### 2.1.2. Clima.

El clima de esta área se caracteriza por tener temperaturas cálidas durante el año y una estación seca y lluviosa bien definidas. Según el sistema de clasificación climática de Köppen (1923), el clima es Tropical de Sabana, con una estación seca diferenciada (Aw). La precipitación media anual en la zona es de 1065 mm de acuerdo a los archivos meteorológicos de la estación "SAIMSA". La estación lluviosa comienza en Mayo y termina en Noviembre; durante los siete meses lluviosos ocurre del 85 % al 97 % de la precipitación anual y hay un periodo relativamente seco entre Julio y Agosto ("canícula"). Además, en ésta área, se presentan dos periodos de máxima precipitación dentro de la estación lluviosa; estos periodos ocurren en Junio y en Octubre. La precipitación durante el periodo de Diciembre hasta Abril es extremadamente baja, como se puede observar en la figura (2).

<sup>1</sup> m.s.n.m. = metros sobre el nivel del mar

La temperatura media anual es de 26.6 °C y se muestra bastante uniforme durante todo el año, con una variación de sólo 2 grados centígrados en la temperatura media mensual. La diferencia entre la temperatura promedio máxima y mínima durante cualquier mes es de 10 grados centígrados aproximadamente.

La época mas calurosa del año es Abril y Mayo con temperaturas de 33.3 grados centígrados y la mas fresca del año es en Enero y Febrero con 20.2 grados centígrados. La evapotranspiración potencial anual en la zona es de 1490 mm/año calculado según la fórmula de Holdridge (1982).

La evapotranspiración potencial mensual varía de 150 a 105 mm presentándose los mayores valores en los meses de Marzo y Abril; y los menores en Octubre, Noviembre y Diciembre. (Ver Anexo 1)

Los meses con déficit de humedad son seis (Noviembre- Abril), y los otros seis (Mayo- Octubre) presentan un excedente de humedad ( $PP > ETP$ ).

Los vientos predominantes en la zona son alizos del Noreste y alcanzan velocidades generalmente bajas, pero hay una variabilidad diaria y anual. Los vientos mas fuertes suceden principalmente en los meses de la estación seca, siendo Abril el que presenta velocidades promedios mas altas (13.2km/hora); y los mas bajos se presentan en Octubre con (5.6km/hora).

### 2.1.3. Geología.

En el área de estudio encontramos lavas de basalto, piroclastos consolidados y semiconsolidados (tobas), y depósitos aluviales recientes. Los piroclastos del Cuaternario y los depósitos aluviales se encuentran sobrepuestos al basalto, así como cenizas finas y medias de erupciones volcánicas recientes que aparecen dentro de los perfiles de suelos con cierto grado de consolidación conocidos como "talpetate".

El talpetate está constituido fundamentalmente por partículas de vidrio basáltico, trozos de plagioclasas, fragmentos líticos basálticos, escasos piroxenos y minerales opacos. Todas las características de este material, parecen señalar que este ha sido originado por piroclastos derivados de erupciones volcánicas violentas, cosa característica de volcanes de composición básica. Las tobas que se encuentran subyacentes al talpetate son de composición similar a éste, salvo que las tobas no presentan el grado de alteración del talpetate. Esta similitud, induce a pensar la existencia de un origen similar para ambos materiales. (Marín, 1971).

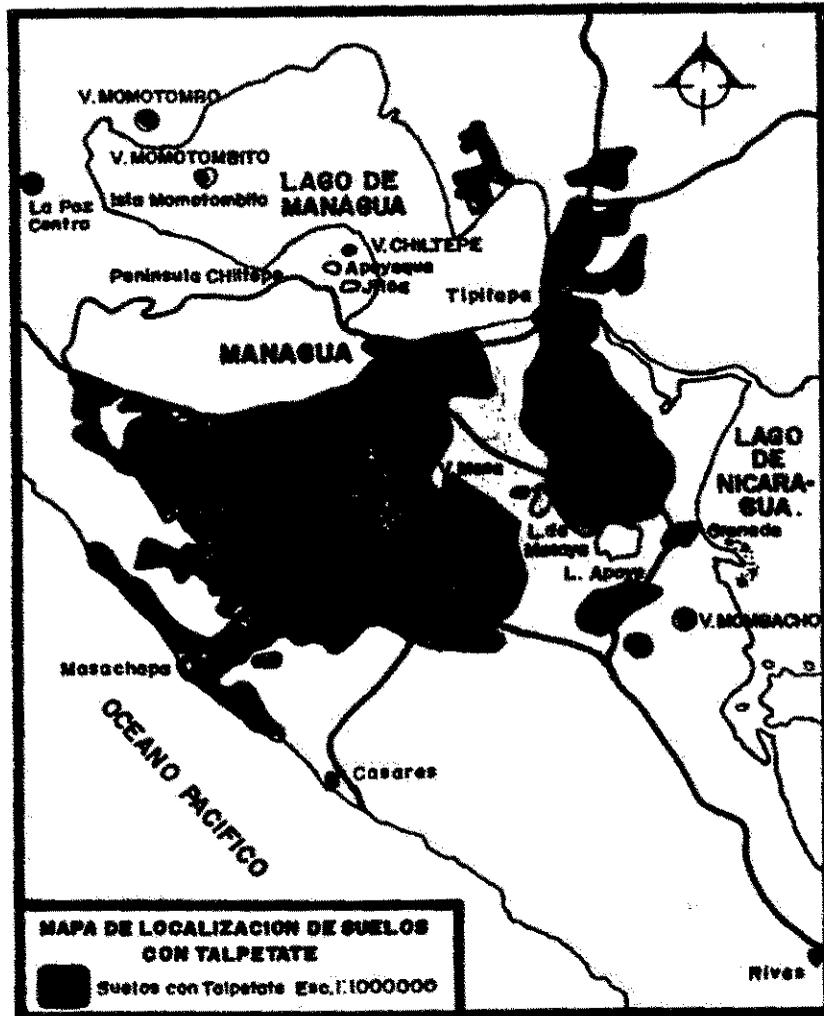


Fig. 1. Localización de suelos con talpetate (Marín, et al 1971).

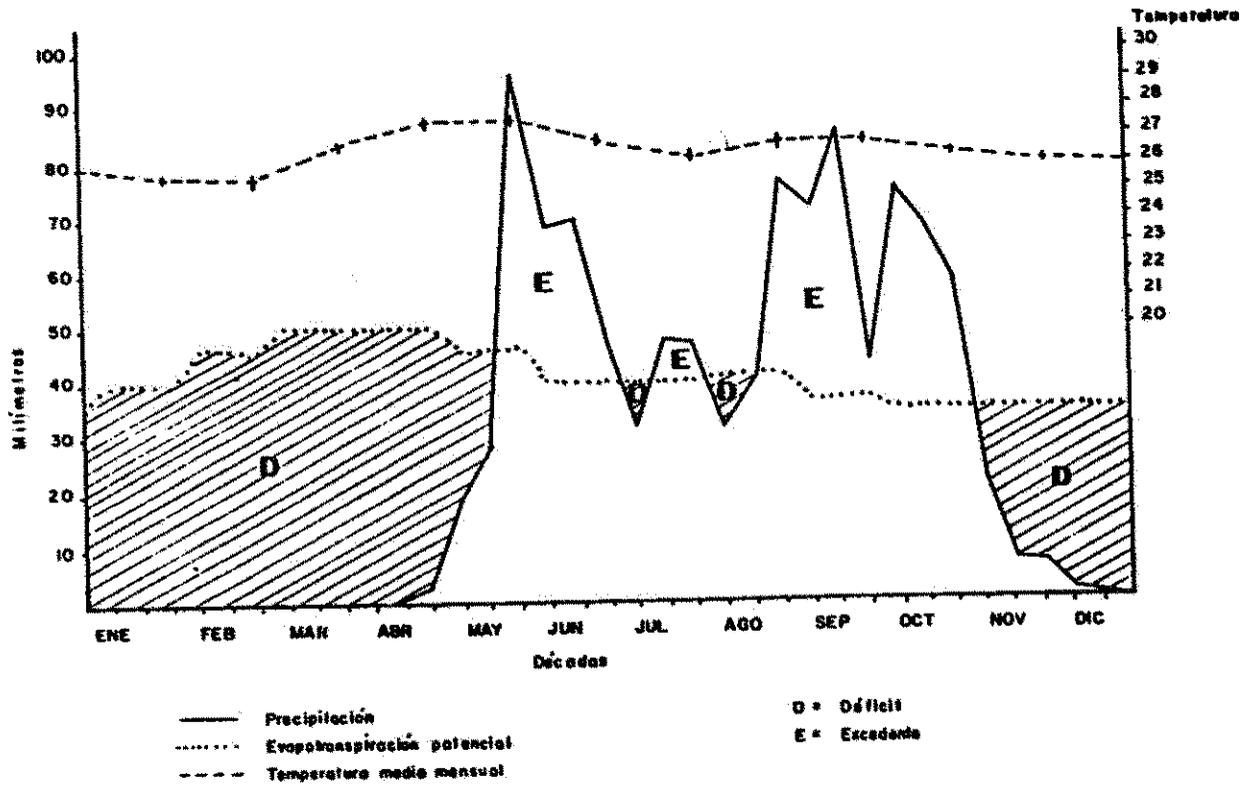


Fig. 2. Climograma de la estación SANISA de datos promedio de 1968 a 1985 según el modelo de Ilaco (1981).

#### 2.1.4. Geomorfología.

El área de estudio se encuentra en la transición entre dos provincias fisiográficas : La Volcánica del Pacífico y la Depresión Nicaraguense; aproximadamente entre las subprovincias de Cordillera de los Marrabios y Planicies de Tipitapa.

La forma específica del terreno es ondulado a suavemente ondulado, característico de las planicies disectadas. Entre los procesos que determinan esta forma del terreno predominan los procesos sedimentarios coluviales y el vulcanismo explosivo como los más importantes.

La pendiente del terreno varía entre el 1 y el 15 por ciento aproximadamente; estas últimas son reflejo de lechos rocosos con muy poca o ninguna cobertura de suelo.

La red de drenaje es paralela y fluye hacia las Planicies de Tipitapa y el Lago de Nicaragua, ambos forman parte de la provincia Depresión Nicaraguense

#### 2.1.5. Zona de vida y uso de la tierra.

Esta zona se considera como "Bosque seco Tropical" (bs-T), según el diagrama para la Clasificación de las Zonas de Vida de Holdridge (1982).

La vegetación natural era de bosques moderadamente densos pero en la actualidad casi todos los bosques han sido talados y estos suelos están siendo usados para cultivos y pastos.

A finales de la Segunda Guerra Mundial fué introducido el ajonjolí al país y en esta zona desplazó las áreas sembradas con maíz y arroz.

El cultivo del algodón empezó alrededor de 1950 desplazando en gran parte al ajonjolí y el resto de cultivos agrícolas.

A finales de la década de los 70, debido a un descenso en los precios del algodón en el mercado internacional y a los raquísimos rendimientos, producto de la degradación acelerada de los suelos se dió un cambio en el uso de la tierra de algodón a granos básicos.

En la actualidad en la finca "El Plantel" se cultivan maíz y sorgo principalmente. Una pequeña parte de la finca está ocupada con frutales como aguacates, mangos y marañones y algunas áreas tienen pastos, sin embargo estos crecen de forma natural. En el Anexo 2 se presenta el Mapa de Uso Actual levantado en el año 1988. (Somarriba, 1989)

## 2.2. Metodología.

### 2.2.1. Metodología del levantamiento de suelos.

#### a.- Fase inicial.

Antes de salir al campo se hizo una recopilación de información existente, entre lo mas importante se mencionan :

- Mapa geomorfológico del área de estudio, escala 1 :250,000 (Catastro,1971).
- Levantamiento de suelos de la región del Pacífico de Nicaragua, escala 1 :20,000 (Catastro,1971).
- Fotografías aéreas pancromaticas del área de estudio, escala 1 :10,000 (INETER,1985).
- Mapa topográfico de la finca "El Planteil", escala 1 :3,000 (Calderón,1988).
- Datos climáticos de la estación "SAIMSA" de los años 1968-1987.

Con toda ésta información se procedió a elaborar un anteproyecto con los objetivos, materiales y métodos y cronogramas de actividades para la ejecución del presente trabajo.

Con las fotografías aéreas se realizó una fotointerpretación preliminar, con estereoscopio de espejos, delimitando diferentes unidades en base a los siguientes elementos: relieve,vegetación y/o uso actual, patrón de drenaje y grados de erosión.

Posteriormente, se procedió a montar las unidades de fotointerpretación, con ayuda de un proyector óptico, sobre el mapa topográfico de la finca (escala 1 :3,000), obteniéndose de esta manera un mapa base que se utilizó durante el trabajo de campo.

#### b.- Trabajo de campo.

Con el mapa base se realizó un reconocimiento en el campo para determinar el grado de heterogeneidad de la zona, cuáles características variaban y en que magnitud. Además de señalar puntos de referencia, en el mapa para la ubicación de los sitios de muestreo.

El tipo de muestreo que se realizó fué un muestreo libre; el muestreo libre es, esencialmente, una forma de muestreo estratificado, en el cual los estratos son las unidades identificadas por fotointerpretación u otras unidades determinadas en el campo al momento del muestreo. Los sitios

son usualmente seleccionados como puntos que parecen ser, sobre las fotografías aéreas o sobre el terreno, "típicos" de las unidades de tierras. (Ortiz et al., 1981).

Las observaciones de suelos o muestreos, se efectuaron por medio de barrenos hasta una profundidad máxima de 1.20 metros o hasta donde la presencia de estratos endurecidos lo permitieron.

En cada observación se anotaron detalladamente las principales características internas y externas tales como :

- Profundidad del suelo
- Pendiente
- Uso actual
- Huellas de erosión (forma y grado)
- Drenaje natural
- Materiales gruesos en el perfil (> 2mm)
- Color (tabla Munsell)
- Textura
- Material madre

En total se hicieron 214 observaciones obteniéndose así una relación de una observación por cada 0.85 hectáreas.

A medida que se efectuaban las observaciones en el campo, los límites y símbolos eran confirmados, cambiados o corregidos en el mapa base obteniéndose 8 unidades de mapeo. Posteriormente se abrieron 8 calicatas (hoyos de 1.0 por 1.5 metros) para describir los perfiles típicos de las diferentes unidades de suelos, consideradas como representativa de un área importante.

La descripción de perfiles se realizó siguiendo la "Guía para la descripción de perfiles de suelos" (FAO, 1977), los criterios para denominación de horizontes fueron tomados del sistema taxonómico americano (USDA, 1975). La determinación de los colores por comparación con la tabla de colores de suelos de Munsell. Además de cada horizonte se recolectó una muestra de suelo para su análisis de laboratorio.

### c. Análisis de laboratorio.

Los análisis de las muestras recolectadas fueron realizados en los laboratorios del departamento de suelos y aguas del ISCA, siguiendo las metodologías que aparecen en el Anexo 3. A continuación se presenta un

listado de estos análisis.

### Físicos

Textura.  
 Densidad Aparente.  
 Densidad Real  
 Curva de retención de humedad (pF).

### Químicos

Reacción del suelo (pH).  
 Carbono orgánico.  
 Fósforo asimilable.  
 Capacidad de intercambio catiónico (CIC).  
 Bases intercambiables (Ca, Mg, Na, K).  
 Acidez intercambiable (H).

#### d. Clasificación de los Suelos.

Las 8 unidades de suelos iniciales se agruparon utilizando los datos de los análisis físico, químicos y su descripción morfológica, encontrándose como resultado 5 unidades cartográficas de suelos diferentes. Cada unidad cartográfica fué clasificada según el Sistema Taxonomía de Suelos (USDA, 1975) y su equivalencia en la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco, 1974).

#### 2.2.2. Metodología para la evaluación de tierras.

La evaluación de tierras se desarrolló siguiendo el "Esquema para la Evaluación de Tierras" (FAO, 1976) comparando tipos de usos de la tierra con cualidades de ésta. El esquema parte del concepto de que las tierras comprenden el ambiente físico, incluido el clima, relieve, suelo, hidrología y vegetación, en la medida en que éstos influyen en el potencial del empleo de tierras.

La razón fundamental por la que se escogió este modelo de evaluación se debe a la flexibilidad del esquema para ajustarlo tanto a los objetivos (que aparecen en el Capítulo 1) como al nivel de intensidad del estudio que era una escala de 1 :5,000 a nivel de finca.

El tipo de clasificación de aptitud de la tierra usado fué el de clasificación cualitativa. Una clasificación cualitativa es aquella en que la aptitud relativa se expresa en términos cualitativos unicamente, sin calcular con precisión los costos y beneficios. (FAO, 1976)

Las actividades principales en una evaluación de tierras se representan en forma esquemática y simplificada en la figura 3 y son las siguientes :

a) Consultas iniciales relativas a los objetivos de la evaluación y datos e hipótesis sobre los que ha de basarse.

Dentro del esquema existe una considerable libertad de elección en cuanto a los criterios y procedimientos que son más apropiados en una serie dada de circunstancias. Esta elección se hace sobre la base de los objetivos e hipótesis del estudio.

Entre las cuestiones que deben decidirse en esta fase figuran las siguientes:

- Clases de uso de la tierra que parecen pertinentes para su estudio.
- Tipo de clasificación de aptitud que se utilizará.
- Escalonamiento de actividades en la evaluación (cronograma).

Algunas de las decisiones formuladas durante las consultas iniciales pueden ser modificadas por iteración durante la evaluación. Por consiguiente, estas decisiones son de carácter flexible.

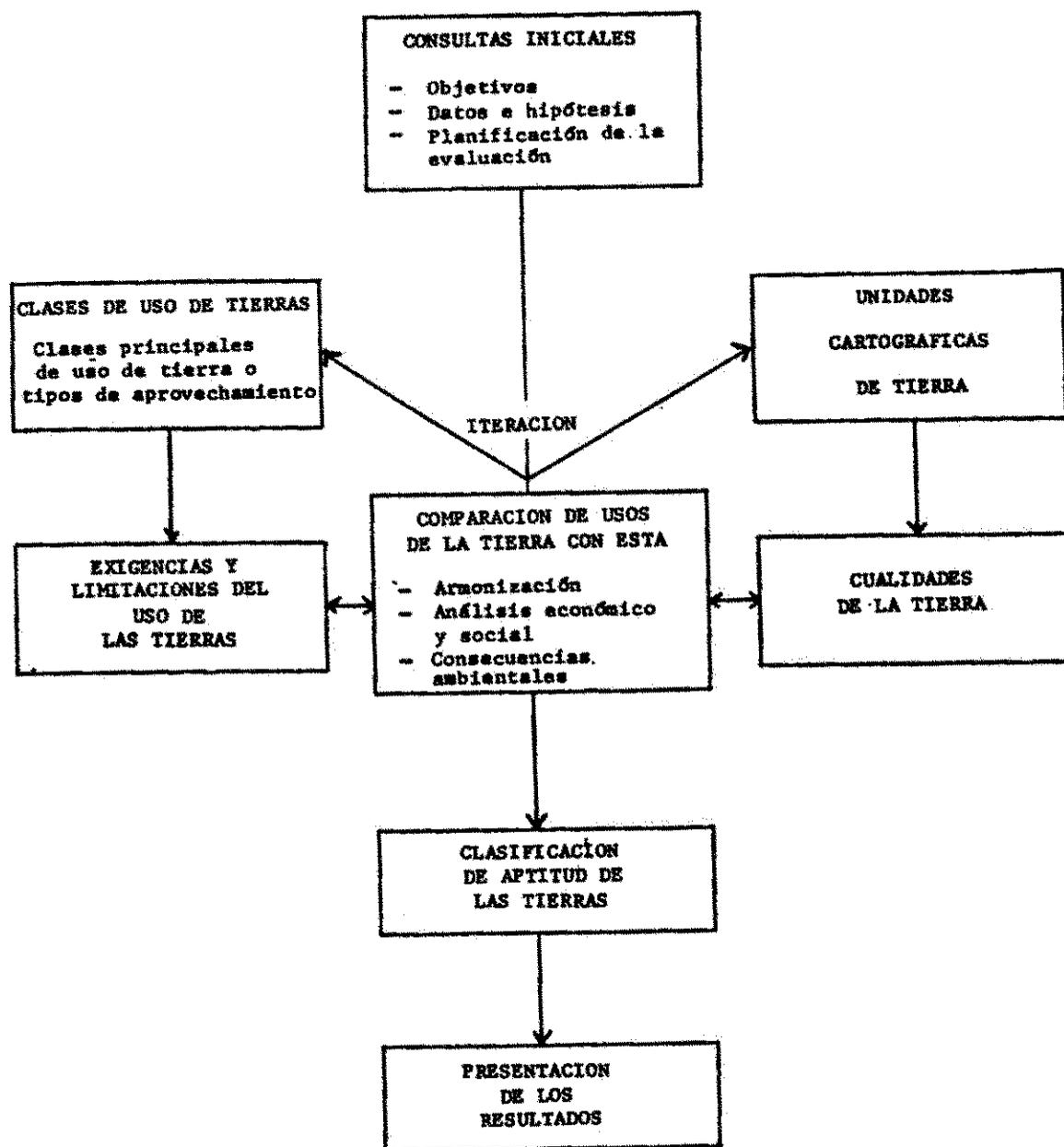


Fig. 3 Representación esquemática de actividades en la evaluación de tierras.

b) Descripción de las unidades cartográficas y derivación de las cualidades de la tierra.

Una unidad cartográfica de tierra es una zona de tierra con características específicas, de la que se ha levantado un mapa. Las unidades cartográficas de tierras se definen y cartografían mediante los levantamientos de suelos. En el presente trabajo se emplearon las 5 unidades cartográficas de tierras, determinadas en el levantamiento de suelos, como la base para la evaluación de la aptitud de las tierras de la finca el "El Plantel".

Una característica de la tierra es un atributo de ésta que puede medirse o estimarse (p.e. precipitación pluvial, textura de suelo, capacidad hídrica).

Si estas características se utilizan directamente en la evaluación, surgen problemas de la acción recíproca entre las mismas. Debido a estos problemas la comparación entre tierras y uso se realiza en términos de cualidades de la tierra.

Una cualidad de la tierra es un atributo complejo de ésta que actúa de manera distintiva en su influencia sobre la adaptabilidad de la tierra para una clase concreta de empleo.

Las cualidades de la tierra pueden expresarse en forma positiva o negativa. En el presente estudio se tomaron las siguientes cualidades

- Retención de Nutrientes (n)
- Disponibilidad de Nutrientes (d)
- Disponibilidad de Humedad (m)
- Condiciones de enraizamiento (p)
- Disponibilidad de oxígeno para las raíces (o)
- Riesgo de erosión (e)
- Factores que afectan la implementación del riego (i)
- Representatividad (r)

Estas cualidades de la tierra se describen por medio de características de la tierra y pueden a veces estimarse o medirse directamente (p.e. condiciones de enraizamiento estimado en el campo durante el levantamiento de suelos y el riesgo de erosión según la metodología utilizada por Somarriba (1989) en "La Planificación

## Conservacionista de la finca *El Plantel*.

### Retención de nutrientes.

Esta cualidad se refiere a la capacidad del suelo de retener los nutrientes agregados contra las pérdidas causadas por lixiviación. Específicamente es relevante para la valoración de los insumos fertilizantes requeridos.

Los nutrientes de las plantas están almacenados en los sitios de intercambio (catiónico y aniónico) los cuales son proveídos principalmente por partículas arcillosas, la materia orgánica o el complejo arcillo húmico.

Las características del suelo que mejor reflejan esta cualidad son: capacidad de intercambio catiónico (meq/100g de suelo), el cual puede ser usado preferentemente como un índice de la capacidad de "almacenamiento" del suelo, el porcentaje de saturación de bases es un índice que refleja la intensidad de lixiviación y el porcentaje de materia orgánica que contribuye sustancialmente a la C.I.C. del suelo superficial. (FAO, 1983)

### Disponibilidad de nutrientes.

La disponibilidad de nutrientes es la capacidad de el suelo de suministrar al cultivo los nutrientes. El contenido de nutrientes de suelo es el más simple y común método de evaluación de la disponibilidad de nutrientes. (FAO, 1983)

Las propiedades del suelo que influyen el suministro de nutrientes o inversamente la tendencia hacia la fijación de nutrientes, son:

- i. reacción del suelo: la más alta disponibilidad de nutrientes se da en el rango de pH de 6.0-7.5 y es reducida tanto a valores más bajos o más altos
- ii cantidades de macro nutrientes presentes en el suelo superficial; P asimilable y K intercambiable

### Disponibilidad de humedad.

La cualidad disponibilidad de humedad se determina por medio del índice de satisfacción de las necesidades hídricas (ISNH), que es el elemento más característico del método de seguimiento y pronóstico agrometeorológico de los cultivos y que indica de manera acumulativa la amplitud en que las necesidades hídricas de los cultivos anuales han sido

sastifechas en cada fase de la estación de crecimiento del cultivo o dicho de otro modo, la razón entre la evapotranspiración efectiva y potencial del cultivo (ETR/ETM). (FAO, 1977)

Para conocer el ISNH se utilizó el MODELO FOREST que permite simular el funcionamiento hídrico del complejo "suelo cultivo atmósfera". Para el cual se calcula cada 5 días (pentadas) los movimientos de agua que ocurren en estas tres entidades bajo condiciones de pluviometría real, desde la siembra hasta la cosecha.

Los datos utilizados fueron

- a- lluvia diaria
- b- evapotranspiración portencial (ETP)
- c- coeficiente cultural (kc)
- d- disponibilidad de agua en el suelo

Condiciones de enraizamiento.

Esta cualidad es expresada como "condiciones para el desarrollo de un sistema radicular efectivo" Las raíces además de servir de sostén para las plantas tienen las funciones de extraer nutrientes y humedad, y si el volumen del sistema radicular es restringido el desarrollo de las partes aéreas de la planta usualmente sufrirá.

La profundidad de suelo disponible para el desarrollo radicular es representado por una sola característica: la profundidad efectiva del suelo (cm), la cual puede evaluarse usando el dato de la descripción del perfil de suelo en el campo.

Disponibilidad de oxígeno para las raíces.

Con pocas excepciones las plantas necesitan tomar el oxígeno a través de su sistema radicular y sufrir restricciones de crecimiento o por último la muerte si son privados de este.

La existencia de esta limitación puede ser vista como la necesidad de trabajos de drenaje y además la introducción de insumos tanto de naturaleza capital como para mantenimiento.

El método recomendado es usar clases de drenaje del suelo el cual incorpora color del suelo y moteados. (FAO, 1983)

Riesgo de erosión.

Todas las evaluaciones deberían tomar en cuenta el riesgo de erosión. Uno de los métodos mas satisfactorio es basado en la predicción de pérdidas

de suelo por modelaje de factores determinados de clima, erodabilidad del suelo, pendiente y vegetación

En este trabajo se utilizó la fórmula desarrollada por Wischmeier et al (1978) la "Ecuación Universal de Pérdidas de Suelo" (EUPS) (Somarriba, 1989).

#### Factores que afectan la implementación del riego.

Esta cualidad se refiere a las condiciones de la tierra que afectan específicamente las operaciones de montaje y manejo de un sistema de riego. Las características de la tierra que actúan como limitaciones a esta cualidad son la pendiente del terreno, la elevación (según el mapa topográfico). (Calderón, 1988) y la capacidad de retención de humedad del suelo cuyo valor se extrae de los análisis físicos de las muestras tomadas durante el levantamiento de suelos.

#### Representatividad.

Una "cualidad" especial para el establecimiento de parcelas experimentales es que los resultados obtenidos en dichas parcelas, sean representativos para toda la zona y puedan así, las recomendaciones ajustarse a las condiciones imperantes del área o zona en cuestión.

Debido a esto se escogió la cualidad de representatividad y homogeneidad como cualidades especiales que deben satisfacer las unidades cartográficas de tierras por este tipo de uso.

c) Descripción de las clases de uso de la tierra que deben de considerarse y estipulación de sus requisitos.

La evaluación de la aptitud supone relacionar la unidades cartograficas con tipos específicos de usos de la tierra. Los tipos de usos considerados se limitan a aquellos que parecen ser mas pertinentes a las condiciones generales, reinantes en la zona de estudio.

Un tipo de uso de la tierra está formado por una serie de especificaciones técnicas expuestas en una forma física, económica, o social dada. Esto puede ser por el medio ambiente corriente o una situación futura modificada por perfeccionamientos primordiales de la tierra, por ejemplo, un plan de riego. Los tipos de usos de tierra se definen

para los objetivos de la evaluación de tierras.

Los tipos de uso considerados en el presente estudio son :

- Granos básicos
- Frutales
- Musáceas
- Hortalizas con riego
- Parcelas experimentales

Cada tipo de uso representa una serie de exigencias o requerimientos que deben ser satisfechas por las cualidades de la tierra.

Las exigencias del uso de la tierra se refieren a una serie de cualidades de esta que determinan las condiciones de producción y ordenación de un tipo de uso de tierra.

A continuación se presentan las exigencias de cada tipo de uso de la tierra considerados en el estudio.

**Granos básicos.** (Landon, 1984; Ilaco, 1985; FAO, 1977)

Maíz (*Zea mays*)

Sorgo (*Sorghum vulgare*)

**Clima:** Estos cultivos necesitan entre 500-800 mm. de lluvia bien distribuida a lo largo de su ciclo vegetativo. La maduración del grano y cosecha debe ocurrir durante un periodo seco. El promedio de temperatura diaria requerido para un óptimo crecimiento está entre los 22-27 °C. Las altas temperaturas (>35°C) dañan el polen y decrece el llenado de granos en el caso del maíz, además los vientos fuertes que también producen acame.

**Suelos:** Los granos básicos se desarrollan optimamente en suelos con texturas finas a medias con alta fertilidad natural. El rango del pH varía entre 6.6 y 7.2 ; además los niveles de necesidad de nutrientes son altos especialmente N para maíz y sorgo.

La profundidad mínima de enraizamiento varía entre los 60 cm (sorgo) y los 90 cm para el maíz. Requieren de suelos bien drenados y su tolerancia a períodos cortos de encharcamiento es baja hasta media el riesgo de erosión; es alto.

**Frutales.** (Landon, 1984; Ilaco, 1985; FAO, 1977)

Citrícos (*Citrus spp.*)

Mango (*Mangifera indica*)

Marañón (*Anacardium occidentale*)

Aguacate (*Persea americana*)

**Clima:** Los frutales requieren de un mínimo de precipitación anual de aproximadamente 900 mm, preferiblemente complementados con irrigación a los 1600 mm. El promedio de temperatura diaria óptima es cerca de los 25 °C. A temperaturas menores de los 13 °C y sobre los 35° C el crecimiento es detenido.

**Suelos:** Los frutales necesitan suelos de textura media con alto contenido de materia orgánica. Son sensitivos a la salinidad y se desarrollan óptimamente en suelos de alta fertilidad natural, con un pH entre 6.6-7.2 y sus requerimientos son altos en N y K. Anualmente extraen del suelo aproximadamente 100 kg de N, 25 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 145 kg de K<sub>2</sub>O por ha.

Los frutales necesitan suelos profundos (> de 90 cm de profundidad), bien drenados y tiene una baja tolerancia a períodos cortos de encharcamiento.

El riesgo de erosión es muy bajo sobre todo con densidades de siembra adecuados (p.e. cítricos 160-200 plantas/ha)

**Musáceas.** (Landon, 1984; Ilaco, 1985; FAO, 1977)

Bananos (*Musa spp.*)

**Clima:** Las musáceas tienen un alto requerimiento de agua. Ellas necesitan entre 1,200-2,000 mm de precipitaciones bien distribuidas por año. Durante las estaciones secas se reduce el desarrollo de la planta. La temperatura óptima está entre 25 y 30 ° C. Los vientos fuertes pueden causar serios daños como hojas desgarradas, árboles caídos y tallos quebrados.

**Suelos:** Las musáceas requieren suelos de textura media con alta fertilidad y un alto contenido de materia orgánica. El rango de pH varía entre 6.0 y 7.5 y sus necesidades de nutrientes estan entre media y alta. Sus requerimientos específicos son altos en N y K principalmente. Los nutrientes extraídos por un cultivo de 30 Ton/ha son de 60 kg de N, 15 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 200 kg de K<sub>2</sub>O.

El sistema radicular de las musáceas es superficial pero requiere de una profundidad mínima de 90 cm con un drenaje interno bueno, su tolerancia a períodos cortos de encharcamiento es media. El riesgo de

erosión de suelos con cultivos de musáceas es alto.

**Hortalizas con riego.** (Landon, 1984; Ilaco, 1985; FAO, 1977)

Cebolla (*Allium cepa*)

Tomate (*Lycopersicon esculentum*)

Pepino (*Cucumis sativus*)

Melón (*Cucumis melo*)

Clima: Las hortalizas se pueden desarrollar casi en todas partes ya que existen variedades adaptadas a climas locales. Bajo condiciones climáticas moderadas crecen principalmente durante el verano.

Suelos: Las hortalizas se desarrollan mejor en suelos con textura media con alta fertilidad natural. El pH óptimo está entre 6.6-7.2 y la extracción de nutrientes por cosecha se considera alta.

La profundidad mínima de enraizamiento varía entre los 30-60 cm. Necesita suelos bien drenados y tienen una baja tolerancia a periodos cortos de encharcamiento.

**Parcelas experimentales.**

Los requerimientos de clima y suelos para las parcelas experimentales se consideraron iguales a los requerimientos de los granos básicos debido al especial interés que reviste este tipo de uso, (el maíz principalmente), dentro de la zona en donde está ubicada la finca "El Plantel".

d) Comparación de las clases de uso de las tierras con los tipos de tierras presentes.

El punto focal en la evaluación de tierras es que los datos sobre el uso de la tierra y sobre la tierra misma se agrupan y comparan; la comparación conduce a la clasificación de aptitud de la tierra. Estos datos son:

- Los tipos relevantes de uso de la tierra y sus requerimientos y limitaciones.
- Las unidades de tierra y sus cualidades y características.

En las evaluaciones existen tres pasos en la comparación de los requerimientos de uso de la tierra con las cualidades de la misma; primero, elaborar la ponderación de factores para cada requerimientos

de uso de la tierra; segundo, comparación de éstos con las unidades de tierra para obtener calificaciones de aptitud de tierra y tercero, combinación de las calificaciones de aptitud en clases de aptitud de tierra.

#### i. Ponderación de factores.

Antes de iniciar el proceso de comparación se tiene :

- Una serie de requerimientos para cada tipo de utilización de la tierra.
- Una serie de valores diagnósticos (calidades de la tierra y/o características de la tierra) para cada unidad de tierra.

La primera etapa es decidir sobre la ponderación de factores para cada tipo de uso de la tierra. Una ponderación de factores es una serie de valores críticos que muestran en que medida un requerimiento de uso particular de la tierra es satisfecho por una condición del correspondiente factor diagnóstico. Por ejemplo, para la calidad del suelo : condiciones de enraizamiento del suelo, medida por la profundidad, una profundidad mayor de 90 cm prodría calificarse como altamente apropiada, una inferior a 20 cm como no apropiada, con valores correspondientes para moderada y marginalmente apropiada.

La ponderación o calificación de factores se elabora para cada cualidad de tierra seleccionada : por ejemplo, condiciones de enraizamiento, disponibilidad de humedad, riesgo de erosión. Debido a que los requerimientos de uso son diferentes la calificación de factores varía de un cultivo a otro; por ejemplo algunos cultivos se desarrollan en suelos más superficiales que otros.

La calificaciones de factores se muestran por medio de letras subíndice para distinguirlas de las clases de aptitud basadas sobre todo en los factores combinados :

- a1 : Altamente apropiados
- a2 : Moderadamente apropiado
- a3 : Marginalmente apropiado

: No apropiado

La ponderación de factores para cada tipo de uso de la tierra se presentan en los siguientes cuadros (desde 1a hasta 1e)

### ii. Calificaciones de aptitud de la tierra.

Después de que las calificaciones de factores se han colocado para cada cualidad de tierra pertenecientes a cada tipo de uso se comparán con las condiciones correspondientes de las unidades de tierra. Esto conduce a una serie de aptitudes parciales llamadas calificaciones de aptitudes de la tierra. Estas muestran la aptitud de una unidad de tierra para un uso específico, basado sobre un único requerimiento, por ejemplo, aptitud basado en las condiciones de enraizamiento unicamente. De esta manera, si una unidad de tierra presenta suelos con una profundidad efectiva superior a 90 cm, la calificación de aptitud sería a1, altamente apropiada, para el tipo de utilización "Granos Básicos". Otra unidad de tierra con un promedio de profundidad de suelo de 30 cm daría una calificación de aptitud de la tierra de n, no apropiada para el mismo uso.

Las calificaciones de aptitud de la tierra se presentan de la misma manera que las calificaciones de los factores, por letras sub-índice a1, a2, a3 y n.

### iii. Combinación de las calificaciones de aptitud de la tierra.

El siguiente paso es combinar las calificaciones de aptitud de la tierra en una clasificación de aptitud. En el presente trabajo se ha seguido la regla de que el factor menos favorable es tomado como limitante de la aptitud; es decir, que la aptitud total no puede ser superior a la calificación más baja de la aptitud de la tierra.

### e) Clasificación de la aptitud de las tierras.

Se entiende por aptitud, la adaptabilidad de un tipo determinado de tierras para un uso definido. La tierra puede considerarse en su estado actual o después de aportar mejoras. El proceso de clasificación de aptitud de las tierras es la evaluación y agrupación de zonas específicas de tierra en función de su aptitud para usos definidos.

Esta clasificación se hace por separado para cada tipo de uso de tierra que parece ser pertinente a la zona.

CUADRO 1a PONDERACION DE FACTORES PARA UN TIPO DE USO DE LA TIERRA

USO DE LA TIERRA: GRANOS BASICOS

REQUERIMIENTO DE USO DE LA TIERRA/CUALIDADES DE LA TIERRA	Factor diagnostico	Unidad	PONDERACION DE FACTORES			
			a1	a2	a3	n
RETENCION DE NUTRIENTES (n) 1/	CIC	meq %	> 40	25-40	15-25	< 15
	S. B.	%	> 50	> 50	< 50	< 50
	H. D.	%	> 8	5-8	2-5	< 2
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (d) 2/	P	ppm	> 14	7-14	3.5-7	< 3.5
	K	meq %	> 0.4	0.4-0.2	0.2-0.1	< 0.1
	Reacción	pH	6.6-7.2	7.2-7.8 5.6-6.6	7.8-8.8 5.2-5.6	> 8.8 < 5.2
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m) 3/	ISNH	%	> 70	65-70	60-65	< 60
CONDICION DE ENRAIZAMIENTO (p) 4/	Profundidad	cm	> 90	60-90	40-60	< 40
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA LAS RAICES (o) 5/	Drenaje	Clase	3	2 y 4	1 y 5	0 y 6
RIESGO DE EROSION (e) 6/	Erosión estimada	Ton/ha/año	< 1	1-6	7-17	> 17
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DEL RIEGO (i) 7/	Pendiente	%				
	Elevación	monm				
	C H D	mm				
REPRESENTATIVIDAD (r) 8/	Forma del terreno Sec. textura Pres. talpetate Homogeneidad	Clase				

Fuentes: 1/ Landon (1984), Fassbender (1985)  
2/ MIDINRA (1983, 1988)  
3/ Landon (1984), Ilaco (1985)  
4/ Landon (1984), Ilaco (1985)  
5/ Landon (1984), Ilaco (1985)

6/ Somarriba (1989)  
7/ este estudio  
8/ este estudio

CUADRO 1b PONDERACION DE FACTORES PARA UN TIPO DE USO DE LA TIERRA

USO DE LA TIERRA: FRUTALES

REQUERIMIENTO DE USO DE LA TIERRA/CUALIDADES DE LA TIERRA	Factor diagnostico	Unidad	PONDERACION DE FACTORES			
			a1	a2	a3	n
RETENCION DE NUTRIENTES (n) 1/	CIC	meq %	> 40	25-40	15-25	< 15
	S. B.	%	> 50	> 50	< 50	< 50
	M. O.	%	> 8	5-8	2-5	< 2
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (d) 2/	P	ppm	> 14	7-14	3.5-7	< 3.5
	K	meq %	> 0.4	0.4-0.2	0.2-0.1	< 0.1
	Reacción	pH	6.6-7.2	7.2-7.8 5.6-6.6	7.8-8.8 5.2-5.6	> 8.8 < 5.2
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m) 3/	ISNH	%	> 60	55-60	50-55	< 50
CONDICION DE ENRAIZAMIENTO (p) 4/	Profundidad	cm	> 90	60-90	40-60	< 40
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA LAS RAICES (o) 5/	Drenaje	Clase	4	3 Y 5	2 Y 6	0 Y 1
RIESGO DE EROSION (e) 6/	Erosión estimada	Ton/ha/año	< 17	18-38	39-69	> 69
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DEL RIEGO (i) 7/	Pendiente	%				
	Elevación	msnm				
	C H D	mm				
REPRESENTATIVIDAD (r) 8/	Forma del terreno Sec. textura Pres. talpetate Homogenidad	Clase				

Fuentes: 1/ Landon (1984), Fassbender (1985)

2/ MIDINRA (1983, 1988)

3/ Landon (1984), Ilaco (1985), FAO (1977)

4/ Landon (1984), Ilaco (1985)

5/ Landon (1984), Ilaco (1985)

6/ Samarriba (1989)

7/ este estudio

8/ este estudio

CUADRO 1c PONDERACION DE FACTORES PARA UN TIPO DE USO DE LA TIERRA  
USO DE LA TIERRA: MUSACEAS

REQUERIMIENTO DE USO DE LA TIERRA/CUALIDADES DE LA TIERRA	Factor diagnostico	Unidad	PONDERACION DE FACTORES			
			a1	a2	a3	n
RETENCION DE NUTRIENTES (n) 1/	C I C	meq %	> 40	25-40	15-25	< 15
	S. B.	%	> 50	> 50	< 50	< 50
	M. O.	%	> 8	5-8	2-5	< 2
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (d) 2/	P	ppm	> 14	7-14	3.5-7	< 3.5
	K	meq %	> 0.4	0.4-0.2	0.2-0.1	< 0.1
	Reacción	pH	6.6-7.2	7.2-7.8 5.6-6.6	7.8-8.8 5.2-5.6	> 8.8 < 5.2
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m) 3/	ISNH	%	> 75	70-75	65-70	< 65
CONDICION DE ENRAIZAMIENTO (p) 4/	Profundidad	cm	> 90	60-90	40-60	< 40
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA LAS RAICES (o) 5/	Drenaje	Clase	3	2 y 4	1 y 5	0 y 6
RIESGO DE EROSION (e) 6/	Erosión estimada	Ton/ha/año	< 1	1-6	7-17	> 17
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DEL RIEGO (i) 7/	Pendiente	%				
	Elevación	msnm				
	C H D	mm				
REPRESENTATIVIDAD (r) 8/	Forma del terreno Sec. textura Pres. talpetate Homogenidad	Clase				

Fuentes : 1/ Landon (1984), Fassbender (1985) 6/ Somarriba (1989)  
2/ MIDINRA (1983, 1988) 7/ este estudio  
3/ Landon (1984), Ilaco (1985), FAO (1977) 8/ este estudio  
4/ Landon (1984), Ilaco (1985)  
5/ Landon (1984), Ilaco (1985)

CUADRO 1d PONDERACION DE FACTORES PARA UN TIPO DE USO DE LA TIERRA  
USO DE LA TIERRA: HORTALIZAS CON RIEGO

REQUERIMIENTO DE USO DE LA TIERRA/CUALIDADES DE LA TIERRA	Factor diagnostico	Unidad	PONDERACION DE FACTORES			
			a1	a2	a3	n
RETENCION DE NUTRIENTES (n) 1/	CIC	meq %	> 40	25-40	15-25	< 15
	S. B.	%	> 50	> 50	< 50	< 50
	M.O.	%	> 8	5-8	2-5	< 2
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (d) 2/	P	ppm	> 14	7-14	3.5-7	< 3.5
	K	meq %	> 0.4	0.4-0.2	0.2-0.1	< 0.1
	Reacción	pH	6.6-7.2	7.2-7.8 5.6-6.6	7.8-8.8 5.2-5.6	> 8.8 < 5.2
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m) 3/	ISNH	%	-	-	-	-
CONDICION DE ENRAIZAMIENTO (p) 4/	Profundidad	cm	> 60	40-60	25-40	< 25
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA LAS RAICES (o) 5/	Drenaje	Clase	4	3 Y 5	2 Y 6	0 Y 1
RIESGO DE EROSION (e) 6/	Erosión estimada	Ton/ha/año	< 7	7-17	18-38	> 38
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DEL RIEGO (i) 7/	Pendiente	%	< 2	2-6	6-12	> 12
	Elevación	msnm	< 107	107-115	107-115	> 115
	CHD	mm	> 180	180-120	120-60	< 60
REPRESENTATIVIDAD (r) 8/	Forma del terreno Sec. textura Pres. talpetate Homogenidad	Clase				

Fuentes: 1/ Landon (1984), Fassbender (1985)

2/ MIDINRA (1983, 1988)

3/ Landon (1984), Ilaco (1985), FAO (1977)

4/ Landon (1984), Ilaco (1985)

5/ Landon (1984), Ilaco (1985)

6/ Somarriba (1989)

7/ este estudio

8/ este estudio

CUADRO 1e PONDERACION DE FACTORES PARA UN TIPO DE USO DE LA TIERRA  
USO DE LA TIERRA: PARCELAS EXPERIMENTALES

REQUERIMIENTO DE USO DE LA TIERRA/CUALIDADES DE LA TIERRA	Factor diagnóstico	Unidad	PONDERACION DE FACTORES			
			a1	a2	a3	n
RETENCION DE NUTRIENTES (n) 1/	CIC	meq %	> 40	25-40	15-25	< 15
	S. B.	%	> 50	> 50	< 50	< 50
	M. O.	%	> 8	5-8	2-5	< 2
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (d) 2/	P	ppm	> 14	7-14	3.5-7	< 3.5
	K	meq %	> 0.4	0.4-0.2	0.2-0.1	< 0.1
	Reacción	pH	6.6-7.2	7.2-7.8 5.6-6.6	7.8-8.8 5.2-5.6	> 8.8 < 5.2
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m) 3/	ISNH	%	> 70	65-70	60-65	< 60
CONDICION DE ENRAIZAMIENTO (p) 4/	Profundidad	cm	> 90	60-90	40-60	< 40
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA LAS RAICES (o) 5/	Drenaje	Clase	3	2 Y 4	1 Y 5	0 Y 6
RIESGO DE EROSION (e) 6/	Erosión estimada	Ton/ha/año	< 1	1-6	7-17	> 17
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DEL RIEGO (i) 7/	Pendiente	%				
	Elevación	msnm				
	CND	mm				
REPRESENTATIVIDAD (r) 8/	Forma del terreno	Clase	Declive	todas excepto	todas excepto	3 ó más características diferentes
	Sec. textura	Clase	AL-FAL	1 característica	2 características	
	Pres. talpetate	cm	60-70 alta			
	Homogenidad					

Fuentes: 1/ Landon (1984), Fassbender (1985)  
2/ MIDINRA (1983, 1988)  
3/ Landon (1984), Ilaco (1985), FAO (1977)  
4/ Landon (1984), Ilaco (1985)  
5/ Landon (1984), Ilaco (1985)

6/ Somarriba (1989)  
7/ este estudio  
8/ este estudio

## **Estructura de la clasificación de aptitud**

En el presente estudio se reconocen 3 categorías de generalización decreciente :

- i Ordenes de aptitud de las tierras
- ii Clases de aptitud de las tierras
- iii Sub-clases de aptitud de las tierras

### **i Ordenes de aptitud de las tierras.**

Los ordenes de aptitud de las tierras indican si una tierra se ha evaluado como apta para el uso objeto de estudio. Existen dos ordenes representados en los mapas, cuadros, etc. por los símbolos A y N respectivamente.

**Orden A (apta) :** Tierra en que el uso sostenido del tipo de uso en estudio se espera que rinda beneficios que justifiquen los insumos sin riesgos inaceptables de peligros para los recursos de las tierras.

**Orden N (no apta) :** Tierras que poseen cualidades que parecen impedir un uso sostenido del tipo de uso en examen.

### **ii Clases de aptitud de las tierras.**

Las clases de aptitud de la tierra reflejan grados de adaptabilidad. Las clases se enumeran consecutivamente mediante cifras arábigas en secuencia de grado descendiente de aptitud dentro del orden.

Se reconocen tres clases dentro del orden A con los siguientes nombres y definiciones :

**Clase A<sub>1</sub> (altamente apta) :** Tierra que no tiene limitaciones señaladas para la aplicación sostenida de un uso determinado; o sólo con limitaciones de menor cuantía que no reducirán significativamente la producción.

**Clase A<sub>2</sub> (moderadamente apta) :** Tierra con limitaciones que en conjunto son moderadamente graves para la aplicación sostenida de un uso determinado; las limitaciones pueden reducir la productividad.

Clase  $A_3$  (marginamente apta) : Tierra con limitaciones que en conjunto son graves para la aplicación sostenida de un uso determinado y reducirán la productividad.

Dentro del orden No apta existen dos clases :

Clase  $N_1$  (no apta actualmente) : Tierra con limitaciones que pueden ser vencidas con el tiempo, pero que no pueden corregirse con los conocimientos existentes a un costo actualmente aceptable; las limitaciones son tan graves que impiden un uso sostenido y satisfactorio de la tierra en un modo determinado.

Clase  $N_2$  (no apta permanentemente) : Tierra con limitaciones que parecen ser tan graves que impiden un uso sostenido y satisfactorio de la tierra en un modo determinado.

iii Sub-clases de aptitud de las tierras.

Las sub-clases se indican con letras minúsculas de significación nemotécnica, por ejemplo,  $A_{2m}$ ,  $A_{2e}$ ,  $A_{3me}$ , etc. Estas reflejan clases de limitaciones (p.e. carencia de humedad, peligro de erosión, etc.).

### III RESULTADOS Y DISCUSION.

#### 3.1 Estudios previos.

El área que corresponde a la finca El Plantel fue incluida en el Levantamiento de suelos de la región Pacífica de Nicaragua. (Catastro, 1971), como parte de los suelos de la serie Zambrano.

Este informe abarcó los levantamientos de suelo y uso de la tierra de 16,015 kilómetros cuadrados, que incluyen principalmente los departamentos de Chinandega, León, Managua, Masaya, Granada, Carazo y Rivas.

##### 3.1.1. Clasificación Taxonómica

Segun Catastro (1971), los suelos de la serie Zambrano (Zm) fueron clasificados como Typic Durustoll en el sistema taxonómico de suelos (Séptima Aproximación) de 1960. Una descripción morfológica del perfil representativo se muestra en el Anexo 4.

La serie Zambrano consiste de suelos profundos a moderadamente superficiales, bien drenados, con un subsuelo arcilloso de color pardo rojizo oscuro y que está sobre un estrato endurecido continuo pero fragmentado. Los suelos se han desarrollado de ceniza volcánica que descansa sobre arcilla, toba parcialmente meteorizada o arena y escoria cementada. — Se encuentran en planicies ligeramente onduladas a fuertemente onduladas.

Estos suelos se encuentran en las zonas de vida transcionales entre Bosque Tropical Seco y Bosque Subtropical Húmedo. La vegetación natural era de bosques moderadamente densos, pero en 1968 casi todos los bosques habían sido talados y los suelos Zambranos y asociaciones estaban siendo usados para cultivos y pastos.

Los suelos Zambrano generalmente tienen permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderada a moderadamente alta, y una zona radicular moderadamente profunda a moderadamente superficial. El contenido de materia orgánica es moderadamente alto en los primeros horizontes y moderados en el subsuelo. Los suelos estan bien provistos de bases intercambiables y la saturación de bases en el subsuelo es mayor del 65 %. Son deficientes en fósforo, pero el contenido de potasio asimilable es medio.

### 3.1.2. Unidades locales de suelos.

En el fotomapa "Suelos y Clasificación de la Tierra"; escala 1:20,000 del Catastro (1971), hoja 2952 -2 - B se presenta a la finca El Plantel dividida en dos unidades de suelos la ZM c3 IV y ZM b2 III, (ver figura 4).

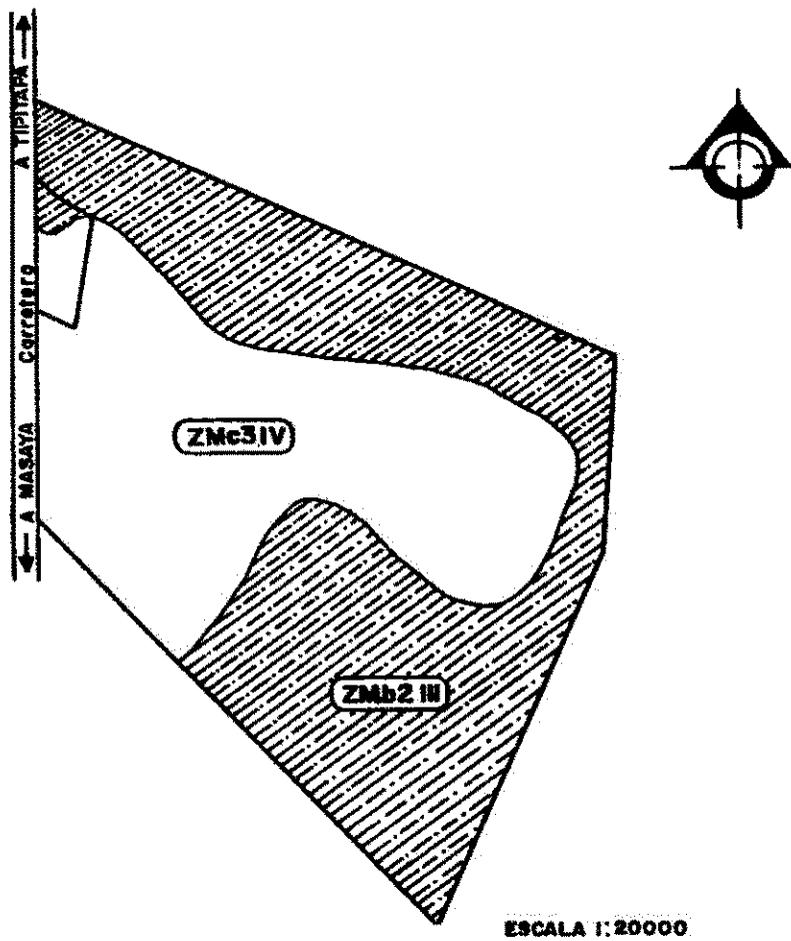
#### Unidad ZMb2-III Zambrano franco arcilloso, moderadamente superficial sobre el estrato endurecido, 1.5 a 4 % de pendiente

Son suelos casi planos a ligeramente inclinados, poco profundo, con textura franco arcillosa sobre talpetate algo fracturado a una profundidad de 40 a 60 cm, que limita moderadamente el paso de las raíces. En 1968, alrededor del 75 % del área total de esta unidad estaba con algodón, 10 % con maíz-sorgo y 15 % en barbecho. Muy poco de estas tierras eran usadas para pastos.

La unidad de capacidad de estos suelos es la IIIc-5a, están bien adaptados para sorgo y moderadamente bien adaptados para la mayoría de los otros cultivos de surco. Es pobremente adaptado para bananos, caña de azúcar y plátanos. Sin embargo, estos suelos son más aptos para cultivos de raíces superficiales. Una práctica de conservación necesaria para evitar una mayor pérdida de suelo es la implementación de sistema de terrazas al sembrar cultivos anuales de surco. La rotación de cultivos y una cobertura con residuos vegetales son prácticas deseables.

#### Unidad ZMc3-IV Asociación Zambrano, superficial sobre el estrato endurecido, 4 a 8 % de pendiente.

Los suelos de esta asociación con pendiente inclinada son superficiales, sobre talpetate endurecido a profundidades de 25 a 40 cm, francos bien drenados están severamente erosionados. En 1968, alrededor del 50 % del área, estaba en barbecho, 40 % con maíz y 10 % con algodón. Debido a la poca profundidad de los suelos y al riesgo de erosión acelerada, son más aptos para pastos. La unidad de capacidad que pertenecen es IVe-5a.



**FIGURA N° 4 UNIDADES LOCALES DE SUELOS Finca "El Plante"** ( Tomado de la hoja 2952-2-B del Fotomapa "Suelos y Clasificación de la Tierra") Catastro, 1971.

### 3.2. Resultados del levantamiento de suelos

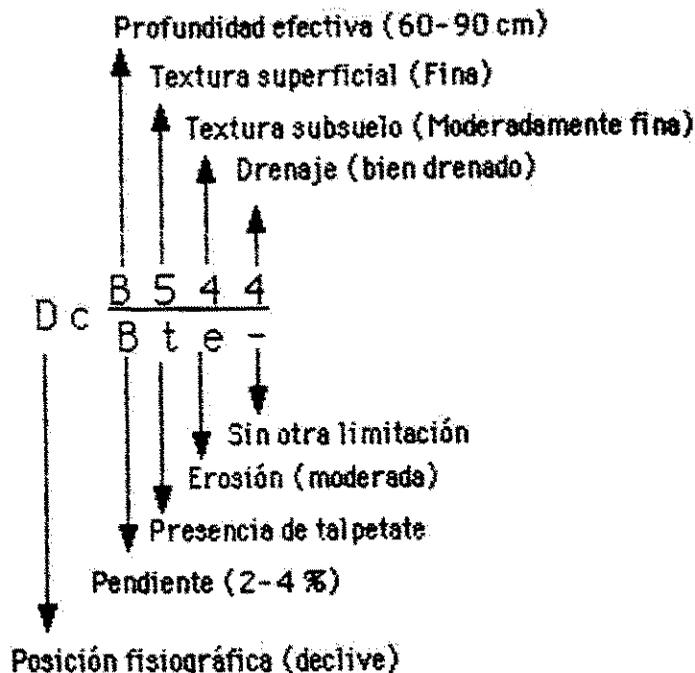
#### 3.2.1. Mapa de suelos.

El producto final del levantamiento detallado de suelo (escala 1:5,000) de la finca "El Plantel" es el mapa de suelos y su leyenda. (Mapa Nº 1)

El mapa de suelos constituye una representación cartográfica cuya área se presenta dividida en unidades con cierto grado de homogeneidad en términos de suelo y factores correlativos. Este grado de homogeneidad esta en función del detalle requerido por los objetivos del levantamiento.

Las informaciones son presentadas por la simbología de las unidades cartográficas. Esta simbología o leyenda esta constituida por letras mayúsculas y minúsculas y números que representan una síntesis de las características del suelo y el medio ambiente.

El significado de los términos que integran la leyenda se expresa a continuación de manera comprensiva.



Forma del terreno.

Ms = Meseta

Le = Ladera escarpada

Ls = Ladera suave o ligeramente escarpada

Dc = Declive (pendiente cóncava)

Dp = Depresión

## CARACTERISTICAS DEL SUELO

### Numerador

Profundidad efectiva.

A	- Mas de 90 cm	Profunda
B	- 60 a 90 cm	Moderadamente profunda
C	- 40 a 60 cm	Poco profunda
D	- 25 a 40 cm	Superficial
E	- Menos de 25	Muy superficial

Textura. (Según USDA, 1962)

- 0 -Muy gruesa: arena gruesa, grava
- 1 -Gruesa: arena muy fría, arena fina, arena media y arena francosa exceptuando arena franca muy fina.
- 2 -Moderadamente gruesa : arena franca muy fina y franco arenoso.
- 3 -Media: franco arenoso muy fino, franco limoso y arcilloso con menos de 60 % de arcilla
- 4 -Moderadamente fina : franco arcillo arenoso, franco arcilloso y franco arcillo limoso
- 5 -Fina: arcillo arenoso, arcillo limoso y arcilloso con menos de 60 % de arcilla
- 6 -Muy fina : arcilla pesada, 60 % o más de arcilla

Drenaje. (Según FAO, 1977)

- 0 Muy escasamente drenado
- 1 Escasamente drenado
- 2 Imperfectamente drenado
- 3 Moderadamente bien drenado
- 4 Bien drenado
- 5 Algo excesivamente drenado
- 6 Excesivamente drenado

## LIMITANTES DEL SUELO

### Denominador

Pendiente.

- A 0-2 % Plano o casi plano
- B 2-4 % Muy ligeramente ondulado o ligeramente ondulado

C	4-8 %	Ondulado
D	8-15 %	Fuertemente ondulado
E	15-30 %	Colinado

Materiales que limitan la profundidad.

- t - talpetate o duripan
- T - toba o conglomerado de fragmentos piroclástico

Erosión.

- e - Erosión moderada
- ee - Erosión fuerte
- E - Erosión severa

Otras limitaciones.

- i - Inundaciones ocasionales
- ii - inundaciones frecuentes

### 3.2.2. Breve descripción de las unidades cartográficas de suelos.

Durante el levantamiento de suelo se identificaron 5 unidades cartográficas de las cuales se presenta una breve descripción de cada una , su clasificación en el sistema taxonómico (USDA, 1975) y su equivalencia según La Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco, 1974). Además en la figura 5 se presenta a las unidades cartográficas de suelo y su distribución en el paisaje y en el cuadro 2 su extensión en áreas y porcentajes.

Unidad: Le E2-6  
DTE-

Estan en cumbres y laderas escarpadas (Le) con pendientes entre 8 y 14 %; presentan afloramientos rocosos (toba) en algunas áreas, están fuertemente erosionados por lo que han perdido sus horizontes superiores y sus características de diagnóstico originales.

Son suelos muy superficiales con menos de 25 cm de profundidad. Presentan una textura media a moderadamente gruesa (franco a franco arenoso) con estructura granular de moderada a débil y tienen un drenaje excesivo.

Presentan un horizonte A ócrico perturbado por acción de labranza,

mezclado con arenas sueltas y/o semiconsolidadas de la parte mas superficial de la toba.

La saturación de bases es mayor del 50 % y han sido clasificados como Lithic Ustorthents en el sistema Taxonómico Americano (USDA, 1975) y como Regosoles eutricos (Re) según la leyenda del Mapa mundial de suelos (FAO-Unesco, 1974).

Unidad: Ms D5-5  
Btee-

Se encuentran en las mesetas muy ligeramente onduladas a ligeramente onduladas con pendiente entre 4 y 8 %, con presencia de capas endurecidas (talpetate) en el perfil que limitan ligeramente o moderadamente la profundidad radicular de algunos cultivos anuales; con fuertes evidencias de erosión en surcos.

Son suelos superficiales a poco profundos (25 a 60 cm de profundidad) con textura fina (arcillo limoso) en todo el perfil; la estructura es granular, moderada y el espesor de la capa endurecida varia entre los 3 y 8 cm y se observa muy fragmentada; el suelo es algo excesivamente drenado.

Presenta un horizonte mólico mezclado por las acciones de labranza con fragmentos de talpetate. La saturación de base es mayor del 50 % y estan clasificados como Udic Haplustolls en el Sistema Taxonomía de Suelos (USDA, 1975) y como Kastanozems haplico (Kh) según la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco, 1974)

Unidad: Ls D4-5  
Ctee-

Estan localizados sobre las laderas ligeramente onduladas a onduladas con pendientes entre 4 y 8 %, con presencia de capas endurecidas (talpetate) en el perfil que limitan fuertemente la penetración radicular de algunos cultivos anuales; con evidencia de erosión en surcos severa.

Son suelos superficiales a poco profundos (25 a 60 cm de profundidad) con textura moderadamente fina (franco limoso) la estructura es granular moderada; la capa endurecida tiene un espesor que varia de 8 a 15 cm, es continua, con fisuras verticales que dan origen a fragmentos en forma de bloques angulares gruesos; y son algo excesivamente drenados.

Presentan un horizonte A mólico mezclado con fragmentos de talpetate. La saturación de bases es mayor del 50 % y estan clasificados como Udic-duric Haplustolls según el Sistema de Taxonomía de Suelos

(USDA, 1975) y como Kastanozems haplico (Kh) según la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco, 1974).

Unidad: Dc B544

Bte-

Están ubicados en los declives muy ligeramente ondulados a ligeramente ondulados con pendientes entre 2 y 4 %, con presencia de capas endurecidas (talpetate) en el perfil que limitan moderadamente la penetración radicular de algunos cultivos anuales; con evidencia de erosión en surcos moderada.

Son suelos moderadamente profundos (60 a 90 cm de profundidad) con textura fina (arcillo limoso) en la superficie y moderadamente fina (franco arcillo limoso) en el subsuelo; la estructura es granular fuerte en la superficie y en bloques subangulares moderada en el subsuelo; la capa de talpetate tiene un espesor de 10 cm, es continua, pero fragmentada; presentan un buen drenaje.

Presentan un horizonte A mólico perturbado sobre la capa de talpetate. La saturación de bases es mayor del 50 % y han sido clasificados como Udic-duric Haplustolls en el Sistema Taxonomía de Suelos (USDA, 1975) y como Kastanozems haplico (Kh) según la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco, 1974).

Unidad: Dp A543

A--i

Los suelos de esta unidad están ubicados en las depresiones planas o casi planas con pendientes menores del 2 % y que presentan riesgo de inundaciones ocasionales.

Son suelos profundos (mayor de 90 cm de profundidad) con una textura fina (arcillo limoso) en la superficie y moderadamente fina (franco arcillo limoso) en el subsuelo; la estructura es granular fuerte en la superficie y en bloques subangulares, moderada en el subsuelo; sin presencia de capas endurecidas a menos de 120 cm de profundidad y son moderadamente bien drenados.

Presentan un horizonte A mólico con una saturación de bases mayor del 50 % y están clasificados como Fluventic Haplustolls en el Sistema Taxonomía de Suelo (USDA, 1975) y como Kastanozems haplico (Kh) según la Leyenda del Mapa Mundial de Suelos (FAO-Unesco, 1974).

Cuadro 2 Unidades cartográficas en "El Plantel", su clasificación y extensión.

Unidad cartográfica de suelo	Clasificación		Area (ha)	%
	USDA (1975)	FAO (1974)		
Le <u>E2-6</u> DTE-	Lithic Ustorthents	Regosols eutrico (Re)	44.7	24.4
Ms <u>D5-5</u> Btee-	Udic Haplustolls	Kastanozems haplico (Kh)	16.8	9.2
Ls <u>D4-5</u> Ctee-	Udic-Duric Haplustolls	Kastanozems haplico (Kh)	25.2	13.8
Dc <u>B544</u> Bte-	Udic-Duric Haplustolls	Kastanozems haplico (Kh)	44.3	24.2
Dp <u>A543</u> A--i	Fluventic Haplustolls	Kastanozems haplico (Kh)	52.0	28.4

### 3.2.3. Cualidades y características de las unidades cartográficas.

Los detalles acerca de las descripciones morfológicas de los perfiles de suelos, resultados de análisis físico y químicos para cada unidad cartográfica se presentan en el Anexo 6. Sin embargo, a continuación, presentamos de una forma sinóptica las características y cualidades de cada una de las unidades cartográficas que fueron utilizadas durante el proceso de evaluación de tierras. (cuadro 3)

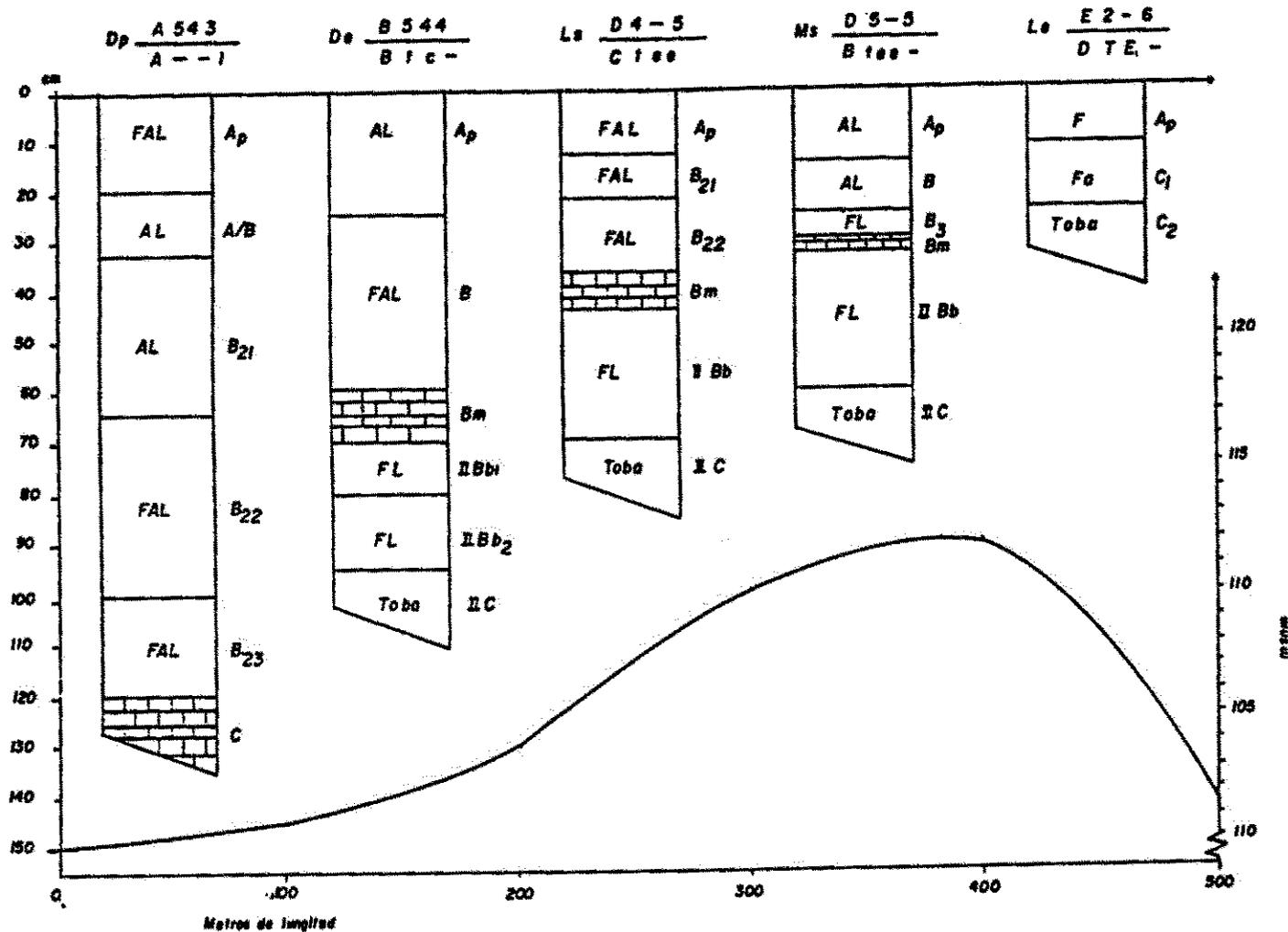


Fig. 5 Unidades Cartográficas de Suelos y su distribución en el paisaje.

Cuadro 3 Unidades cartográficas de tierras versus características y cualidades de la tierra

Cualidades de la tierra	Características de la tierra	UNIDADES CARTOGRAFICAS				
		Le $\frac{E2-6}{DTE-}$	Ms $\frac{D5-5}{Btee-}$	Ls $\frac{D4-5}{Ctee-}$	Dc $\frac{B544}{Bte-}$	Dp $\frac{A543}{A--i}$
Retención de nutrientes	CIC (meq %)	50.2	48.5	54.7	53.0	44.5
	PSB (%)	85	78	75	77	90
	M.O. (%)	4.7	8.6	6.8	2.7	9.5
Disponibilidad de nutrientes	P (ppm)	7.3	7.8	7.5	12.4	24.5
	K (meq %)	0.40	0.69	0.85	1.10	1.36
	pH	7.1	6.6	7.0	7.1	6.8
Condiciones de enraizamiento	Profundidad (cm)	< 25	25-40	25-40	60-90	> 90
Disponibilidad de oxígeno para las raíces	Clases de drenaje	6 excesivamente drenado	5 algo excesivamente drenado	5 algo excesivamente drenado	4 bien drenado	3 Moderadamente bien drenado
Riesgo de erosión	Pérdidas (Ton/ha/año)	> 39	18-38	18-38	7-17	6-1
Factores que afectan la implementación del riego	Distancia (m)	500-800	< 500	500-800	< 500	< 500
	Pendiente (%)	8-14	2-4	4-8	2-4	0-2
	Elevación (msnm)	115-103	116-111	119-107	115-101	111-101
	Cap. de almac. (mm)	27	136	102	127	170
Representatividad	Posición fisiográfica	Ladera escarpada	Meseta	Ladera suave	Declive	Depresión
	Secuencia textural	Fa-	AL-FL	FAL	AL-FAL	AL-FAL
	Espesor del talpetate (cm)		3	10	10	
	Profundidad del perfil (cm)	< 25	25-40	25-40	60-90	> 90

El resultado de las simulaciones de balance hídrico para cada tipo de uso en cada unidad de tierra es presentado en el cuadro 4.

Cuadro 4 Índices de satisfacción de necesidades hídricas de los cultivos para cada unidad de tierra.

Unidad de tierra		Reserva útil (mm)	Promedio ISNH Frutales	Promedio Total ISNH Banano	Promedio ISNH Periodos críticos Granos básicos	
					F <sup>1</sup>	L <sup>2</sup>
Le	E2-6 DTE-	27	0.44	0.35	0.73	0.46
Ms	D5-5 Btee-	136	0.64	0.51	0.95	0.85
Ls	D4-5 Ctee-	102	0.67	0.48	0.94	0.82
Dc	B544 Bte-	127	0.68	0.50	0.95	0.84
Dp	A543 A--i	170	0.67	0.53	0.96	0.87

#### 3.2.4. Principales limitaciones de los suelos de la finca "El Plantel"

Las limitantes más fuertes de los suelos de la finca son la erosión y la profundidad efectiva del perfil. Aunque ambas tienen una relación directa, los suelos más erosionados son los más superficiales, se presentan en el cuadro 5 de forma separada para distinguir mejor la magnitud de cada una de ellas.

Cuadro 5 Principales limitantes de los suelos de la finca "El Plantel"

Limitación		Clase	Area (ha)	%
Erosión	E	<u>severa</u>	44.7	24.4
	ee	<u>fuerte</u>	42.0	23.0
	e	<u>Moderada</u>	44.3	24.2
			Total 131.0	71.6
Profundidad efectiva	E	(< 25 cm)	44.7	24.4
	D	(25-40 cm)	42.0	23.0
				Total 86.7

<sup>1</sup> F = floración

<sup>2</sup> L = llenado de granos

### 3.3 Resultados de la evaluación de tierras.

3.3.1. Comparaciones de los requerimientos de uso con las cualidades de la tierra.

Como resultado parcial de la evaluación de tierras se presentan los cuadros de las comparaciones de requerimientos de uso con las cualidades de la tierra tanto para un tipo de uso específico (cuadros de 6a a 6e) como para una unidad de tierra específica (cuadros de 7a a 7e). En la última línea de cada uno de los cuadros se presenta el producto de la combinación de las calificaciones de aptitud que nos indica las clases de aptitud de la tierra.

3.3.2. Clasificación de aptitud.

Las clases de aptitud de cada unidad cartográfica de tierra para cada tipo de uso considerado en el presente estudio se muestran en el cuadro 8 en donde además se indica cual es la mayor aptitud de uso y la mayor limitante para cada unidad cartográfica de tierra.

3.3.3. Mapa de aptitud de la tierra.

El resultado final del proceso de evaluación es el Mapa de aptitud de la tierra (mapa \*2) con la misma escala del levantamiento de suelos, el cual presenta a cada unidad cartográfica con su mayor aptitud de uso y su mayor limitante de acuerdo a lo que mostramos en el cuadro 8

En el Anexo 7 se agregan los mapas de aptitud de la tierra para cada tipo de uso, los cuales resultan también de los cuadros de comparación de los requerimientos de uso y las cualidades de la tierra.

CUADRO 6a y 6b COMPARACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE USO CON LAS CUALIDADES DE LA TIERRA (Para un tipo de uso específico)

6a) Tipo de uso de la tierra: **GRANOS BASICOS**

CALIFICACION DE APTITUD PARA UNIDADES CARTOGRAFICAS DE TIERRAS					
REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA	Le <u>E2-6</u> DTE-	Ms <u>D5-5</u> Btee-	Ls <u>D4-5</u> Ctee-	Dc <u>B544</u> Bte-	Dp <u>A543</u> A-1
PETENCION DE NUTRIENTES (n)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (m)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m)	n	a1	a1	a1	a1
CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	n	a3	a3	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA	n	a3	a3	a2	a1
RIESGOS DE EROSION (e)	n	n	n	a3	a1
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DE RIEGO (i)					
REPRESENTATIVIDAD (r)					
CLASE DE APTITUD	N2	N1	N1	A3e	A1

6b) Tipo de uso de la tierra: **FRUTALES**

CALIFICACION DE APTITUD PARA UNIDADES CARTOGRAFICAS DE TIERRAS					
REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA	Le <u>E2-6</u> DTE-	Ms <u>D5-5</u> Btee-	Ls <u>D4-5</u> Ctee-	Dc <u>B544</u> Bte-	Dp <u>A543</u> A-1
PETENCION DE NUTRIENTES (n)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (m)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m)	n	a1	a1	a1	a1
CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	n	a3	a3	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA	a3	a2	a2	a1	a2
RIESGOS DE EROSION (e)	a3	a2	a3	a1	a1
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DE RIEGO (i)					
REPRESENTATIVIDAD (r)					
CLASE DE APTITUD	N2	A2d	A3e	A2d	A2o

CUADRO 6c y 6d COMPARACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE USO CON LAS CUALIDADES DE LA TIERRA (Para un tipo de uso específico)

6c) Tipo de uso de la tierra: **MUSACEAS**

REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA	CALIFICACION DE APTITUD PARA UNIDADES CARTOGRAFICAS DE TIERRAS				
	Le <u>E2-6</u> DTE-	Ms <u>D5-5</u> Btee-	Ls <u>D4-5</u> Ctee-	Dc <u>B544</u> Bte-	Dp <u>A543</u> A--1
PETENCION DE NUTRIENTES (n)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (m)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m)	n	n	n	n	n
CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	a3	a3	a3	a1	a1
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA	n	a3	a3	a2	a1
RIESGOS DE EROSION (e)	n	n	n	a3	a1
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DE RIEGO (i)					
REPRESENTATIVIDAD (r)					
CLASE DE APTITUD	N2	N1	N1	N1	N1

6d) Tipo de uso de la tierra: **HORTALIZAS CON RIEGO**

REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA	CALIFICACION DE APTITUD PARA UNIDADES CARTOGRAFICAS DE TIERRAS				
	Le <u>E2-6</u> DTE-	Ms <u>D5-5</u> Btee-	Ls <u>D4-5</u> Ctee-	Dc <u>B544</u> Bte-	Dp <u>A543</u> A--1
RETENCION DE NUTRIENTES (n)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (m)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m)	a1	a1	a1	a1	a1
CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	a3	a2	a2	a1	a1
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA	a3	a2	a2	a1	a2
RIESGOS DE EROSION (e)	n	a3	n	a2	a1
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DE RIEGO (i)	n	a3	a3	a2	a1
REPRESENTATIVIDAD (r)					
CLASE DE APTITUD	N2	A3e1	N1	A2d1	A2o

CUADRO 6e COMPARACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE USO CON LAS CUALIDADES DE LA TIERRA (Para un tipo de uso específico)

6e) Tipo de uso de la tierra: **PARCELAS EXPERIMENTALES**

REQUERIMIENTOS DE USO DE LA TIERRA	CALIFICACION DE APTITUD PARA UNIDADES CARTOGRAFICAS DE TIERRAS				
	Le <u>E2-5</u> DTE-	Ms <u>D5-5</u> Btee-	Ls <u>D4-5</u> Ctee-	Dc <u>B544</u> Bte-	Dp <u>A543</u> A-1
RETENCION DE NUTRIENTES (n)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES (m)	a3	a2	a2	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE HUMEDAD (m)	n	a1	a1	a1	a1
CONDICIONES DE ENRAIZAMIENTO	n	a3	a3	a2	a1
DISPONIBILIDAD DE OXIGENO PARA	a3	a2	a2	a1	a2
RIESGOS DE EROSION (e)	n	n	n	a3	a1
FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLEMENTACION DE RIEGO (i)					
REPRESENTATIVIDAD (r)	n	a3	a3	a1	a3
CLASE DE APTITUD	N2	N1	N1	A3e	A3r

Cuadro 7a Comparación de los requerimientos de uso con las cualidades de la tierra (para una unidad cartográfica de la tierra específica)

Unidad cartográfica de la tierra: Le  $\frac{E2-6}{DTE-}$

Requerimiento de uso de la tierra	Calificación de aptitud para tipo de uso de la tierra.				
	Granos básicos	Frutales	Bananos	Hortaliza con riego	Parcelas experimentales
Retención de nutrientes (n)	a3	a3	a3	a3	a3
Disponibilidad de nutrientes (d)	a3	a3	a3	a3	a3
Disponibilidad de humedad (m)	n	n	n	a1	n
Condiciones de enraizamiento (p)	n	n	a3	a3	n
Disponibilidad de oxígeno para las raíces	n	a3	n	a3	a3
Riesgo de erosión (e)	n	a3	n	n	n
Factores que afectan la implementación del riego (i)				n	
Representatividad (r)					n
Clase de aptitud	N2	N2	N2	N2	N2

COMENTARIO: Se considera no apto permanentemente para los tipos de uso considerados en el estudio. Sus mayores limitaciones son las condiciones de enraizamiento y un alto riesgo de erosión.

Cuadro 7b Comparación de los requerimientos de uso con las cualidades de la tierra (para una unidad cartografica de la tierra especifica)

Unidad cartografica de la tierra: Ms 05-5  
Btee-

Requerimiento de uso de la tierra	Calificación de aptitud para tipo de uso de la tierra.				
	Granos basicos	Frutales	Bananos	Hortaliza con riego	Parcelas experiment
Retención de nutrientes (n)	a2	a2	a2	a2	a2
Disponibilidad de nutrientes (d)	a2	a2	a2	a2	a2
Disponibilidad de humedad (m)	a1	a1	n	a1	a1
Condiciones de enraizamiento (p)	a3	a3	a3	a2	a3
Disponibilidad de oxígeno para las raíces	a3	a2	a3	a2	a2
Riesgo de erosión (e)	n	a2	n	a3	n
Factores que afectan la implementación del riego (i)				a3	
Representatividad (r)					a3
Clase de aptitud	N1	A2d	N1	A3ei	N1

COMENTARIO: Son tierras moderadamente aptas para frutales, tomando en cuenta la capacidad de las raíces de estos de atravesar el talpetate, las condiciones de enraizamiento no son una limitación fuerte; para los otros tipos de uso la limitante es el alto riesgo de erosión.

Cuadro 7c Comparación de los requerimientos de uso con las cualidades de la tierra (para una unidad cartográfica de la tierra específica)

Unidad cartográfica de la tierra: Ls  $\frac{D4-5}{Ctee-}$

Requerimiento de uso de la tierra	Calificación de aptitud para tipo de uso de la tierra.				
	Granos básicos	Frutales	Bananos	Hortaliza con riego	Parcelas experimentales
Retención de nutrientes (n)	a2	a2	a2	a2	a2
Disponibilidad de nutrientes (d)	a2	a2	a2	a2	a2
Disponibilidad de humedad (m)	a1	a1	n	a1	a1
Condiciones de enraizamiento (p)	a3	a3	a3	a2	a3
Disponibilidad de oxígeno para las raíces	a3	a2	a3	a2	a2
Riesgo de erosión (e)	n	a3	n	n	n
Factores que afectan la implementación del riego (i)				A3	
Representatividad (r)					A3
Clase de aptitud	N1	A3e	N1	N1	N1

COMENTARIO: Tienen una aptitud marginal para frutales debido al alto riesgo de erosión. Para los otros tipos de uso se considera no apto actualmente mientras no se establezcan medidas de conservación de suelo

#### IV CONCLUSIONES.

Al hacer una comparación entre este estudio y el resultado del estudio del Catastro (1971) (escala 1:20,000) se puede mencionar que debido al mayor nivel de detalle de este trabajo (escala 1:5,000) se reconocen mayor número de unidades cartográficas así como una mayor precisión en los límites de dichas unidades.

El grado de deterioro de los suelos en los últimos 18 años es evidente en una parte de la finca, tanto que ha llevado a cambiar hasta el orden Entisols, suelos que anteriormente fueron considerados Mollisols.

Se reconocieron algunos criterios relevantes para identificar a las unidades cartográficas entre ellas podemos citar: la estrecha relación con el paisaje, profundidad efectiva, presencia de capas endurecidas y secuencia textural a través del perfil del suelo.

Otras características de importancia que se pueden distinguir en el presente estudio son:

- a) Morfológicas: Espesor y profundidad de capas endurecidas
- b) Físicas: Clases texturales y capacidad de humedad disponible de cada perfil de suelo.
- c) Químicas: Fertilidad natural, relaciones intercations y disponibilidad de elementos nutritivos..

La erosión y la profundidad efectiva del suelo son las limitantes más fuertes en la finca "El Plantel" (según el presente levantamiento de suelo) esto fué confirmado también en la evaluación de tierras que indica que el riesgo de erosión es la mayor limitante.

El presente estudio utiliza un concepto nuevo, en nuestro medio, para evaluar la "aptitud de la tierra". Este concepto es mucho más amplio que el concepto de "capacidad de uso del suelo" usado anteriormente en nuestro país, y presenta mayores ventajas que este, tanto por la flexibilidad del esquema para ajustarse a objetivos específicos, como por lo que incluye riesgos de degradación y al clima, además del suelo.

## V RECOMENDACIONES.

Es necesario un cambio en el uso y manejo de las tierras de la finca, tomando en cuenta el presente estudio y el de Planificación conservacionista de la finca "El Plante" (Somarriba, 1989) y ordenar los tipos de uso de acuerdo a las aptitudes de las unidades cartográficas.

Considerando la magnitud del problema de erosión de los suelos de la finca se recomienda incidir lo más pronto posible en la detención de este problema con medidas de conservación de suelos.

Con el fin de brindar una mayor protección al suelo y considerando la aptitud de una buena parte de la finca para frutales se recomienda ampliar el área de éstos en aquellas unidades con mayor aptitud para este tipo de uso.

Los granos básicos sólo deberán cultivarse en las unidades Dp A543/A--i las cuales tienen una alta aptitud para maíz y sorgo. En las unidades Dc B544/Bte- deberán implementarse prácticas de conservación de suelo para disminuir el riesgo de erosión con este tipo de uso.

Para asegurar las cosechas de secano en inviernos pobres y cultivos de hortalizas en verano, es recomendable y bastante factible el establecimiento de un sistema de riego en la finca.

El establecimiento de parcelas experimentales puede ser posible en las unidades Dc B544/Bte-, sin embargo estas requieren de mejoras para la conservación de los suelos.

Las musáceas no son apropiados para la finca debido a las exigencias de humedad de estas, sin embargo, de montarse un sistema de riego en la finca podrían cultivarse en áreas con limitantes menores y protegidas de los vientos fuertes

Es necesario considerar otros tipos alternativos de uso especialmente pastos o agroforestería en las unidades de más baja aptitud.

Se recomienda realizar investigaciones en el sentido de definir mejor los requerimientos de uso de las tierras bajo condiciones nacionales para ponderar con mayor precisión los factores que se toman en cuenta en la evaluación de tierras.

Ejecutar un estudio socio-económico en la finca con el fin de relacionarlos con "La Planificación Conservacionista de la finca El Plante!" (Somarriba, 1989) y el presente estudio y definir de esta manera un plan de uso y manejo de la finca. Este estudio socio-económico deberá dar detalles acerca de las relaciones costos/beneficios para los tipos de usos considerados en la evaluación.

## VI BIBLIOGRAFIA

- BREIMER, R. F.; A. J. Van Kekem & Van Reuler (1986).  
Guidelines for soil survey and land evaluation in  
ecological research. UNESCO, París, France. MAB  
Technical Notes 17
- Catastro e Inventarios de Recursos Naturales de Nicaragua,  
(1971). Levantamiento de suelos de la Región Pacífica  
de Nicaragua. Vol II, partes 1, 2 y 3. Ministerio de  
Agricultura y Ganadería. Managua, Nicaragua.
- FAO. (1976). Esquema para la evaluación de tierras.  
Boletín de Suelos de la FAO \* 32. FAO, Roma, Italia.
- FAO. (1977). Guía para la descripción de perfiles. FAO,  
Roma, Italia.
- FAO. (1977). Las necesidades de agua de los cultivos. Boletín  
de Riego y Drenaje. \*24. FAO, Roma, Italia.
- FAO. (1983). Guidelines: land evaluation for rainfed  
agriculture. Soils Bulletin \* 52 FAO, Roma, Italia.
- FAO. (1984). Métodos físicos y químicos de análisis de  
suelo y agua. Boletín de Suelos de la FAO \* 10. FAO.  
Roma, Italia.
- FAO. (1985). Evaluación de tierras con fines forestales.  
Estudio, FAO Montes \* 40. FAO, Roma, Italia.
- FAO-UNESCO. (1971). Mapa mundial de suelos. Vol 1  
Legenda. Unesco, París, Francia.
- FASSBENDER, H. W. (1984). Química de suelos, con énfasis  
en suelos de América Latina. IICA, San José, Costa  
Rica.

- HOLDRIDGE, L. R. (1963). Ecología basada en zona de vida. IICA, San José, Costa Rica.
- ILACO. (1981). Agricultural compendium fore rural development in the tropics and subtropics. Elsevier, Amsterdam, The Netherlands
- KOPPEN, W. und R. GEIGER (1963). Handbuch der Klimatologie Bd /M.C. Berlín, Deutschland.
- LANDON, J. R. (1984). Booker tropical soil manual. A handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics. Longman, New York, USA.
- MARIN, E. J. , E. UBEDA y J. VIRAMONTES. (1971) Contribución al conocimiento de la genésis del talpetate. Catastro e Inventarios de Recursos Naturales, Managua, Nicaragua.
- MUNSELL. (1975). Soil color charts. Kollmorgen corporation, Baltimore, USA.
- ORTIZ SOLORIO, C. A. Y H. E. CUANALO DE LA CERDA (1981) Introducción a los levantamientos de suelos. Colegio de Postgrado , Chapingo, México.
- SOMARRIBA CHANG, M. (1989) Planificación conservacionista de la finca "El Plantel". Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), Managua, Nicaragua.
- USDA, (1962). Soil survey manual. Handbook \* 18. USDA, Washigton, D.C., USA.
- USDA, (1975). Soil Taxonomy. Agricultural Handbook 436. Soil Conservation Services, USDA, Washington, D. C., USA.

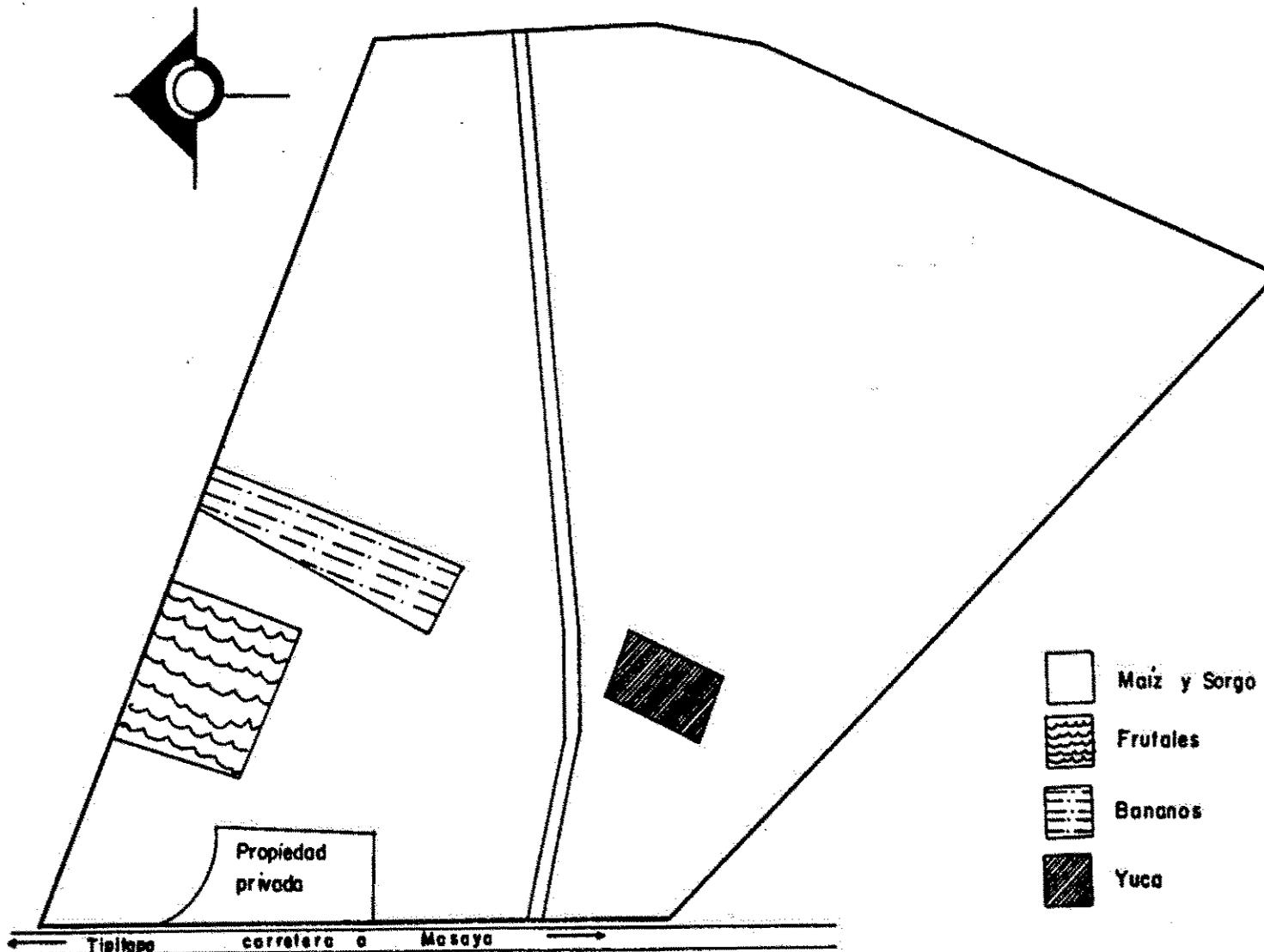
## ANEXO 1

Datos promedios de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial de la zona de la zona estudiada.

Mes	Pp (mm)	Tº máx.	Tº prom.	Tº mín.	ETP
Ene.	2.4	30.7	25.5	20.2	120
Feb.	0.2	31.5	26.0	20.4	140
Mar.	1.1	32.7	26.8	20.9	150
Abr.	6.7	33.3	27.6	22.3	150
May.	143.4	33.1	27.6	22.3	140
Jun.	186.6	31.4	26.6	21.4	120
Jul.	129.4	30.9	26.2	21.4	120
Ago.	150.7	31.1	26.6	22.0	125
Set.	201.8	30.8	26.4	22.0	110
Oct.	202.2	30.6	26.3	22.0	105
Nov.	37.4	30.2	25.0	21.6	105
Dic.	3.6	30.1	25.4	20.7	105
Media		31.2	26.6	21.9	124.2
Total	1,065.6				1,490

Fuente: Estación Meteorológica SAIMSA (1968-1985) total 18 años.

ANEXO NR 2.



IS CA

MAPA DE USO ACTUAL  
FINCA EL PLANTEL

Levante M. Somarriba  
Dibujo A. Saborio  
Escala 1:10,000

Area : 103 Ha = 260 . 5 M<sup>2</sup>  
Ubicación : Km 42 carretera Tipt. Masaya  
Fecha : Julio 89.

### ANEXO 3.

#### "Métodos para análisis físicos y químicos de suelos."

TEXTURA. Método de la pipeta. (Según el procedimiento que aparece en el boletín de suelos de la (FAO #10, 1970).

"Las partículas de suelo caen a través del líquido a diversas velocidades según sea su tamaño, de acuerdo con la ley de Stokes. Después de un tiempo calculado, se saca con una pipeta una parte alícuota desde una profundidad definida por debajo de la superficie y se evapora a sequedad; el residuo se seca a la estufa y se pesa. De acuerdo con el sistema internacional, se necesitan dos tipos diferentes de sedimentación: uno (corto) para obtener la suma de arcilla + limo y el otro (largo) para obtener la arcilla únicamente. Las arenas se separan por medio de un tamiz de 53 mm.

DENSIDAD APARENTE. Método del cilindro (boletín de suelos de la (FAO # 10, 1970).

Se utiliza un cilindro metálico con un volumen de 100 cm<sup>3</sup> para obtener muestras de suelo no alteradas, (en su estructura), las cuales se secan al horno (105 °C) durante 18 horas y se pesan.

$$\text{Densidad aparente} = \frac{\text{Peso suelo seco}}{\text{Volumen de suelo}}$$

DENSIDAD REAL. (FAO, 1984)

La determinación se basa en encontrar el volumen de las partículas contenido en un peso conocido de suelo secado en estufa midiendo el peso de un líquido de peso específico conocido que es desplazado por las partículas.

CAPACIDAD DE RETENCION DE HUMEDAD. Según el método de la olla de presión.

Se extrae el agua de muestras de suelo usando olla de presión y platos porosos para succiones de 1/3 de bar y plato de presión con membrana de celulosa para succiones de 15 bares, durante 72 horas, las muestras son humedecidas previamente durante 16 horas en anillos de un centímetro de altura, hasta alcanzar la saturación.

REACCION DEL SUELO (pH)

Se determina en H<sub>2</sub>O destilada y KCl 1N usando una relación suelo-agua y suelo-KCl de 1:2.5. Además se determina en una solución 1N de NaF después de mezclarla con la muestra de suelo en una proporción 1:10 (suelo-NaF)

**CARBONO ORGANICO:** Se determina por el método de combustión húmeda de Walkley y Black, usando dicromato de potasio 1N, como oxidante en presencia de ácido sulfúrico. El dicromato en exceso se titula con difenilamina como indicador.

**CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC):** Se determina por destilación directa del Amonio, despues de tratar la muestra con una solución 1N de acetato de amonio con pH 7.

**BASES INTERCAMBIABLES:**

En el filtrado obtenido de la determinación anterior (CIC) se determina Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio, por medió de un espectrofotómetro de absorción atómica.

**P DISPONIBLE (Olsen Modificado):**

Se basa en la formación del extracto, complejo fosfomolibdico el cual se reduce a coloración, la intensidad del color es proporcional a la concentración de  $PO_4$  en el extracto. Se determina por colorimetría conociendo la concentración de  $PO_4$ .

## ANEXO 4

### PERFIL REPRESENTATIVO DE ZAMBRANO - Franco arcilloso.

- |             |  |
|-------------|--|
| 0 a 8 cm    | pardo muy oscuro, franco arcilloso, friable, estructura de bloques subangulares finos a medios, muchas raices finas y muy fina; ligeramente ácido; limite abrupto y uniforme.                        |
| 8 a 17 cm   | pardo muy oscuro, franco arcilloso pesado firme; estructura igual al del horizonte anterior pero mas fuerte; ligeramente ácido.  |
| 17 a 30 cm  | pardo muy oscuro, arcilloso liviano; muy firme; estructura igual al primer horizonte; pocas raices finas y muy finas; ligeramente ácido.   |
| 30 a 38 cm  | pardo rojizo oscuro, arcilloso liviano; firme; estructura de bloques subangulares medios, debiles; muy pocas raices finas y muy finas; ligeramente ácido; limite abrupto y ondulado.                 |
| 38 a 46 cm  | pardo, estrato endurecido; muy duro; sin raices; permeabilidad moderada a lenta; limite abrupto y ondulado.  |
| 46 a 56 cm  | pardo rojizo oscuro, franco arcilloso; friable con fragmentos gruesos a finos del estrato endurecido; pocas raices finas y muy finas; permeabilidad moderada a lenta; limite abrupto y ondulado.     |
| 56 a 74 cm  | pardo rojizo oscuro, extremadamente firme; estrato endurecido continuo, con pocas o frecuentes grietas verticales; permeabilidad moderadamente lenta; se quiebra en fragmentos de bloques angulares. |
| 74 a 90 cm  | pardo grisáceo muy oscuro, arcilloso friable de permeabilidad muy lenta; limite abrupto y uniforme.  |
| 90 a 115 cm | pardo oscuro, friable, arcilla pesada de permeabilidad moderada; espesor de 20 a 85 centímetros.   |
| 115 a + cm  | pardo grisáceo muy oscuro, lecho rocoso de toba.   |

## ANEXO 5

### Definiciones de las clases de drenaje del suelo

Las siguientes definiciones tomadas directamente del Manual de Levantamiento de Suelos (USDA, 1962) y se refieren a las clases de drenaje en la descripción de perfiles de suelos:

#### Clase 0 MUY ESCASAMENTE DRENADO:

El agua es eliminada del suelo tan lentamente que la capa freática permabnece en la superficie o sobre ésta la mayor parte del tiempo. Los suelos de esta clase de drenaje en general ocupan lugares llanos o deprimidos y están frecuentemente encharcados.

#### Clase 1 ESCASAMENTE DRENADO:

El agua es eliminada tan lentamente que el suelo permanece mojado por largos periodos de tiempo. La capa freática está generalmente en la superficie o cerca de ésta durante una parte considerable del año. El escaso drenaje es debido a una capa freática alta, a una capa de permeabilidad lenta en el perfil, a infiltración , o a una combinación de tales condiciones.

#### Clase 2 IMPERFECTAMENTE DRENADO:

El agua es eliminada del suelo con lentitud suficiente para mantenerlo mojado durante periodos muy apreciables de tiempo. Los suelos imperfectamente drenados generalmente contienen una capa de permeabilidad lenta en el perfil, su capa freática es alta, reciben agua de infiltración, o presentan una combinación de tales condiciones.

#### Clase 3 MODERADAMENTE BIEN DRENADO:

El agua es eliminada del suelo con cierta lentitud, de modo que el perfil permanece mojado durante periodos cortos pero apreciables. Los suelos moderadamente bien drenados generalmente tienen una capa de permeabilidad lenta en el solun, o inmediatamente por debajo, una capa freática relativamente elevada; reciben agua de infiltración, o presentan alguna combinación de tales condiciones.

#### Clase 4 BIEN DRENADO:

El agua es eliminada del suelo con facilidad, pero no rápidamente. Los suelos bien drenados generalmente retienen óptimas cantidades (óptimas) de humedad para el crecimiento de las plantas despues de las lluvias o el riego.

#### Clase 5. ALGO EXCESIVAMENTE DRENADO:

El agua se elimina del suelo rápidamente. Muchos de estos suelos tienen poca diferenciación de horizontes y son arenoso y muy rocosos.

#### Clase 6 EXCESIVAMENTE DRENADO:

El agua es eliminada del suelo muy rápidamente. Los suelos con drenaje excesivo son generalmente litosoles o litosólicos y pueden ser escarpados, muy porosos, o ambas cosas.

## ANEXO 6

### DESCRIPCION DE PERFILES.

#### 1.- Información acerca del sitio de la muestra:

Unidad cartográfica: Le E2-6

DTE-

Clasificación: Lithic Ustorthents (Soil Taxonomy)

Regosols eutrico (F.A.O.)

Fecha de la observación: 21 de Marzo de 1989

Ubicación: 150 m al N de galerones y 150 m al E de propiedad privada

Altitud (msnm): 115

Forma del terreno:

Posición fisiográfica: Ladera

Forma del terreno circundante: Fuertemente ondulado

Pendiente donde el perfil esta situado: 8-14 %

Vegetación o uso de la tierra: Barbecho- maíz/sorgo

Clima: A (w) Tropical de Sabana

#### 2.- Información general acerca del suelo:

Material parental: Piroclasto (toba)

Drenaje: Excesivamente drenado

Condiciones de humedad del suelo: seco

Profundidad de la capa freática:

Presencia de piedras en la superficie

o afloramientos rocosos: De toba, limita labores agrícolas

Evidencia de erosión: En surcos y cárcavas severas

Presencia de sales o alcalis:

Influencia humana: Araduras y quemas

#### 3.- Descripción del perfil.

0 a 13 cm Pardo oscuro (10YR 3/3), pardo amarillento (10YR 5/4) en seco; franco; estructura granular, mediana, moderada; duro; poros frecuentes, finos y medianos; fragmentos de talpetate frecuentes, gravas y piedras, angulares; raíces abundantes, finas y medianas; limite brusco y plano.

+13 cm Gris muy oscuro (5Y3/1), gris (5Y5/1) en seco, franco arenoso; arenas semi-consolidadas a consolidadas.

Resultados de análisis de laboratorio.

Unidad de suelo: Le E 2 - 6  
DTE -

		ANALISIS FISICOS								ANALISIS QUIMICOS																	
Horizontes		Textura			Densidad gr/cc		Porosidad (% volumen)	Retencion de Humedad		pH			CE (mmhos/cm) a 25 °	C (%)	M.O. (%)	N (%)	C/N	P asimilable (ppm)	Cationes intercambiables (meq/100 gr de suelo)					CIC (meq/100 gr suelo)		Saturacion de bases	
Simbolo	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Densidad aparente	Densidad real		1/3 ATM (%)	15 ATM (%)	Agua 1:2.5	KCl 1:2.5	NaF 1:10							Ca ++	Mg ++	K+	Na+	H+	Suma	NH4 A0c	Suma (%)	NH4 A0c (%)
Ap	0/13	47	39	14	0.99	2.66	65	37	16	7.1	5.2	9.6	-	2.73	4.7	-	-	7.3	30.	11.9	0.40	0.48		42.8	50.2	85	
C <sub>1</sub>	13+	63	35	2	-	2.8	-	-	-	7.8	5.5	9.5	-	0.06	0.1			0.0	16.4	5.4	0.1	0.48		22.4	28.5	78	

Areña 2-0.05 mm; Limo 0.05-0.002 mm; Arcilla menor de 0.002 mm.  
CE: Conductividad Electrica.

CIC: Capacidad de Intercambio Cañionico.  
M.O.: Materia Orgánica

## DESCRIPCION DE PERFILES.

### 1.- Información acerca del sitio de la muestra:

Unidad cartográfica: Ms D5-5

Btee-

Clasificación : Udic Haplustolls

(Soil Taxonomy)

Kastonozems haplico

(F.A.O.)

Fecha de la observación : 16 de Marzo de 1989

Ubicación : Entre carcáva grande y cortina, a 150 m de carretera

Cofradía-Tisma

Altitud (msnm): 111

Forma del terreno:

Posición fisiográfica: Meseta

Forma del terreno circundante: Muy ligeramente a  
ligeramente ondulado

Pendiente donde el perfil esta situado: de 2 a 4 %

Vegetación o uso de la tierra: Barbecho maíz

Clima: A (w) tropical de sabana

### 2.- Información general acerca del suelo:

Material parental: Piroclasto (toba)

Drenaje: Algo excesivamente drenado

Condiciones de humedad del suelo: Seco

Profundidad de la capa freática:

Presencia de piedras en la superficie

o afloramientos rocosos: Muy pocos fragmentos de talpetate

Evidencia de erosión: En surcos severa

Presencia de sales o alcalis:

Influencia humana: Araduras , quemas

### 3.- Descripción del perfil.

0 a 15 cm Pardo muy oscuro (10YR 3/2), pardo amarillento (10YR 5/6) en seco; arcillo limoso; estructura en bloques angulares, medianos moderada; muy duro; pocos poros muy finos; pocos fragmentos de talpetate, grava redondeadas; raíces abundantes, finas y medianas, limite brusco y plano.

- 15 a 24 cm Pardo muy oscuro (10YR 3/2), pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco arcillo limosos; estructura en bloques angulares, medianos, moderada, duro; pocos poros, muy finos; pocos fragmentos de talpetate, gravas, redondeados; raíces abundantes finas y medianas; limite brusco y plano.
- 25 a 30 cm Pardo amarillento oscuro (10YR 3/6), pardo amarillento (10 YR 5/8) en seco; franco limoso; estructura bloques sub-angulares, mediana, débil; ligeramente duro; pocos poros, finos y medianos, fragmentos de talpetate frecuentes, gravas redondeados; raíces pocas, finas; limite brusco y plano.
- 30 a 33 cm Pardo olivo claro (2.5 Y 5/4), amarillo (2.5 Y 8/6) en seco; estrato endurecido muy duro; muy pocas raíces, finas; limite brusco y plano.
- 33 a 60 cm Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4), pardo olivo (2.5Y 6/6) en seco; franco limoso; estructura en bloques sub-angulares, mediana, débil; ligeramente duro; poros frecuentes, medianos, fragmentos de talpetate frecuentes, gravas, redondeadas y sub-angulares; muy pocas raíces, finas; limite gradual y ondulado.
- 60 cm + Lecho rocoso o de toba.

Resultados de análisis de laboratorio.

Unidad de suelo: Ms D 5 - 5  
B t e e -

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS																	
Horizontes		Textura			Densidad gr/cc		Porosidad (% volumen)	Retencion de Humedad		pH			CE (mmhos/cm) a 25°C	C (%)	M.O. (%)	N (%)	C/N	P asimilable (ppm)	Cationes Intercambiables (meq/100 gr de suelo)					CIC (meq/100 gr suelo)		Saturacion de bases	
Simbolo	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Densidad aparente	Densidad real		1/3 ATM (%)	15 ATM (%)	Agua 1:2.5	KCl 1:2.5	NaF 1:10							Ca ++	Mg ++	K+	Na+	H+	Suma	NH4 ADc	Suma (%)	NH4 ADc (%)
Ap	0/15	12	41	41	0.97	2.58	63	47	25	6.6	4.9	9.9	4.97	8.6			7.8	26.9	9.5	0.69	0.75	37.8	48.5	78			
B	15/25	11	48	41	0.90	2.62	67	44	24	6.6	4.9	9.9	5.27	9.1			6.4	26.6	9.9	0.38	0.44	37.3	50.2	74			
B <sub>3</sub>	25/30	20	54	26	0.79	2.64	68	56	23	6.8	4.8	10.3	2.62	4.5			1.4	26.4	14.5	0.10	0.44	41.4	58.7	71			
B <sub>m</sub>	30/33																										
IBb	33/60	28	56	16	0.81	2.66	70	53	28	6.5	4.3	10.5	0.0	0.0			3.2	26.8	14.8	0.05	0.48	42.1	57.6	73			

Arena 2-0.05 mm; Limo 0.05-0.002 mm; Arcilla menor de 0.002 mm. CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico.  
CE: Conductividad Eléctrica. M.O.: Materia Orgánica

## DESCRIPCION DE PERFILES.

### 1.- Información acerca del sitio de la muestra:

Unidad cartográfica: Ls D4-5

Ctee-

Clasificación: Udic-Duric Haplustolls

(Soil Taxonomy)

Kastanozems haplico

(F.A.O.)

Fecha de la observación: 20 de Marzo de 1989

Ubicación: 100 m al N de limite sur y 500 m al E de carretera

Masaya -Tipitapa

Altitud (msnm): 117

Forma del terreno:

Posición fisiográfica: Ladera suave

Forma del terreno circundante: Ligeramente ondulado a  
ondulado

Pendiente donde el perfil esta situado: 4 a 8 %

Vegetación o uso de la tierra: Barbecho maíz/sorgo

Clima: A (w) tropical de sabana

### 2.- Información general acerca del suelo:

Material parental: Piroclasto (toba)

Drenaje: Algo excesivamente drenado

Condiciones de humedad del suelo: seco

Profundidad de la capa freática:

Presencia de piedras en la superficie

o afloramientos rocosos: Algunas áreas presentan afloramiento  
de talpetate

Evidencia de erosión: Surcos y cárcavas pequeñas fuerte

Presencia de sales o alcalis:

Influencia humana: Araduras, terrazas y quemas

### 3.- Descripción del perfil.

0 a 12 cm. Pardo grisáceo muy oscuro (10YR 3/2), pardo amarillento oscuro (10YR 4/4) en seco; franco arcillo limoso; estructura granular, mediana, moderada; duro; muy pocos poros, finos; pocos fragmentos de talpetate, gravas, redondeados;

raíces comunes, finas y medianas; limite brusco y plano.

- 12-22 cm. Pardo muy oscuro (10YR 2/2), pardo oscuro (10YR 3/3) en seco; franco arcillo limoso; estructura en bloques angulares, medianos, moderada; ligeramente duro; muy pocos poros, muy finos, muy pocos fragmentos de talpetate, gravas, redondeados; muy pocas raíces, finas y muy finas; limite brusco y plano.
- 22-38 cm. Pardo oscuro (10 YR 3/3), pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco; franco arcillo limoso; estructura en bloques subangulares, mediana, moderada; ligeramente dura; poros frecuentes, finos y medianos; fragmentos de talpetate frecuentes, gravas y piedras, redondeados y angulares; muy pocas raíces, finas; limite brusco y plano.
- 38-44 cm. Pardo olivo claro (2.5 Y 5/4), amarillo (10 YR 7/6) en seco; estrato endurecido muy duro; sin raíces; limite brusco y plano.
- 44-70 cm. Pardo grisáceo muy oscuro (2.5 Y 3/2), pardo olivo claro (2.5 Y 5/6) en seco; franco limoso; estructura en boques subangulares, mediana, debil; blando; poros frecuentes, medianos y finos; fragmentos de talpetate frecuentes, gravas y piedras, redondeados; pocas raíces, muy finas; limite brusco y plano.
- 70 cm + Lecho rocoso de toba.

Resultados de análisis de laboratorio.

Unidad de suelo: Ls D 4 - 5  
C l e e -

		ANALISIS FISICOS							ANALISIS QUIMICOS																		
Horizontes		Textura			Densidad gr/cc		Porosidad (% volumen)	Retencion de Humedad		pH			CE (mmhos/cm) a 25 °	C (%)	M.O. (%)	N (%)	C/N	P. asimilable (ppm)	Cationes intercambiables (meq/100 gr de suelo)					C I C (meq/100 gr suelo)		Saturacion de bases	
Simbolo	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Densidad aparente	Densidad real		1/3 ATM (%)	15 ATM (%)	Agua 1:2.5	KCl 1:2.5	NaF 1:10							Ca ++	Mg ++	K+	Na+	H+	Suma	NH4 ADc	Suma (%)	NH4 ADc (%)
Ap	0/12	18	48	34	0.94	2.63	65	51	22	7.0	5.0	9.8	3.97				7.5	27.9	12.0	0.85	0.44		44.2	54.7	75		
B21	12/22	16	45	39	0.86	2.71	65	49	23	7.1	5.2	10.1	3.56				4.7	27.8	11.6	0.39	0.39		40.2	56.4	71		
B22	22/38	14	53	33	0.67	2.71	73	47	21	6.9	5.0	10.6	2.95				2.1	25.4	11.6	0.10	0.44		37.5	54.2	69		
B <sub>m</sub>	38/44																										
IBb	44/70	39	51	10	0.88	2.65	67	53	23	6.5	4.1	10.1	0.30				0.0	34.0	14.0	0.03	0.48		48.5	64.4	75		

Arena 2-0.05 mm; Limo 0.05-0.002 mm; Arcilla menor de 0.002 mm. C.I.C.: Capacidad de Intercambio Cationico.  
CE: Conductividad Eledrica. M.O.: Materia Organica

## DESCRIPCION DE PERFILES.

### 1.- Información acerca del sitio de la muestra:

Unidad cartográfica: Dc B544

Bte-

Clasificación: Udic Duric Haplustolls

(Soil Taxonomy)

Kastanozems haplico

(F.A.O.)

Fecha de la observación: 16 de Marzo de 1989

Ubicación: 100 m al S del pozo

Altitud (msnm): 109

Forma del terreno:

Posición fisiográfica: Declive

Forma del terreno circundante: Muy ligeramente ondulado a  
ligeramente ondulado

Pendiente donde el perfil esta situado: 2 a 4 %

Vegetación o uso de la tierra: Barbecho maíz/sorgo

Clima: A (w) tropical de sabana

### 2.- Información general acerca del suelo:

Material parental: Piroclasto (toba)

Drenaje: Bien drenado

Condiciones de humedad del suelo: seco

Profundidad de la capa freática:

Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos:

Evidencia de erosión: Surcos pequeños

Presencia de sales o alcalis:

Influencia humana: Araduras, quemas

### 3.- Descripción del perfil.

0 a 25 cm Pardo muy oscuro (10YR 2/2), pardo grisáceo oscuro (10YR 4/2) en seco; arcillo limoso; estructura en bloques angulares, medianos moderada; muy duro; pocos poros muy finos; pocos fragmentos de talpetate, grava redondeadas; raíces abundantes, finas y medianas, limite brusco y plano.

- 25 a 60 cm Pardo (10YR 4/3), pardo amarillento (10 YR 5/6) en seco franco arcillo limosos; estructura en bloques sub-angulares, mediana, débil ligeramente duro; poros abundantes, finos y medianos; pocos fragmentos de talpetate, pocas raíces, finas; limite brusco y plano.
- 60 a 70 cm Pardo olivo claro (2.5Y 5/4), amarillo (2.5 Y 7/6) en seco; estrato endurecido muy duro; sin raíces; limite brusco y plano.
- 70 a 80 cm Pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4), pardo amarillento oscuro (10 YR 4/4) en seco; franco limoso; estructura en bloques sub-angulares, mediana, débil; ligeramente duro; poros abundantes; medianas; fragmentos de talpetate frecuentes, gravas; muy pocas raíces, y muy finas; limite brusco y plano.
- 80 a 96 cm Pardo oscuro (10 YR 3/3), pardo (10 YR 5/3) en seco; franco limoso; estructura en bloques sub-angulares, mediana, débil; ligeramente duro; poros abundantes, medianos; fragmentos de talpetate frecuentes, gravas y piedras redondeadas y sub-angulares; muy pocas raíces muy finas; limite brusco y plano.
- 96 cm + Lecho rocoso o de toba.

Resultados de análisis de laboratorio

Unidad de suelo **Dc 0.544**  
**0 t e**

		ANALISIS FISICOS							ANALISIS QUIMICOS																		
Horizontes		Textura			Densidad gr/cc		Porosidad (% volumen)	Retencion de Humedad		pH			CE (conductividad a 25°C)	C (%)	M.O. (%)	N (%)	C/N	P asimilable (ppm)	Cationes intercambiables (meq/100 gr de suelo)					CIC (meq/100 gr suelo)		Saturacion de bases	
Simbolo	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Densidad aparente	Densidad real		1/3 ATM (%)	15 ATM (%)	Agua 1:2.5	KCl 1:2.5	NaF 1:10							Ca++	Mg++	K+	Na+	H+	Suma	NH4+ Ac	Suma (%)	Na+ Ac (%)
Ap	0/25	13	16	41	0.96	2.68	66	46	26	7.1	5.5	9.5	1.57	2.7			12.4	31.0	8.5	1.10	0.39	41.0	53.0	77			
B	35/60	16	53	31	0.73	2.80	71	45	23	7.5	5.6	9.8	1.04	1.8			0.2	32.7	10.9	0.15	0.30	44.1	54.7	80			
B <sub>m</sub>	60/70																										
IBb <sub>1</sub>	70/80	22	52	26	0.81		70	55	27	7.4	5.4	10.4	1.91	3.3			0.2	31.9	17.3	0.05	0.48	49.7	59.3	84			
IBb <sub>2</sub>	80/95	38	52	10	1.0	2.76	66	57	26	7.6	5.4	10.1	1.51	2.6			0.4	33.0	16.9	0.05	0.48	50.4	57.0	88			

Arena 2-0.05 mm; Limo 0.05-0.002 mm; Arcilla menor de 0.002 mm. CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico.  
CE: Conductividad Eléctrica. M.O.: Materia Orgánica

## DESCRIPCION DE PERFILES.

### 1.- Información acerca del sitio de la muestra:

Unidad cartográfica: Dp A543

A--I

Clasificación: Fluventic Haplustolls (Soil Taxonomy)  
Kastanozems haplico (F.A.O.)

Fecha de la observación: 14 de Marzo de 1989

Ubicación: 300 m al N del límite S y 75 m al O de carcáva grande

Altitud (msnm): 105

Forma del terreno:

Posición fisiográfica: Depresión

Forma del terreno circundante: Plano a casi plano

Pendiente donde el perfil esta situado: 0 a 2 %

Vegetación o uso de la tierra: Barbecho-maíz

Clima: A (w) tropical de sabana

### 2.- Información general acerca del suelo:

Material parental: Piroclastos (toba)

Drenaje: Moderadamente bien drenado

Condiciones de humedad del suelo: seco/humedo

Profundidad de la capa freática:

Presencia de piedras en la superficie o afloramientos rocosos:

Evidencia de erosión:

Presencia de sales o alcalis:

Influencia humana: Araduras y quemas

### 3.- Descripción del perfil.

0 a 20 cm Pardo muy oscuro (10YR 2/2), pardo amarillento oscuro (10YR 4/6) en seco; arcillo limoso; estructura en bloques sub-angulares, muy gruesa, fuerte; muy duro; pocos poros muy finos y medianos; pocos fragmentos de talpetate, grava redondeadas y angulares; raíces abundantes finas y medianas, limite brusco y plano.

20 a 33 cm Pardo muy oscuro (10YR 2/2), pardo amarillento oscuro (10 YR 4/6) en seco; arcillo limosos; estructura en

bloques angulares, grandes, fuerte, muy duro; muchos poros, muy finos; pocos fragmentos de talpetate, gravas, redondeados y angulares; raíces abundantes finas y medianas; limite brusco y plano.

- 33 a 65 cm Negro (10YR 2/1), gris muy oscuro (10 YR 3/1) en seco; franco limoso; estructura bloques angulares, grandes fuerte, muy duro; muchos poros, muy finos; pocos fragmentos de talpetate, gravas redondeados y angulares; raíces abundantes, finas y medianas; limite brusco y plano.
- 65 a 100 cm Pardo muy oscuro (10 YR 2/2), pardo amarillento oscuro (10 YR 3/4) en seco; franco arcillo limoso; estructura en bloques sub-angulares, mediana, débil; blando; muchos poros, medianos; pocos fragmentos de talpetate, gravas, redondeadas; raíces, finas; limite gradual y plano.
- 100 a 115 cm Pardo grisáceo muy oscuro (10 YR 2/2), pardo amarillento oscuro (10 YR 4/6) en seco; franco arcillo limoso; estructura bloques sub-angulares, mediana, débil; suelto; muchos poros, finos; pocos fragmentos de talpetate, gravas, redondeadas; pocas raíces, finas; limite brusco ondulado.
- 115 cm + Lecho rocoso de toba.

Resultados de analisis de laboratorio

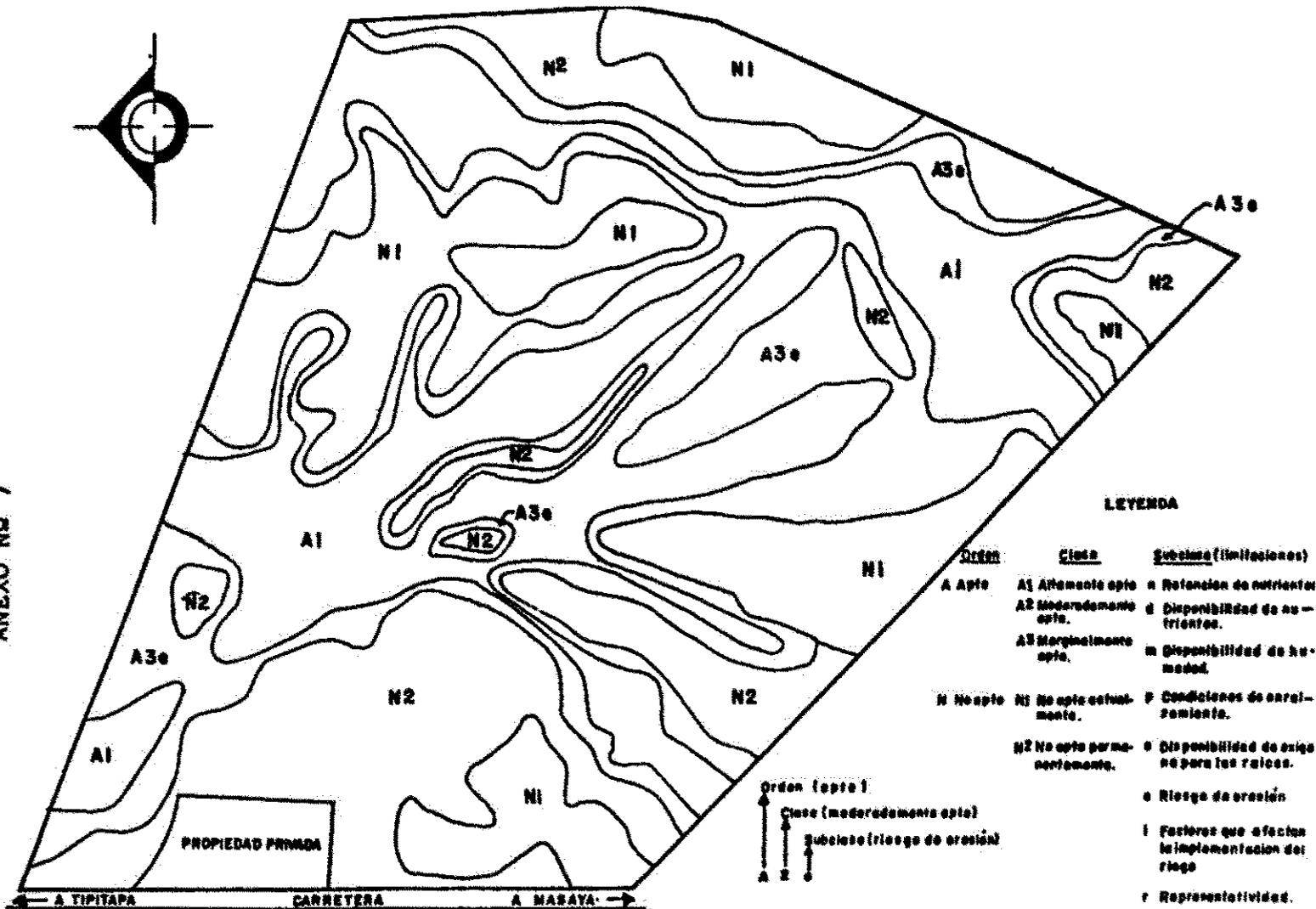
Unidad de suelo Dp **A 5 4 3**  
**A - - 1**

		ANALISIS FISICOS							ANALISIS QUIMICOS																		
Horizontes		Textura			Densidad gr/co		Porosidad (% volumen)	Retencion de Humedad		pH			CE (microh/cm) a 25 °	C (%)	M.O. (%)	N (%)	C/N	P asimilable (ppm)	Cationes intercambiables (meq/100 gr de suelo)					CIC (meq/100 gr suelo)		Saturacion de bases	
Simbolo	Profundidad (cm)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	Densidad aparente	Densidad real		1/3 AT11 (%)	15 AT11 (%)	Agua 1:2.5	KCl 1:2.5	NaF 1:10							Ca ++	Mg ++	K+	Na+	H+	Suma	NH4 ADc	Suma (%)	NH4 ADc (%)
Ap	0/20	12	49	39	1.04	2.51	62	47	17	6.8	5.2	9.5	5.51	4.5			24.5	30.7	8.4	1.36	0.30	40.8	44.5	91			
A/B	20/33	11	47	42	1.00	2.53	61	42	15	7.0	5.3	9.5	3.86	6.7			21.5	30.1	6.4	1.67	0.30	38.5	47.9	80			
B21	33/65	7	50	43	1.01	2.47	60	43	29	7.3	5.5	9.3	5.27	9.1			16.4	27.8	5.1	1.21	0.30	34.4	41.6	83			
B22	65/100	11	54	35	0.69	2.43	57	40	22	7.1	5.1	9.5	3.32	5.7			6.4	23.0	9.1	0.31	1.0	33.4	39.8	86			
B23	100/115	17	45	38	0.65	2.56	68	40	28	6.6	4.9	9.4	2.42	4.2			3.9	22.6	11.9	0.15	0.92	35.6	41.6	86			

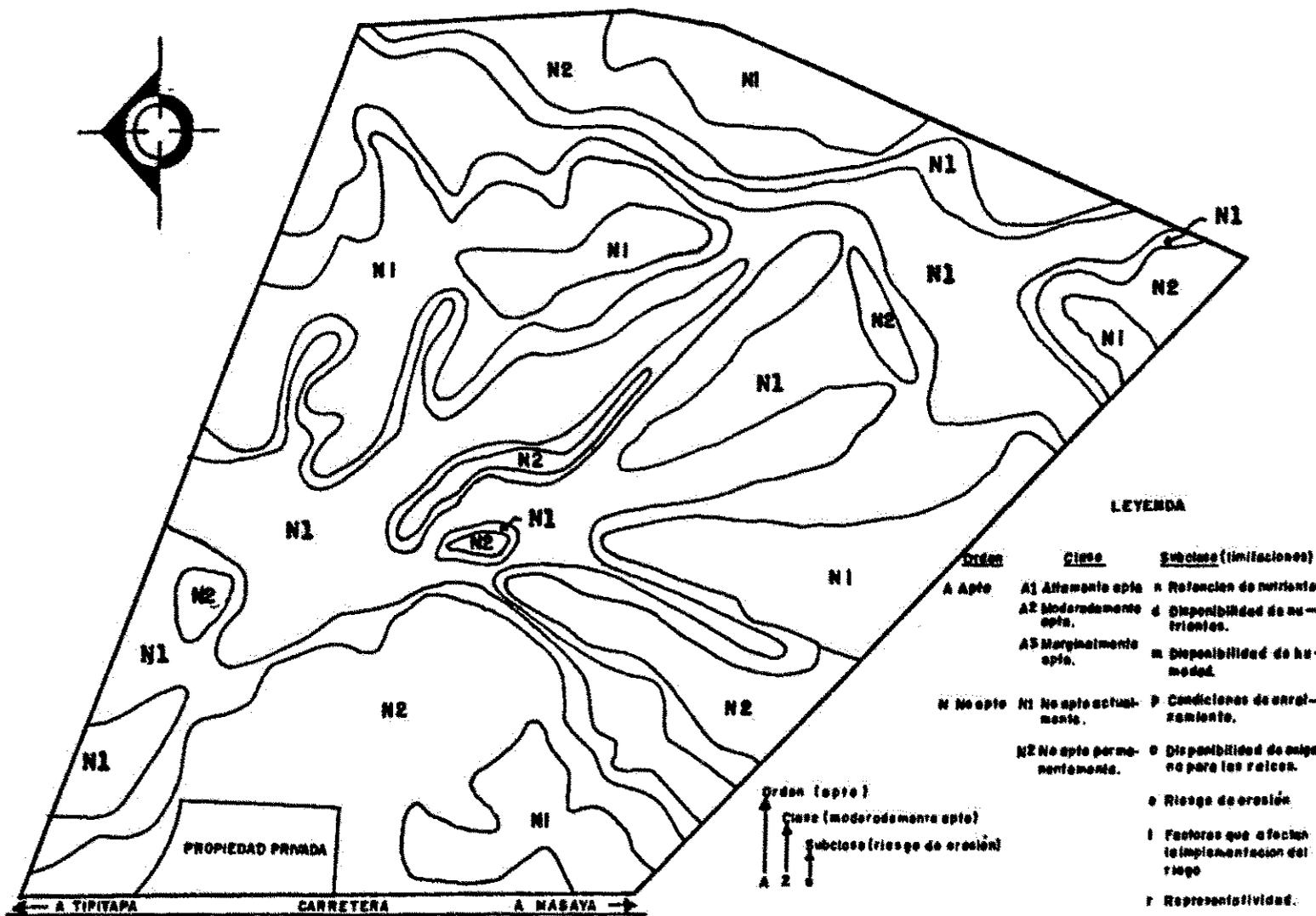
Arena 2-0.05 mm; Limo 0.05-0.002 mm; Arcilla menor de 0.002 mm  
 CE: Conductividad Electrica.

CIC: Capacidad de Intercambio Cationico;  
 M.O.: Materia Organica

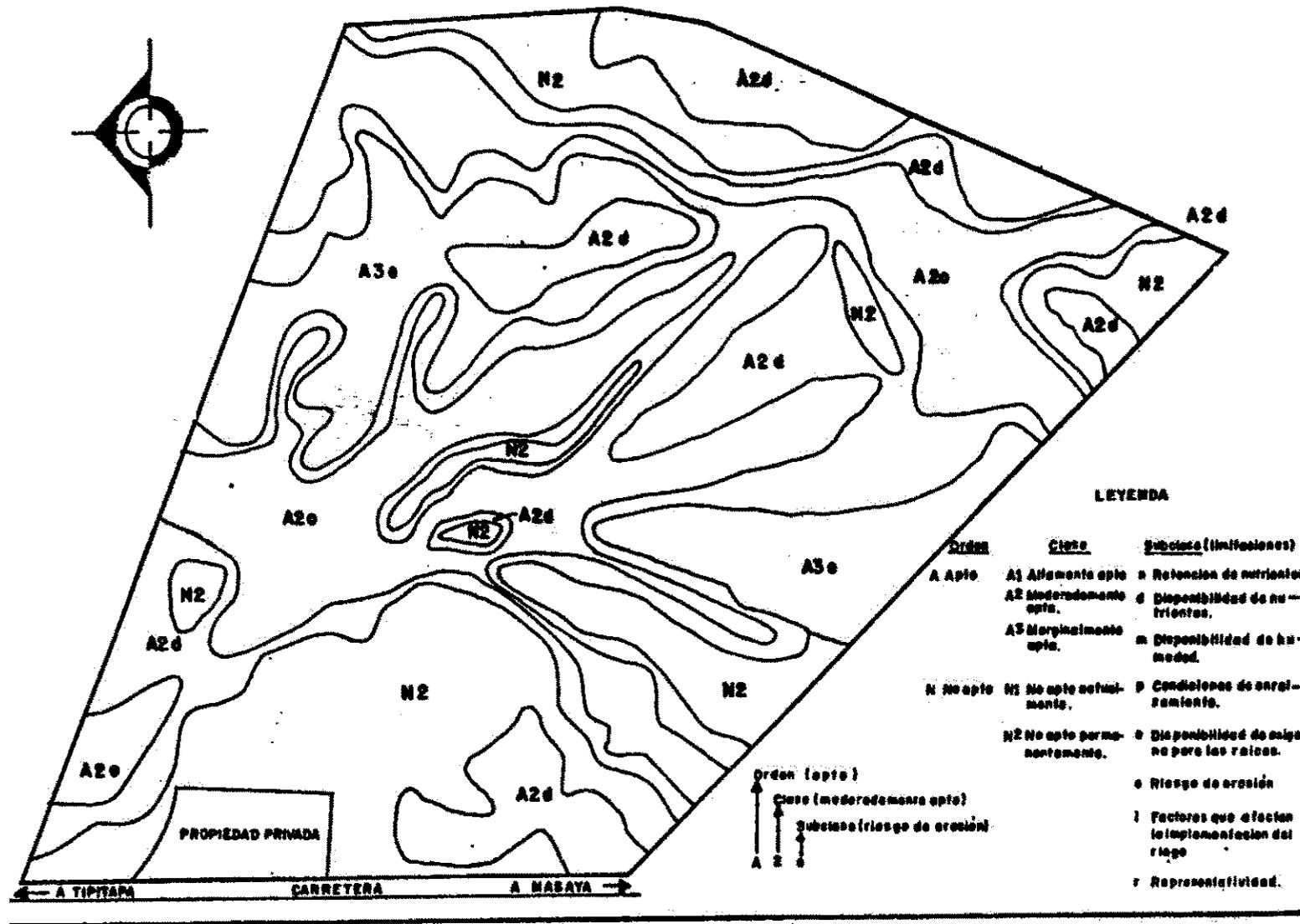
ANEXO Nº 7



MAPA DE APTITUD DE LA TIERRA PARA GRANOS BÁSICOS  
 ESCALA 10,000

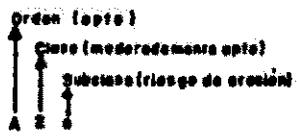


**MAPA DE APTITUD DE LA TIERRA PARA BANANOS**  
 ESCALA 1:10,000

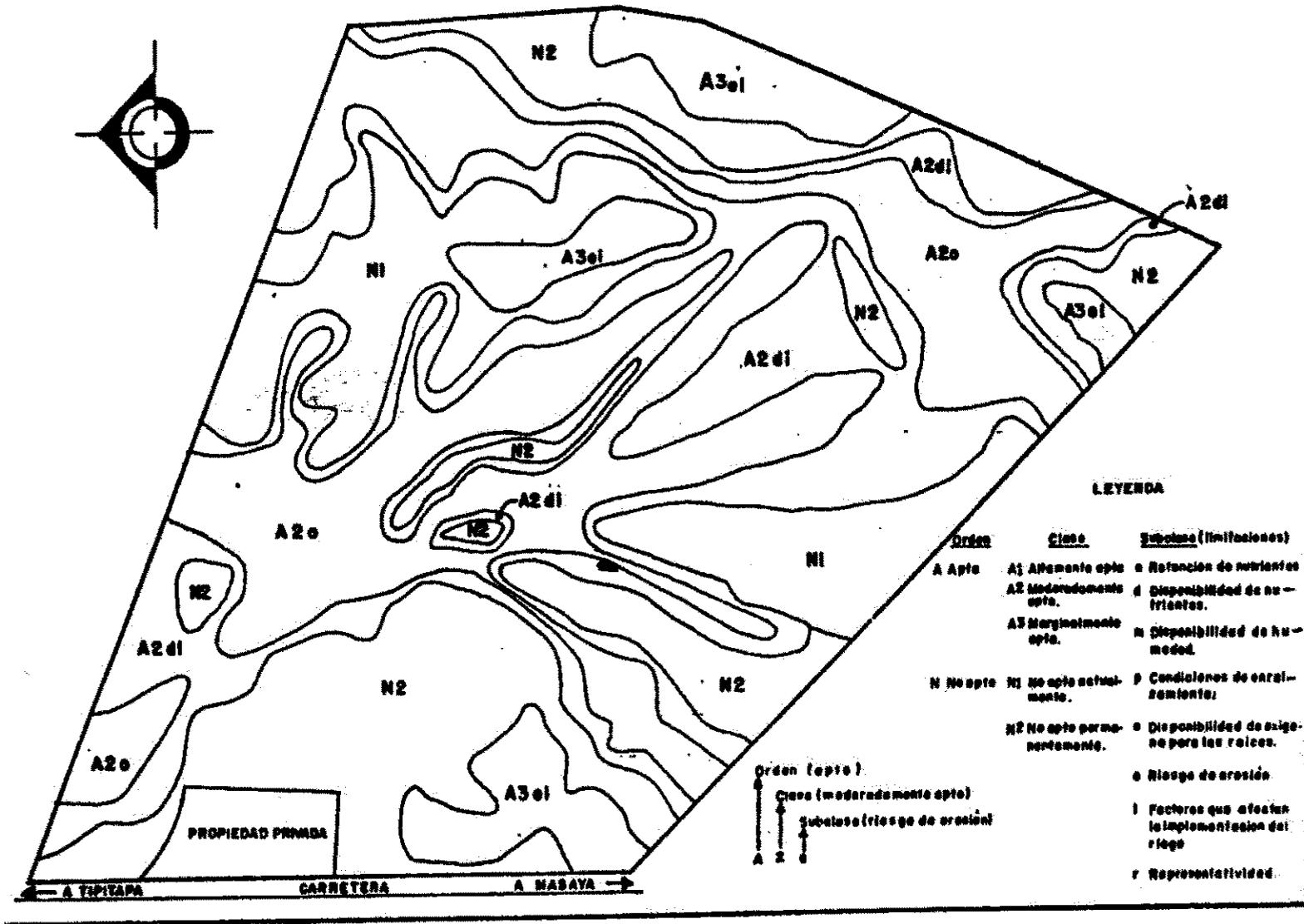


**LEYENDA**

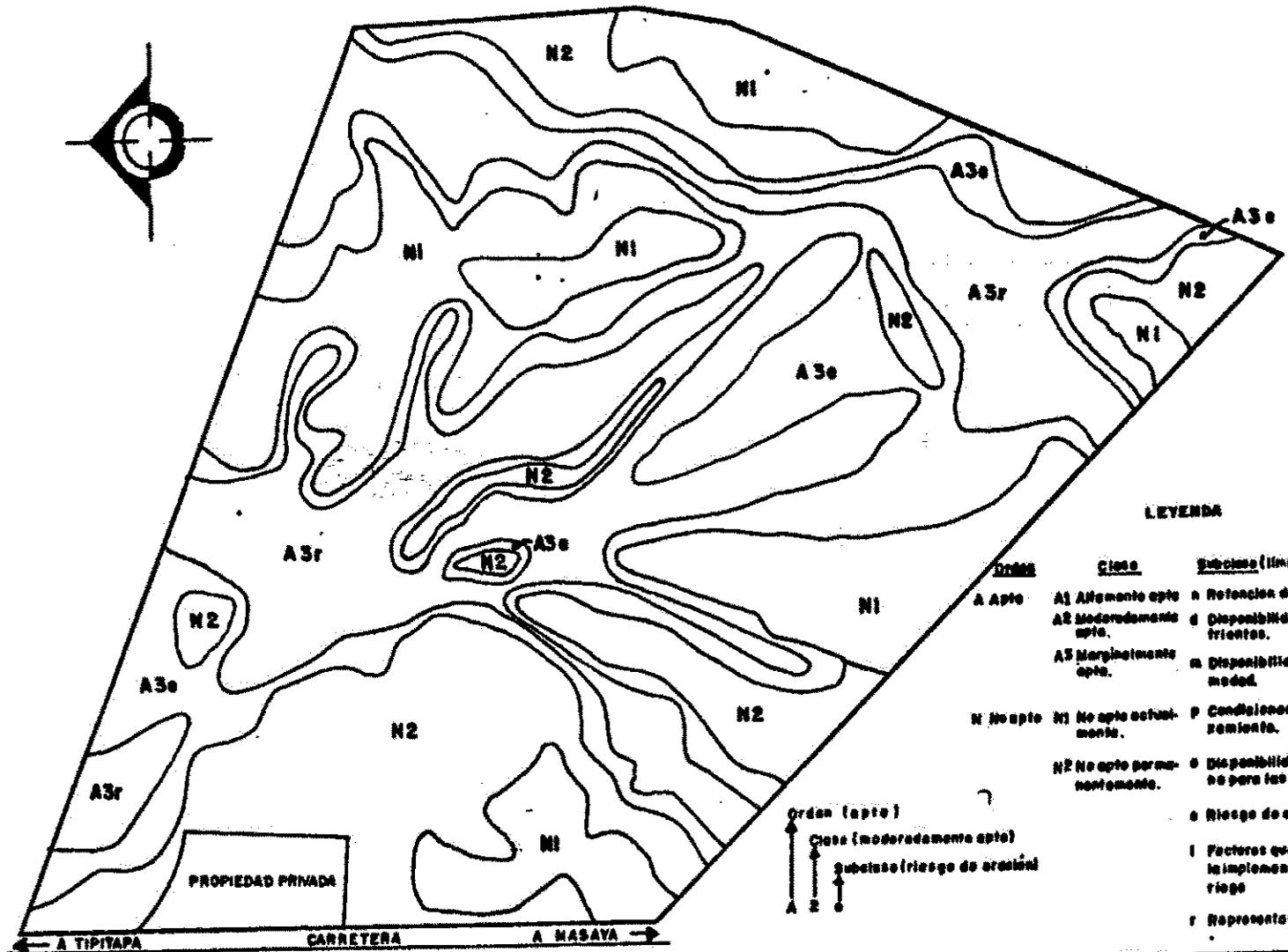
Orden	Criterio	Subclase (limitaciones)
A Apto	A1 Adecuada apto	n Retención de nutrientes
	A2 Moderadamente apto	d Disponibilidad de nutrientes
	A3 Marginalmente apto	m Disponibilidad de humedad
N No apto	N1 No apto actualment.	p Condiciones de enraizamiento
	N2 No apto permanentemente	e Disponibilidad de oxígeno para las raíces
		o Riesgo de erosión
		l Factores que afectan la implementación del riego
		r Representatividad



**MAPA DE APTITUD DE LA TIERRA PARA FRUTALES**  
**ESCALA 1:10,000**

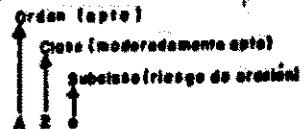


**MAPA DE APTITUD DE LA TIERRA PARA HORTALIZAS CON RIEGO**  
 ESCALA 1:10,000



**LEYENDA**

Orden	Clase	Subclase (limitaciones)
A Apto	A1 Aumento apto	n Retención de nutrientes
	A2 Moderadamente apto	d Disponibilidad de nutrientes.
	A3 Marginalmente apto.	m Disponibilidad de humedad.
N No apto	N1 No apto actualmente.	P Condiciones de enraizamiento.
	N2 No apto permanentemente.	e Disponibilidad de nutrientes para las raíces.
		o Riesgo de erosión
		l Factores que afectan la implementación del riego
		r Representatividad.



**MAPA DE APTITUD DE LA TIERRA PARA PARCELAS EXPERIMENTALES**  
 ESCALA 10,000