

**INSTITUTO SUPERIOR DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE PRODUCCION VEGETAL**

TRABAJO DE DIPLOMA

**LOS SUELOS DE LA FINCA "LAS MERCEDES Y LAS PROPIEDADES MAS
RELEVANTES PARA PLANEAR SU USO Y MANEJO"**

AUTOR : EDITH VILLANUEVA ZACAULA

ASESOR : MSC. ING. ADRIAN VOGEL

MANAGUA, 1990.

CONTENIDO

Sección	Páginas
Indice de cuadros	1
Indice de figuras	ii
Anexos	iii
Resumen	iv
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 Geomorfología y Geología	7
2.1.4 Vegetación natural y uso de la tierra	7
2.2 Metodología	8
2.1.1 Trabajo de precampo	8
2.1.2 Trabajo de campo	9
2.1.3 Trabajo de post-campo	12
III. RESULTADOS Y DISCUSION	13
3.1 Estudios y clasificaciones previas	13
3.2 Resultados generales	18
3.2.1 Estratigrafía y materiales	18
3.2.2 Morfología de los perfiles	18
3.2.3 Hidrología	19
3.2.4 Aspectos químicos	19
3.2.5 Génesis del suelo	19
3.3 Resultados específicos	20
3.3.1 El mapa de suelos	20
3.3.2 La leyenda del mapa	20
3.3.3 Descripción de las unidades cartográficas	23
3.3.3.1 Suelos profundos que no tienen capas endurecidas	23
3.3.3.2 Suelos poco profundos por la presencia de una capa endurecida...	29
3.3.3.3 Suelos superficiales por la presencia de una capa endurecida...	36

IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
	4.1 Conclusiones	40
	4.2 Recomendaciones.....	41
V.	BIBLIOGRAFIA	43
VI.	ANEXOS	44

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a todos aquellos que derramaron su sangre y a quienes continúan luchando por la defensa de la Revolución.

AGRADECIMIENTOS

- Deseo agradecer a las personas que de una u otra forma colaboraron en el desarrollo y culminación del presente trabajo:
- En especial a mi asesor Msc. Ing. Adriaan Vogel por su entusiasmo, paciencia y la orientación técnica que me brindó en todo momento.
- Al Dr. Pedro Manzanares, coordinador del proyecto ISCA-LUW.
- A mis compañeros del Departamento de Suelos y Aguas; Geólogo Alberto Pilato, Xiomara, Carlos, Mauricio, Alvaro y Antonio.
- Al personal del laboratorio de Suelos del ISCA; Cornelia, Jaime, Orlando, Luis y Leonardo.
- A los docentes y trabajadores que laboran en la finca "Las Mercedes": José Abelares, Alcides Benavides y Dn. Aparicio.
- A Hilario, Walter y Jacqueline.
- A Ruth por su trabajo mecanográfico.
- A todos los colegas y estudiantes que me apoyaron en la tarea de campo.

INDICE DE CUADROS

1. Promedios mensuales de precipitación,
temperatura y evapotranspiración potencial 6

2. Unidades cartográficas de suelos de la finca
"Las Mercedes" Su clasificación y área. 39

INDICE DE FIGURAS

1. Promedios mensuales de precipitación
temperatura y evapotranspiración. (climograma).
Estación Meteorológica "Aeropuerto A. César
Sandino"..... 5

2. Unidades locales de los suelos de la finca "Las
Mercedes"..... 17

A N E X O S

I.	Metodología de análisis físicos y químicos de suelos.....	44
II.	Descripción de perfiles y resultados de análisis físico - químico.....	48
III.	Curvas de Infiltración.....	72
IV.	Curvas de retención de humedad (pF).....	80

RESUMEN

Este trabajo se efectuó en la finca "Las Mercedes" propiedad del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Consistió en realizar un levantamiento de suelos a nivel muy detallado (escala 1:5,000), con la finalidad de conocer las principales propiedades de sus suelos.

Estas propiedades resultan del proceso de formación y evolución del suelo y su conocimiento permite elaborar criterios valiosos para planear el uso y manejo más apropiado para la finca.

El patrón de distribución de los suelos y la delimitación de sus linderos se realizó mediante un muestreo sistemático, además se hizo la descripción y toma de muestras en calicatas, para su posterior análisis en el laboratorio. Se hicieron pruebas de Permeabilidad e infiltración básica.

Como resultado se obtuvieron ocho subunidades de suelos, lo que tomando en cuenta el área relativamente pequeña de la finca demuestra su enorme variabilidad.

Esta subunidades fueron diferenciadas atendiendo a sus características (profundidad, secuencia textural, drenaje) y limitaciones (capas endurecidas, inundaciones, alcalinidad); y fueron representadas en un mapa de suelos que forma parte de la memoria.

Estas tierras exigen un manejo orientado en lo fundamental a frenar los procesos que agravan las limitantes de estos suelos. Respecto del manejo, el riego y drenaje son los aspectos más relevantes

Se puede concluir la necesidad de estudios más específicos debido a la complejidad y heterogeneidad que estos suelos ofrecen.

I. INTRODUCCION

El suelo es uno de los recursos naturales más importantes para el hombre. Para poder utilizarlo de manera racional, evitando su degradación es necesario establecer un equilibrio entre su utilización y propiedades.

El estudio sistemático del suelo provee información sobre las propiedades más relevantes que los suelos presentan, cuyo conocimiento es necesario para programar, implementar y operar planes de desarrollo a corto, mediano y largo plazo, acorde a la capacidad y aptitud presente.

El levantamiento de suelos es una metodología de trabajo que requiere de la observación de un número considerable de perfiles, colección de muestras de suelos y análisis de laboratorio.

Por lo tanto proporciona información básica acerca de las propiedades y características del suelo de mayor influencia en la productividad del mismo. La información compilada tiene como finalidad identificar y clasificar las limitaciones y cualidades del suelo, sirviendo para la planificación agrícola, dado que proporciona datos cuantitativos útiles para un manejo adecuado de este recurso.

Dentro de las unidades de Producción del Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias (ISCA), se encuentra la finca "Las Mercedes"; considerada como una alternativa económica que responderá a necesidades de autoabastecimiento y autofinanciamiento de la Institución, además de ser considerada base material para los trabajos de investigación y docencia.

"Las Mercedes", se encuentra ubicada en el Kilómetro 11 carretera Norte, contiguo al matadero Julio Moncada; en Managua. Cuenta con un área de 172 Ha. Por su territorio atravieza un río y cuenta con dos presas: Las Mercedes y Los Sábalo.

Hasta ahora en la finca, no se había realizado ningún estudio sobre el suelo, habiéndose presentado algunos problemas en algunas áreas, donde los cultivos fueron afectados por excesos o déficit de humedad, deficiencias en nutrientes y en el laboreo el afloramiento de capas endurecidas.

Para planificar una conveniente explotación de la finca se requiere de información básica bajo la cual se garantice la rentabilidad de los cultivos o avale las necesidades de experimentación. Por otro lado la docencia requiere esta información básica como apoyo para crear líneas de investigación que le permitan su propia formación profesional en la práctica, así como la de los estudiantes bajo su responsabilidad; a la luz de estos criterios y necesidades se concibió efectuar el presente estudio de suelos que está enfocado a la caracterización de las propiedades físicas y químicas de los suelos de la finca con la finalidad no solamente de conocer la diversidad de suelos, su localización y el área que ocupan, sino que proporciona datos cuantitativos de los diferentes tipos de suelos que se encuentran, para planificar mejor su uso y manejo.

Este trabajo se plantea los siguientes objetivos:

Objetivos generales:

- 1- Realizar el levantamiento de suelos de la finca "Las Mercedes" a escala 1:5,000.
- 2- Determinar las propiedades morfológicas, físicas y químicas de los diferentes tipos de suelos de la finca con el propósito de facilitar datos básicos que sirvan para efectuar futuras investigaciones.

Objetivos específicos:

- 1- Producir un mapa de suelos muy detallado escala 1:5,000 de la finca "Las Mercedes"
- 2- Brindar información básica específica en el aspecto de datos analíticos que puedan ser utilizados en el desarrollo de proyectos de producción e investigación posteriores en la finca.
- 3- Clasificar los distintos tipos de suelos de la finca en base a sus propiedades:
 - a) Morfológicas
 - b) Químicas
 - c) Físicas
- 4- Proporcionar datos que permitan implementar una enseñanza objetiva en las diferentes asignaturas que el ISCA imparte.

II. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del medio ambiente

2.1.1 Localización del área estudio.

La finca en estudio se encuentra ubicada en el departamento de Managua, al Norte de la ciudad de Managua. colinda al Sur con la carretera norte, al Norte con la orilla sur del lago de Managua, al Este con la cooperativa Pedro Altamirano y al Oeste con el barrio El Rodeo.

Se localiza entre las coordenadas $12^{\circ} 10' 14''$ a $12^{\circ} 08' 05''$ en la latitud Norte y $86^{\circ} 10' 22''$ a $86^{\circ} 09' 49''$ longitud Oeste. Su altitud es de 56 msnm.

2.1.2 Clima.

Los datos climáticos que se presentan fueron registrados en la estación meteorológica "Aeropuerto Augusto César Sandino" ubicada a menos de un kilómetro de la finca "Las Mercedes", por lo tanto son considerados valederos para nuestro estudio y comprenden un período de treinta años.

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen (1936) el clima de la zona es Tropical de Sabana (Aw).

La precipitación de la zona alcanza los 1140 mm anuales, su distribución en el tiempo (véase fig. 1) presenta dos períodos bien diferenciados: Uno lluvioso que va de Mayo Octubre y otro seco que comprende el período Noviembre-Abril.

Durante el período lluvioso cae alrededor del 94.5% de la precipitación anual, se trata de precipitaciones de alta intensidad. "La canícula" ocurre en el período Julio-Agosto y no dura más de quince días durante los cuales la precipitación se reduce drásticamente.

La estación seca se caracteriza, además de la escasa precipitación, por la predominancia de vientos turbulentos y fuertes, que soplan desde el Este. Ello contribuye a agravar la escasez de humedad durante esta estación.

Como consecuencia del patrón de distribución de las precipitaciones a lo largo del año; se presenta un marcado déficit de humedad en los meses de Diciembre-Abril, pues las precipitaciones no exceden a los 10 mm. (véase cuadro 1). Consecuentemente la relación entre este factor y la evapotranspiración es absolutamente desproporcional, a lo que contribuyen poderosamente las altas temperaturas, que predominan durante el año. La humedad relativa del aire baja hasta el 66% durante la época seca.

En los meses siguientes (Mayo-Agosto) aparentemente existe una compensación al elevarse las precipitaciones a valores promedio de 165 mm, sin embargo, esta humedad es apenas absorbida por el suelo y no puede considerarse disponible para la planta.

Es por lo tanto necesaria la aplicación de riego a fin de suplir los requerimientos de humedad y mantener una óptima disponibilidad para el buen desarrollo del cultivo.

La temperatura en cambio se mantiene más o menos constante en todos los meses considerándose éstos de índice alto, en un valor medio de 27°C. Las máximas temperaturas se presentan entre los meses de abril y mayo contribuyendo a aumentar la evapotranspiración y por lo tanto el déficit hídrico.

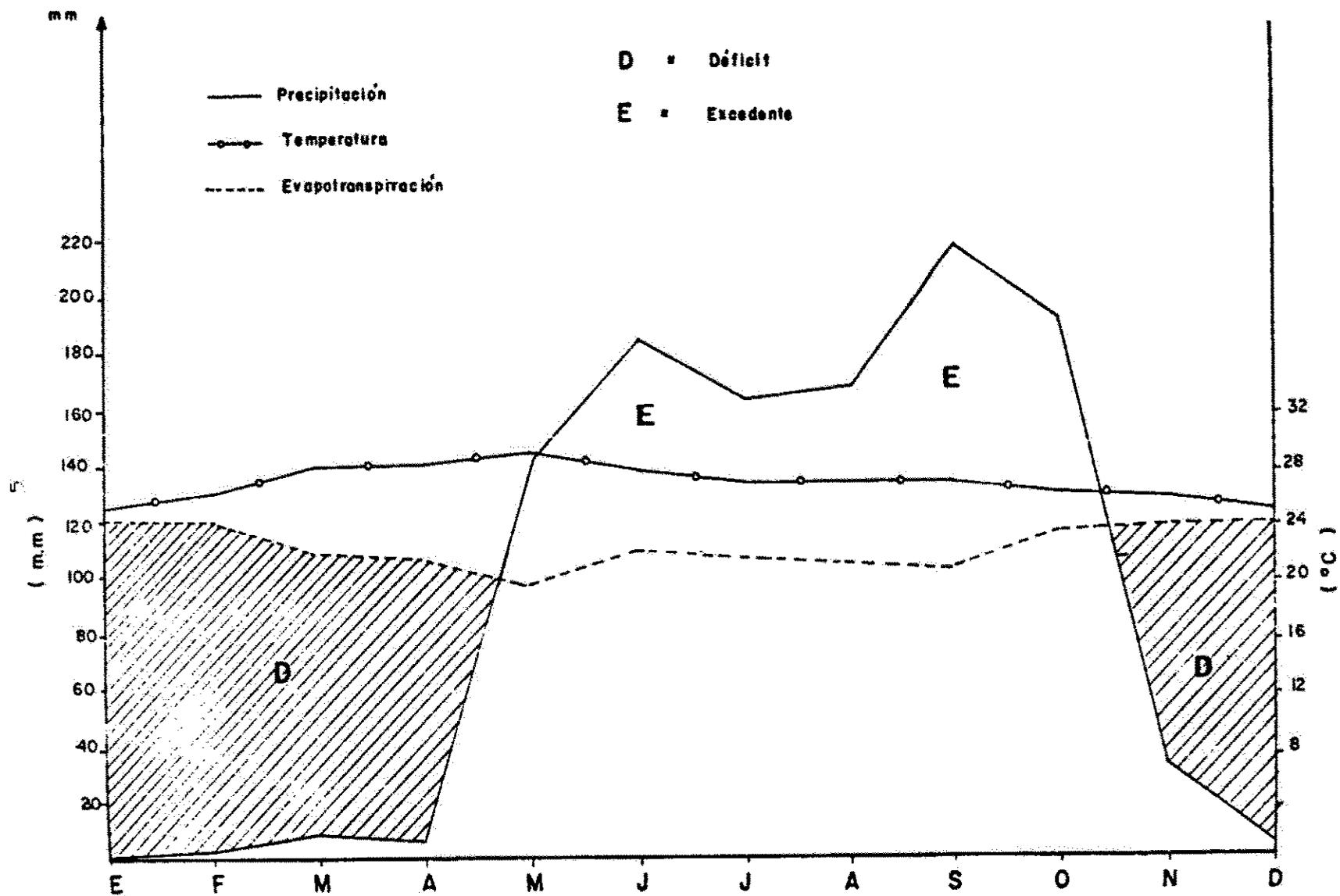


Fig. 1-- Promedios mensuales de precipitación, temperatura y evapotranspiración para la estación Meteorológica "Aeropuerto A. César Sandino." (1957-1987.)

Cuadro 1. Promedios mensuales de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial. Estación meteorológica "Aeropuerto A. César Sandino"

MES	PRECIPITACION (mm)	TEMPERATURA (° C)	EVAPOTRANSPIRACION Potencial (mm)	
			Holdridge	Penman
Enero	1.7	25.4	121	151
Febrero	3.4	26.0	120	170
Marzo	9.5	28.0	109	191
Abril	6.3	28.2	107	196
Mayo	143.6	29.0	98	168
Junio	185.	27.8	110	141
Julio	164.6	26.9	117	145
Agosto	169.5	27.2	115	152
Septiembre	220	27.2	115	140
Octubre	195.5	26.6	118	236
Noviembre	35,	26.1	120	134
Diciembre	6.7	25.7	121	138
T O T A L	1140.8		1371	1862
Media		27.0		

Los datos de precipitación, temperatura y evapotranspiración potencial por el método de Holdridge están basados en promedios de treinta años (1957-1987).

La evapotranspiración potencial calculada según el método de Penman se basa en la década 1977-87. Fuente: MIDINRA Dpto de Agrometeorología.

2.1.3 Geomorfología y Geología.

Marín (1972) ubicó el área de estudio dentro de la unidad estratigráfica "Depósitos sedimentarios Recientes". Esta área forma parte de la provincia fisiográfica "Depresión Nicaragüense", que comprende entre otras, Las Planicies de Tipitapa.

Se trata de tierras con muy poco o ningún relieve, localizadas entre los lagos de Managua y Nicaragua. El drenaje superficial de la finca corre hacia el lago de Managua, generando problemas de inundaciones en las partes más bajas de la finca, especialmente en los meses más lluviosos del año.

Desde el punto de vista fisiográfico, la finca está ubicada en una depresión donde recibe gran cantidad de materiales provenientes de la erosión de las Serranías de Managua.

2.1.4 Vegetación natural y uso de la tierra.

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1976), el área en estudio se clasifica como Bosque tropical seco.

La vegetación natural se encuentra dividida de acuerdo a la humedad en el suelo.

Así en las áreas más húmedas ya sea por el alto nivel freático o cercanías a los ríos se encuentran especies como: Guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), Genízaro (*Pithecellobium saman*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Ceibo (*Ceiba pentandra*), Roblé (*Tabebuia pentaphyla*).

En las áreas más secas se encuentra: Espino (*Pithecellobium pentaphyla*), Jícaro (*Crecentia alata*), Aromo (*Calliandra* sp).

En las áreas más bajas y de alta humedad abundan los juncos (*Thipha* sp).

Desde el punto de vista del uso y manejo del suelo la finca "Las Mercedes" tradicionalmente ha sido dividida en dos sectores, uno agrícola y otro pecuario; esta división se asocia a las condiciones de drenaje. El área agrícola hasta el año 1979 fue cultivada con plátano y caña de azúcar, actualmente con hortalizas (tomate, chiltoma, pipián y pepino); yuca, plátano, maíz y cítricos (naranja y limón). Mientras que el sector pecuario se encuentra sembrado con pasto estrella y siempre ha tenido este uso. (*Cynodon nlemfuensis*).

2.2 Metodología

El levantamiento de los suelos se realizó a nivel muy detallado (escala 1:5000) habiéndose efectuado de diciembre 1988-julio 1989.

El procedimiento general se ajustó a los lineamientos formulados por USDA (1975) y por FAO (1971); en lo que respecta al levantamiento mismo, etapa de campo en particular y clasificación de suelos. Mas para la interpretación de resultados analíticos se siguieron criterios dados por Landon (1984).

Los materiales, medios y equipos usados en las diferentes etapas del levantamiento fueron aquellos normalmente recomendados y aceptados.

El levantamiento de suelos se realizó en tres etapas como es habitual.

- 2.1.1 Trabajo de pre-campo
- 2.1.2 Trabajo de campo
- 2.1.3 Trabajo de post-campo

2.1.1 Trabajo de precampo

Esta etapa comprendió las siguientes actividades:

Compilación de información climática, edafológica, geológica y material cartográfico (fotografías aéreas, fotomapas, planos topográficos).

En base a la información obtenida se procedió a realizar la fotointerpretación utilizando fotografías aéreas escala 1:10,000 (INETER, 1985).

Con auxilio de fotografías aéreas se actualizó la información del área produciendo un MAPA BASE en el que se delimitaron los linderos entre cultivos, caminos, diferencias en la vegetación natural y otros hechos relevantes, visibles en la fotografía.

La fotointerpretación preliminar sirvió para proceder a la planificación del trabajo de campo, identificando las unidades fisiográficas debido a que en esta actividad se constató que el área no presenta un relieve, se determinó usar el método de muestreo sistemático.

2.1.2 Trabajo de campo.

Esta actividad se desarrolló en dos etapas, la primera de las cuales comprendió las siguientes fases:

- a) Reconocimiento
- b) Cartografía
- c) Descripción de perfiles representativos.

a) Reconocimiento

El objetivo de ésta fase era identificar en el terreno a las diferentes unidades fisiográficas delimitadas en el mapa base e identificar los diferentes tipos de suelos y descubrir su patrón de distribución.

Primeramente se hizo un reconocimiento general, comprobando la información brindada por el mapa base; el cual consistió en chequear la correlación de las fotografías aéreas con el terreno (caminos, despales, áreas boscosas, patrón de cultivos, fuentes de agua y canales de riego. Esto permitió ajustar el mapa base.

Para la identificación de los tipos de suelos y su distribución se efectuaron veintidós barrenaciones esparcidas por toda el área, tomando como criterio una observación por cm² de mapa a una escala 1:25,000. (Ortiz et al., 1981).

Los criterios de diferenciación producto de este reconocimiento fueron: La profundidad, textura y presencia de una capa endurecida que impide la penetración del barreno. En base a estos parámetros se elaboró una leyenda preliminar.

b) Cartografía.

El objetivo de esta fase es examinar los diferentes tipos de suelos más en detalle y comprobar sus linderos.

El examen de los suelos se realizó mediante barrenaciones (barreno Edelman), con una densidad total de 485 observaciones (400/100^{ha}, tomando como criterio una observación por cm² del mapa base a escala 1:4,000. Ortíz et al (1981)

Se trata de un levantamiento muy detallado porque conlleva fines de investigación.

La elección del método de muestreo estuvo en función de que la fotointerpretación no contribuyó demasiado a identificar unidades fisiográficas, lo cual dificultó establecer los límites de suelos sobre la base de relieve, drenaje, tipo de vegetación y otros elementos directos visibles.

Se determinó entonces la utilización del método de muestreo sistemático, barrenando cada 50 m. hasta una profundidad máxima de 1.20m cuando era posible.

El material de cada horizonte o camada se sometió a las siguientes determinaciones:

- Textura al tacto
- Presencia de CaCO₃ (Prueba con HCl 10%)
- Materiales gruesos en el perfil (mayores de 2mm)
- Drenaje externo
- 5 Pendiente
- Altura del manto freático
- Vegetación natural
- Uso de la tierra
- Material madre

Los sitios de observación se ubicaron en el mapa. Las unidades cartográficas se establecieron con base en criterios de diferenciación tales como textura, presencia de una capa endurecida, espesor de las diferentes capas, drenaje y alcalinidad. Estas propiedades debidamente codificadas, constituyen a la leyenda del mapa de suelos.

Los límites definitivos de estas unidades fueron trazados al disponer de toda la información incluida en la leyenda. Con esta información a mano se procedió a correlacionar las unidades tanto a nivel de gabinete

como en el terreno.

c) Descripción de perfiles representativos.

Dependiendo de los tipos de suelos que se encontraron en el trabajo de Cartografía, se realiza la ubicación de calicatas. Se hicieron ocho calicatas. Se procedió a la descripción de perfiles representativos para caracterizar cada tipo de suelo morfológicamente, de acuerdo con las guías para la descripción de perfiles de suelos. (FAO, 1977)

Se tomaron muestras de material del suelo por cada horizonte o camada para análisis químico. Usando cilindros de acero de toma de muestras inalterados, para determinaciones físicas. Se realizaron las siguientes determinaciones, con los métodos que se indican.

- Materia orgánica (Walkley Black)
- Capacidad del intercambio catiónico (acetato de amonio)
- Reacción del suelo. (Agua 1: 2.5 y KCl 1: 2.5)
- Carbonatos. Calcómetro.
- Bases intercambiables. Absorción atómica
- Fósforo asimilable. Olsen modificado: (Colorimétrico)
- Textura (Pipeta de Robinson)
- Densidad real. Método del Picnómetro
- Densidad aparente. Método del cilindro
- Retención de humedad olla de presión, membrana de presión y caja de pF.

La metodología para cada uno de estos análisis se encuentra en el ANEXO I.

Segunda Etapa del trabajo de campo.

Después de haber delimitado las diferentes unidades cartográficas se procedió a la realización de dos pruebas de Infiltración y Permeabilidad para cada unidad.

La velocidad de Infiltración se determinó en el campo por el método de cilindros concéntricos que proporciona datos sobre infiltración básica (I_b) e Infiltración acumulada (I_{ac}).

Esta pruebas se realizaron por triplicado cerca de cada una de las calicatas, a cinco metros de distancia.

entre los cilindros.

Los valores obtenidos de las pruebas de infiltración se graficaron en un sistema de ejes coordenados en el cual los valores de Infiltración básica (cm/h) e Infiltración acumulada (cm) se colocaron en los ejes de las ordenadas y el tiempo acumulado (min) en el eje de las abscisas (Ver Anexo III).

La permeabilidad se determinó en el área actualmente con pastizales, bajo el criterio de que en ésta área sería indispensable el establecimiento de una red de drenaje ya que en los meses más lluviosos la finca recibe escurrimiento y aportes de agua subterránea causando encharcamiento en las parcelas más bajas.

Se midió la Permeabilidad por cada horizonte, efectuando dos repeticiones, utilizando el método inverso del hoyo por barreno.

Estas pruebas se realizaron también cerca a cada una de las calicatas, en los lugares donde se realizaron las pruebas de infiltración.

La metodología para determinación y cálculo de la velocidad de Infiltración y Permeabilidad se encuentra en el ANEXO I.

2.1.3 Trabajo de Post-campo.

Aquí se interpretan y correlacionan los resultados de los análisis y descripciones de los perfiles para clasificar definitivamente a los diferentes suelos.

Con esto se tiene la base para llevar a cabo el estudio adicional concerniente a proporcionar datos útiles para la realización de un plan de riego.

Se realizaron los cálculos y gráficos correspondientes a las pruebas de Permeabilidad e Infiltración y se caracteriza a cada tipo de suelo. Posteriormente se elaboró el mapa final, que se reduce de una escala 1:4000, a una escala 1:5000

III.- RESULTADOS Y DISCUSION.

3.1 Estudios y clasificaciones previas al presente trabajo.

Catastro e inventario de Recursos Naturales de Nicaragua, a través del Departamento de suelos y Dasonomía (1971) realizó un levantamiento de suelos en la región Pacífica de Nicaragua. El estudio comprende los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Rivas y Carazo correspondiente a una superficie de 16,015 Km².

En consideración a que el levantamiento de suelos del Pacífico que enmarca también a la finca "Las Mercedes" fué realizado a mediana intensidad, con un promedio de tres observaciones por Km². Se decidió realizar el presente estudio que confirma la gran variabilidad de suelos descrita por Catastro pero que por ser a una escala 1:5,000 proporciona mayor exactitud en los linderos y mayor detalle de las características de los suelos e información suficiente para la planificación del riego y establecimiento de una red de drenaje en la finca.

Catastro edita como una parte importante de este trabajo una serie de fotomapas escala 1:20,000 (Catastro, 1971).

De acuerdo a toda esta información, el área de la finca "Las Mercedes" (hoja 2952-2-A) está comprendida dentro de cuatro series de suelos: Mercedes (MD), La Calera (LCA), Suelos Aluviales (TX), Pantanos y Ciénagas (MZ).⁵

A continuación se presentan las características de las cuatro series de suelos, con el objeto de que el lector pueda observar las diferencias de suelos encontradas a través del levantamiento muy detallado que conforma este trabajo.

Serie Mercedes (MD).

Son suelos profundos, bien drenados, derivados de aluviales viejos de cenizas. Se encuentran en planicies con pendientes casi planas o ligeramente inclinados; textura superficial franca hasta 80-120 cm. después de los cuales se encuentra en estrato franco arenoso; permeabilidad moderada, capacidad de humedad disponible moderadamente lenta; zona radicular profunda; contenido

de materia orgánica moderadamente alto en la superficie y moderado en el subsuelo. Son suelos muy altos en bases intercambiables y tienen una saturación de bases mayor de ochenta por ciento. El Potasio asimilable es medio y el Fósforo bajo en el subsuelo.

Los suelos de esta serie son clasificados como Typic Eutrandept (Soil Survey Staff, 1975) Los bosques han sido talados y los suelos usados para cultivos y pequeñas áreas con pastos.

(MDb) Mercedes franco 1.5 a 4 por ciento de pendiente

De acuerdo al fotomapa (Catastro, 1971), una parte de la finca del presente estudio, correspondiente a estos suelos (ver fig 2). Son similares al suelo típico, solo que presentan pendiente ligeramente inclinados (1.5-4%) y está levemente erosionado. Algunas áreas están sujetos a inundaciones ocasionales.

El suelo es bien adaptado a la mayoría de los cultivos anuales de surco, pero requiere prácticas especiales para controlar el escurrimiento y en algunas partes protección contra inundaciones. Se requieren canales de intercepción para controlar el agua que escurre de las tierras altas adyacentes (Unidad de capacidad II e - 1).

Serie la Calera (LCA).

Los suelos que comprenden a esta serie son pobremente drenados, negros, superficiales, calcáreos que contienen sales, altos en sodio intercambiable. Derivados de sedimentos lacustres y aluviales.

Estos suelos tienen permeabilidad lenta, poseen un estrato duro de caliza a una profundidad media de 50 cm; capacidad de humedad disponible moderadas y zona radicular de superficial a profunda. El contenido de materia orgánica es moderado en todo el perfil, pero más alto en la superficie. Moderadamente altos en Calcio y Magnesio, el Potasio asimilable es alto, pero el Fósforo es muy bajo.

La serie la Calera es clasificada como Typic Haplaquoll (Soil Survey Staff 1975).

La vegetación natural consiste de pastos y árboles esparcidos.

(LCA) a suelos la Calera, Salino y Alcalina a 1.5 por

ciento de pendiente.

La textura del suelo superficial es principalmente franco arcillosa, o franca

Los suelos están usados principalmente para pastos. Los pastos están limitados a pocas especies de zacates que son tolerantes a las condiciones salinos y sódicas. Se requiere un sistema de drenaje y la aplicación de ácido sulfúrico u otros aditivos formadores de ácido para recuperar estos suelos para cultivos. Sin embargo, puede resultar antieconómica su recuperación debida a su poca profundidad y la falta de gradientes hacia un drenaje; pertenecen a la Unidad de capacidad VI w-1.

(LCA 2a) Suelos de Calera, fuertemente salino, o a 1.5 por ciento de pendiente.

Poseen textura franca y franco arcillosa; no son alcalinos medianamente profundos. Toda el área está con pastos, irrigadas en parte. Si el drenaje fuera factible, los pastos mejorarían por la lixiviación de sales. La unidad de capacidad es IV w-1.

(LCA b) Suelos la Calera, ligeramente salinos, 1.5 a 4 por ciento de pendiente.

Poseen textura franca y franco arcillosa y están a mayores elevaciones que los suelos alcalinos de las serie La Calera (LCAa) y son mejor drenados, carecen de cantidades tóxicas de sales. Las sales que contienen están a mayor profundidad y generalmente son atraídos a la superficie por acción capilar. Estos suelos está siendo usados principalmente para pastos. La concentración de sales puede ser reducida por drenaje y lixiviación. La unidad de capacidad es III w-1.

Suelos Aluviales (TX).

Consisten en depósitos de materiales estratificados recientes, lavados de las tierras altas adyacentes de ceniza volcánica, basalto, tobas y areniscas que son depositados por los ríos en las tierras bajas.

Estos suelos generalmente se encuentran en áreas angostas y alargadas, y tienen mucha variación en drenaje y textura en distancias cortas. Debido a falta de uniformidad en perfiles no se han establecido series, pero los suelos se han diferenciado de acuerdo a

textura, drenaje y pendiente.

(TX a2) Suelos aluviales, indiferenciados, 0 a 1.5 por ciento de pendiente.

Suelos profundos y moderadamente profundos, bien drenados de textura variados. La mayoría están sujetos a inundaciones ocasionales. Se encuentran en pequeñas áreas por todo el Pacífico.

(TX w2) Suelos aluviales, algo pobremente drenados, o a 1.5 por ciento de pendiente.

Suelos con pendientes casi planos, en su mayoría profundos algo pobremente drenados y con moteados a profundidades mayores de 30 centímetros. Las texturas son variadas pero son principalmente franca, franco arcillosas y franco arcillo arenosas. Los suelos tienen una tabla de agua dentro de 60 centímetros de la superficie durante la estación lluviosa y están sujetos a inundaciones superficial. Se encuentran extensivamente en áreas bajas cerca de la desembocadura de los ríos. Están usados principalmente para pastos y éste en su mejor uso. (Unidad de capacidad IV w-1).

(MZ) Pantanos y Ciénagas.

Áreas que son frecuentemente inundadas y tienen una tabla de agua alta durante la mayor parte del año, están clasificados como pantanos y ciénagas. Los pantanos soportan vegetación de zacates, mientras que las ciénagas soportan vegetación arbórea.

Diferentes unidades de mapeo han sido reconocidos, dependiendo de la textura de las áreas, grado hasta donde están mojados y valor para pastos.

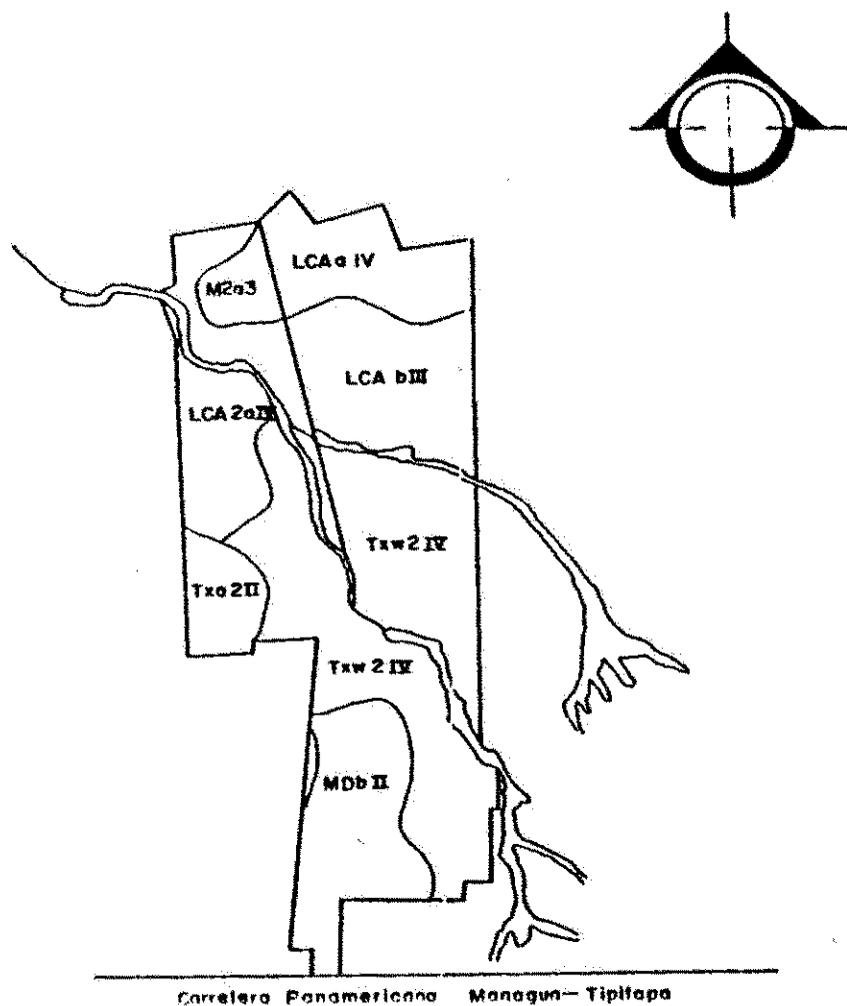


FIGURA: 2. UNIDADES LOCALES DE LOS SUELOS DE LA FINCA "LAS MERCEDES".
Tomado de la hoja 2952-2-a del Folioleto "Suelos y Clasificación
de la tierra" Catastro (1971) Escala 1:20,000.

3.2 Resultados generales

3.2.1 Estratigrafía y materiales

Los suelos de la finca de estudio ostentan una enorme complejidad que en gran parte se deriva de que los materiales que los conforman tienen diferente origen. Los materiales piroclásticos son producto de la actividad volcánica del cuaternario, fueron transportados hacia el lago depositándose los más finos en la superficie constituyendo capas, por ello los perfiles se presentan estratificados. Abundan también los materiales aluviales y lacustres como arena, arcillas, conchas y caracoles, los que se presentan estratificados también. Es común la mezcla de ambos materiales.

El proceso de meteorización de los materiales piroclásticos ha aportado con sílice y hierro al medio. El resultado de ello ha sido la formación de capas endurecidas; este proceso se ve favorecido por las condiciones climáticas. Como son las alternantes estaciones lluviosa y seca y altas temperaturas, principalmente.

3.2.2 Morfología de los perfiles.

Como ya fue referido, en la mayor parte del área en estudio los perfiles presentan capas endurecidas formadas o en formación, provenientes de dos vías: La calcificación o la silificación. Estas capas presentan una diversidad de características; su grosor varía de 3-50 cm aproximadamente y la coloración dependiendo del material cementante puede ser blanquecina, parda o gris oscura; en cuanto a su dureza pueden ser muy duras tanto en seco como en húmedo y algunas reblandecerse ligeramente en la época lluviosa. La ubicación de estos estratos dentro del perfil, determina la profundidad del suelo. Se encuentran desde suelos profundos (sin capas endurecidas); hasta suelos superficiales (40cm).

Son suelos de coloraciones oscuras; con texturas superficiales muy variadas que van desde las muy finas (arcilla pesada) hasta las moderadamente gruesas (franco arenosa). La estructura de estos suelos es también variada, predominando la estructura granular y bloques subangulares en la superficie y subsuelo respectivamente.

El desarrollo genético es relativamente débil en el área, las secuencias más comunes de construcción de perfil son: A-C-2Cmk, A-Cmk - 2C, A- Cmq-2C.

Para detalles ver descripciones de los perfiles en Anexo II.

3.2.3 Hidrología

El régimen hídrico de estos suelos se caracteriza por presentar un fuerte déficit durante la estación seca. Durante la estación lluviosa, la hidrología del área se complica por causa de dos factores: La afluencia de agua de escorrentía subsuperficial desde las Sierras que bordean Managua por el suroeste y por ascenso del nivel del agua del lago que repercute en la elevación del nivel freático.

Estos hechos, más la presencia de capas duras a menudo poco permeables o impermeables dificulta en extremo el drenaje de importantes sectores del área, causando inundaciones en las parcelas más bajas.

3.2.4 Aspectos químicos.

Los contenidos de materia orgánica de estos suelos son en general altos, en algunos casos de más de 5%. Llama la atención que en algunas áreas la materia orgánica aumenta con la profundidad del perfil. Este hecho se explicaría por la estratificación de materiales aluviales. La reacción del suelo muestra un comportamiento complejo en el perfil. El valor del pH oscila entre 6.8 y 9.4 (agua 1:2.5). La capacidad de intercambio catiónico (CIC) va de media a muy alta en todos los perfiles con valores predominantes de más de 35 meq/100 gr de suelo que son altos (Landon, 1984).

La saturación de bases es alta y en muchos casos alcanza el 100%. El porcentaje de sodio intercambiable (P.S.I.) es medio, en algunos casos de más de 12% debido a que se acentúa en áreas próximas al lago. El contenido de fósforo va de bajo a medio (0.0-6.8 p.p.m) según clasificación de Olsen y Sommers (1982). El Potasio es alto en todos los perfiles.

3.2.5 Génesis del suelo.

Se trata de suelos (y en muchos casos camadas) relativamente recientes, la formación de suelos es en general, débil. Los procesos de formación de suelos

predominantes, frecuentemente son la distribución de sales en el perfil con tendencia fuerte a la calcificación; en sectores específicos se está desarrollando un proceso incipiente de sodificación y alcalinización.

Estos hechos se pueden verificar por la ocurrencia de altos contenidos de carbonatos, valores altos de pH, alta cantidad de Mg, por la conductividad eléctrica, el porcentaje de sodio intercambiable para detalles ver análisis químicos en el ANEXO II.

3.3 Resultados específicos.

3.3.1 El mapa de suelos.

Para identificar y separar los tipos de suelos se tomó como criterio la profundidad efectiva del perfil. Sobre esta base se establecieron tres unidades.

- 1- Suelos profundos que no tienen capas endurecidas.
- 2- Suelos poco profundos por la presencia de una capa endurecida.
- 3- Suelos superficiales por la presencia de una capa endurecida.

La profundidad está dada por la ocurrencia o no de una camada y por la profundidad misma a que ésta se presenta.

Entonces, la profundidad como característica asociada a las capas endurecidas (limitante) constituye la base de la leyenda.

3.3.2 La leyenda del mapa de suelo.

Después de analizar y evaluar los resultados de las determinaciones físico-químicas y la descripción de perfiles, se definen las características de las diferentes unidades y subunidades; éstas se presentan a través de una simbología específica que conforma la leyenda del mapa. En ella se expresan las características y limitaciones de los suelos; las primeras en el numerador y las segundas en el denominador.

Características del suelo. (Numerador)

- a- Profundidad. A. Suelo profundo, más de 90 cm.
 B. Suelo moderadamente profundo 60-90 cm.
 C. Suelo poco profundo 40-60 cm.

D. Suelo superficial 25-40 cm.

b- Secuencia textual. (USDA 1962). Hasta la capa endurecida.

- | | |
|------------------------|--|
| 0- Muy gruesa | Arena gruesa. |
| 1- Gruesa | Arena muy fina, arena fina, arena media y arena francosa |
| 2- Moderadamente. | Arena franca muy fina y franco arenosa. |
| 3- Media. | Franco, franco limoso y limo. |
| 4- Moderadamente fina. | 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. |

- c- Drenaje (FAO, 1977).
- | | |
|----|----------------------------|
| 0. | Muy escasamente drenado |
| 1- | Escasamente drenado. |
| 2- | Imperfectamente drenado |
| 3- | Moderadamente bien drenado |
| 4- | Bien Drenado |

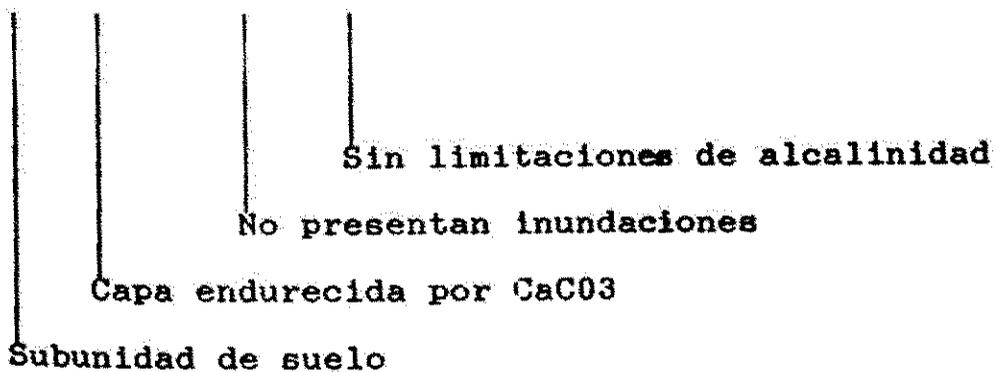
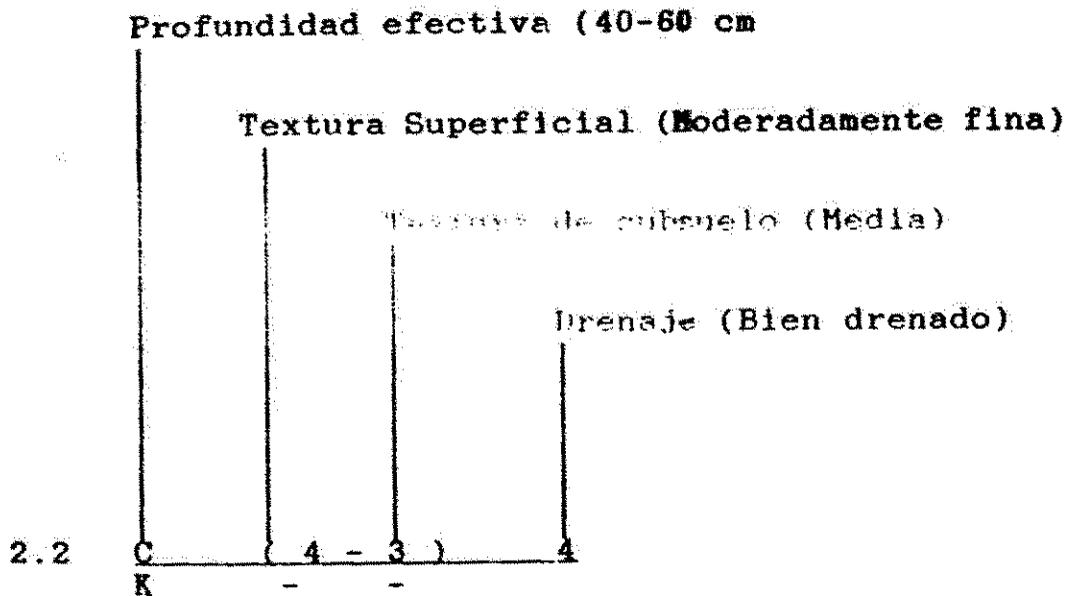
d- Frecuencia de inundaciones. (FAO, 1977).

- | | |
|-----|--------------|
| i- | Ocaciones |
| ii- | Permanentes. |

- | | |
|----------------------|--|
| e- Capas endurecidas | k. Capa endurecida por cementación con carbonados de calcio. |
| | Q. Capa endurecida por |

f- Otras limitaciones. cementación de Hierro y Sílice.
 a- Alcalinidad.

Las notaciones que indican las propiedades y característica limitantes que definen a cada unidad se adecuaron a una fórmula, en la cual las propiedades se indican en el numerador y las limitantes en el denominador, conforme se ilustra en el ejemplo siguiente:



3.3.3 Descripción de las Unidades cartográficas.

3.3.3.1 Suelos profundos que no tienen capas endurecidas

Subunidad 1.1 A (3-2) 3 (Perfil 3).

Generalidades.

Se localizan en la parte este de la finca, bordeando el brazo de agua, su extensión es de 12.87 ha (7.48%).

Son suelos profundos, sin horizontes cementados. Debido a una fuente de agua cercana el perfil se presenta húmedo todo el año por elevación del manto freático lo que hace que tanto las sílices como los carbonatos sean disueltos y no se acumulen como en el caso de las subunidades

2.1 C (3-1-3) 4 y 2.2 C (4-3) 4
K - - K - -

Son suelos moderadamente bien drenados.

Características morfológicas:

Presentan un perfil A- AC - C Texturas de medias a moderadamente gruesas (franco a franco arenoso).

Estos suelos son bien estructurados, estructura granular en la superficie y bloques angulares en el subsuelo.

En el subsuelo se encuentran manchas de oxidación relacionadas con la capa freática fluctuante.

Características químicas.

La materia orgánica se encuentra en el límite de medio o alto en la superficie (4%) y decrece con la profundidad hasta valores muy bajos (2.7-01%).

El pH se presenta ligeramente alcalino en la superficie (7.5) y de fuertemente alcalino a muy fuertemente alcalino en el resto del perfil (8.7-9.3).

La capacidad de intercambio catiónico es alta hasta los 33 cm (38.2 meq/100 gr. de suelo), con un comportamiento de alto a muy alto con la profundidad.

La saturación de bases es 100% en casi todo el perfil menos en la última capa que es de 37%.

El fósforo tiene un valor medio en la superficie (5.8 ppm) y bajo en el resto del perfil (3.07-0.53 ppm).

El potasio es muy alto en todo el perfil.

El porcentaje de sodio intercambiable es medio (9-10%) hasta 67 cm. Sin embargo la conductividad eléctrica es baja.

Es notorio como en los horizontes superiores el catión más abundante es el calcio.

Característica físicas.

La infiltración básica es de 10.5 cm/h. (moderadamente rápida).

El valor de la infiltración se debe a que el perfil presenta textura que van de medios en la superficie a gruesas en la profundidad (franco a franco arenoso); no existe ningún estrato endurecido.

La porosidad total varía de 60-45% en todo el perfil, mientras la cantidad de poros llenos de aire es muy alta en el horizonte AC comparado con los otros horizontes lo que causa que en dicho horizonte la humedad aprovechable es baja.

La capacidad de humedad disponible total es de 89 mm/67 cm. de suelo.

Cualidades.

Son suelos profundos, bien estructurados. Se puede decir que son fértiles; su capacidad de intercambio catiónico y la saturación de bases es alta.

Limitantes.

La infiltración básica es alta, no obstante la capacidad de humedad disponible es baja por lo que esto se debe considerar si se desea aplicar riego ya que no proporciona óptimas condiciones para tal fin.

Subunidad 1.2 a (2-3-2) 4 (Perfil 7)
-- a

Generalidades.

Estos suelos se encuentran en una franja que va de

NW-E en el área pecuaria de la fina, aproximadamente una tercera parte se encuentra bajo pastizal y el resto sin explotación.

La unidad presenta una superficie de 11.1ha (6.45%) del total.

Son suelos profundos, con más de 100 cm. de profundidad bien drenados.

Característica morfológicas.

La secuencia de su perfil es A-B-C-2C. Esta unidad posee texturas que van de medios a moderadamente gruesas (Franco arenoso hasta 70 cm de profundidad).

Son suelos bien estructurados, estructura granular en la superficie y en bloques angulares en el subsuelo, muy gruesas.

No presentan endurecimiento en ninguno de sus horizontes.

Característica químicas.

El contenido de materia orgánica es alto en la superficie (4.3%); medio en el horizonte Al.2h (3.7%) y bajo en el resto del perfil (1.6-0.9%). Es importante señalar la relativa cantidad de materia orgánica a cualquier profundidad.

La reacción va de ligeramente alcalino en la superficie (7.7) a fuertemente alcalino y muy fuertemente alcalino en el subsuelo (8.5-9.2) relacionándose este valor con el magnesio.

La capacidad de intercambio catiónico va de alta a baja (38.8-14.9 meq/100 gr. de suelo) con tendencia a disminuir con la profundidad; la saturación de bases es de 86% en la superficie y 100% en el resto del perfil.

El Fósforo es bajo y el Potasio es alto en todo el perfil.

El porcentaje de Sodio Intercambiable da valores bajos en la superficie hasta altos en el horizonte C. (5-28%) sin embargo la conductividad eléctrica es baja por lo que esta unidad de suelo muestra problemas de

sodicidad y no de salinidad considerando también su alto valor de pH.

Características físicas.

Se obtuvo un valor promedio de infiltración básica de 7.0 cm/h, clasificada como moderadamente rápida. Estos valores se deben a que es un suelo profundo, con textura media, bien estructurado y sin estratos endurecidos.

Permeabilidad. El valor de la K es muy variable en el perfil; moderadamente rápida en la superficie (0-34 cm); lenta (34-88 cm) y moderadamente rápida en los siguientes horizontes; dependiendo de la textura de cada horizonte (a textura más gruesa, corresponde una K más alta).

La porosidad total aumenta con la profundidad (58-66%).

La capacidad de humedad disponible total va de 172 mm/100 cm. de suelo a 258 mm/150 cm. de suelo (medianamente apto a apto para riego). Especialmente el horizonte C, por su textura más pesada, muestra una capacidad de humedad disponible alta.

Clasificación utilitaria.

Son suelos considerados con buenas características físicas pero con problemas de alto pH. debido no solo al abundante calcio sino también al magnesio y con alta sodicidad.

Por ello es conveniente pensar en un sistema adecuado de riego que no incremente la problemática de estos suelos.

Cualidades.

Son suelo profundos que presentan un buen drenaje.

Limitantes.

Los niveles altos de sodio que estos suelos presentan pueden ocasionar problemas a cultivos susceptibles tales como frutales, cítricos, granos básicos, yuca y maíz.

Su alto pH debe ser considerado en la selección de cultivos y variedades resistentes.

Por su capacidad de humedad disponible es apto, pero la infiltración básica es demasiado alta, el agua infiltra demasiado rápido; esto debe ser considerado para la planificación de riego.

Considerando la sodicidad, debe pensarse en un sistema de riego que no incremente este problema.

Subunidad 1.3 A (4-2-1) 1 (Perfil 8)
- ii a.

Generalidades.

Estos suelos son distribuidos por toda la finca pero sobre todo en el área cercana al lago y en depresiones. Tienen una extensión de 36.47 Ha. (21.26%) son profundos, escasamente arenados; en la época lluviosa se encuentran permanentemente inundados.

Características morfológicas.

Presentan un perfil A-AC-Cs-2C1-2C2. La textura va de franco arcillosa en la superficie hasta arenosa en el subsuelo. El contenido de arena aumenta con la profundidad.

Entre 40 - 50 cm se encuentran abundantes nodulos de hierro, recubiertos con carbonatos.

Características químicas.

El contenido de materia orgánica es alto en la superficie (6.4 %) y desciende gradualmente con la profundidad del perfil.

El pH desciende regularmente en el perfil de muy fuertemente alcalino a medianamente alcalina (9.4 -8.3).

La capacidad de intercambio catiónico va de alta a muy alta (34-49 meq/100 gr. de suelo) con tendencia a aumentar; excepto en el último horizonte donde desciende bruscamente a un valor bajo (12 meq/100 gr. de suelo).

El porcentaje de saturación de bases es completa hasta 65 cm. descendiendo a 98 y 54%.

Son suelos con un alto contenido de Magnesio, elemento al que deben su alcalinidad ($\text{pH} > 9$)

El Fósforo es bajo y el Potasio va de muy alto con un ligero descenso en profundidad (4.13-1.00 meq/100 gr. de suelo).

El porcentaje de sodio Intercambiable tiene valores entre el límite de bajo a medio en todo el perfil (7-10.0%). La conductividad eléctrica es media en la superficie (2.0 mmhos/cm).

Características físicas.

La infiltración básica se mantiene en valores muy bajos, con un promedio de Ib. de 2.2 cm/h.

La permeabilidad en la superficie (0-23 cm) es moderadamente rápida y lenta en el resto del perfil. Esto último se debe a que el subsuelo tiende a cementarse.

La porosidad total del suelo es constante en todo el perfil, pero la cantidad de poros llenos de aire aumenta en el subsuelo, mientras la humedad aprovechable disminuye, esto se debe a una textura menos pesada en el subsuelo.

La capacidad de humedad disponible total es de 119 cm/55 cm de suelo.

Clasificación utilitaria.

Cualidades.

Son suelos profundos, de texturas medias,

Limitantes.

Presentan inundaciones frecuentes. Debe considerarse una red adecuada que los mantenga drenados en la época lluviosa y ligeros riegos en la época seca para mantener una adecuada explotación de pastizales con variedades no susceptibles a la alcalinidad y

salinidad. La infiltración básica y la capacidad de humedad disponible total son óptimas para tal sistema de riego.

3.3.3.2 Suelos poco profundos por la presencia de una capa endurecida.

subunidad 2.1 C (3-1-3) 4 (Perfil 1).
K --

Generalidades.

Se encuentran distribuidos homogéneamente en toda la finca y ocupan una superficie de 18.6 ha (10.8%). En relieve plano. Son suelos moderadamente profundos, con menos de 60 cm. de profundidad. Son bien drenados.

Características morfológicas principales:

Estos suelos presentan un perfil de tipo A-C-2C; con texturas que van de medianas en las capas superficiales a gruesas en el subsuelo (franco a arena francosa). Presentan un horizonte cementado por carbonatos de calcio que constituye una limitante al desarrollo radicular; más abajo aflora la toba.

Poseen estructura granular en la capa superficial.

Características químicas.

El contenido de materia orgánica es fluctuante en todo el perfil, desciende de medio en la superficie (2.8%), bajo en el horizonte Al.2 (1.3%), vuelve a subir a medio con la profundidad (2.5%) hasta alcanzar a partir de 55 cm. un valor muy bajo (0.1%).

La reacción varía de ligeramente alcalino en la superficie (7.5), medianamente alcalino y alcalina en los horizontes Al.2 y C (7.9 - 7.7) y un valor límite entre medianamente alcalino a fuertemente alcalino en el último horizonte (8.4).

El contenido de fósforo es medio en la superficie (6.8) y bajo en el resto del perfil (2.38-0.11).

El potasio es muy alto en todo el perfil.

La capacidad de intercambio catiónico va de muy alta a alta (41.8-26.9 meq/100 gr. de suelo) con tendencia a disminuir en la profundidad. La saturación de bases es del 100%.

El porcentaje de sodio intercambiable es bajo en todo el perfil (2-9 %) así como la conductividad eléctrica (0.3-0.5 mmhos/cm.)

Características físicas

La infiltración básica es moderada (2.8 cm/h); la porosidad total en todo el perfil está entre 55% y 60%, mientras el horizonte C muestra un descenso en cuanto a poros continuamente llenos de aire comparados con los horizontes inferiores y superiores. Esto se debe a la textura más pesada de dicha capa que consecuentemente tiene también una capacidad de humedad disponible más alta.

La capacidad de humedad disponible total es de 119 mm/55cm. de suelo, o sea hasta el horizonte cementado.

Clasificación utilitaria

Cualidades.

Estos suelos presentan una adecuada fertilidad ya que su capacidad de intercambio catiónico es alta, así como la saturación de bases.

Limitantes:

Poseen un horizonte cementado que limita el desarrollo radicular.

En aplicación de riego debe considerarse que su infiltración básica es óptima pero su capacidad de humedad disponible se encuentra entre el límite baja y media lo que quiere decir que el suelo tiene poca capacidad de retener el agua aplicada.

Subunidad 2.2 C (4-3) 4 (Perfil 2)
K --

Generalidades.

Se encuentran en su mayoría al lado sur de la finca, ocupando una superficie total de 35.07 ha (20.38%).

Son suelos medianamente profundos, cuya profundidad promedio varía entre 40-60 cm, poseen un estrato endurecido de caliza, que en algunas áreas se encuentran aflorado debido a que se ha extraído la capa superficial para rellenar otras áreas.

Son suelos bien drenados

Características morfológicas.

Presentan un tipo de perfil A-C-2C; texturas que van de moderadamente finas a medias (franco arcilloso a franco).

Poseen una capa fuertemente cementada por carbonatos de calcio que constituye una limitante del desarrollo radicular.

Característica químicas:

El contenido de materia orgánica en la superficie es medio (2.6%) y decrece en profundidad (1.2-0.2%).

La reacción es ligeramente ácida hasta 20 cm. (6.4), neutro de 20-41 cm (7.1) a partir de los cuales se presenta muy ligeramente alcalina.

La capacidad de intercambio catiónico tiene un valor muy alto en la superficie (46.6-68.21 meq/100 gr. de suelo) con tendencia a aumentar con la profundidad. La saturación de bases es alta hasta 41 cm (88-86%) y de completa en el resto del perfil.

El valor del fósforo es medio en la superficie (5.99 ppm) y bajo en el resto del perfil (0.93-0.04 ppm), el contenido de Potasio es muy alto en todo el perfil (1.9-4.6 meq/100 gr. de suelo).

El porcentaje de sodio intercambiable es bajo, mientras las conductividad eléctrica es muy baja en todo el perfil.

En esta unidad se observan en el campo deficiencias de zinc y magnesio en cítricos (sobre todo zinc) y de zinc en maíz.

Características físicas.

El promedio de infiltración básica es de 10.5 cm/h. que se evalúa como moderadamente rápida. La porosidad total en el perfil varía entre 60% y 70%.

La menor cantidad de poros llenos de aire se encuentran en el horizonte Al.2, este se puede explicar por el cambio en la textura del horizonte.

La capacidad de humedad disponible total es de 83 mm/41 cm. de suelo, clasificado como lenta.

Clasificación utilitaria:

Cualidades.

Son suelos que presentan buen drenaje.

Limitantes.

Estos suelos presentan ligera docilidad ; algunos cultivos como cítricos , a guacate , yuca y maíz pueden ser afectados .

La filtración básica es bastante alta y la capacidad de humedad disponible es baja por lo que no es conveniente introducir riego ya que el agua infiltra demasiado rápidamente y no es retenida en el suelo

Otra limitante es la profundidad del suelo ya que existe una capa cementada por carbonatos de calcio a mediana profundidad.

Debido a las condiciones de pH; es posible que esta sea la causa de las deficiencias de Zn y Mn, Observados en el campo.

Subunidad 2.3 C (6-5) 2 (Perfil 5)
K 1 - -

Generalidades.

Ocupan un área de 4.31 Ha (2.5%) junto a la unidad
3.1 D (5) 2
K 1 -

Son suelos poco profundos y su drenaje es imperfecto, presentando inundaciones ocasionales.

Características morfológicas.

Presentan un tipo de perfil A-AC-Cm, sus texturas van de finas a finas; (arcilloso en la superficie a franco en el subsuelo).

La estructura en la superficie es de bloques subangulares gruesa.

Se encuentra limitados por una capa gruesa endurecida de color pardo olivo de 50 cm. de espesor con un alto contenido de Carbonatos en el límite superior y sin reacción en el resto de dicha capa.

Esta capa se considera como un talpetate incipiente, abajo de ella se encuentra un suelo enterrado.

Características químicas.

El contenido de M.O. es alto en el primer horizonte (4.5%) y después pasa a un valor límite entre medio y alto en el horizonte AC (2.3%).

Su pH es ligeramente ácido en la superficie (6.4) y neutro en el horizonte AC (7.0).

La capacidad de intercambio catiónico es muy alta a muy alta perfil. Los valores es el suelo superficial y subsuelo son de 54.4 y 40.1 meq/100 gr. de suelo, respectivamente.

La saturación de bases va de medianamente alta a muy alta 75-100% en forma irregular dentro del perfil.

El porcentaje de Sodio intercambiable tiende a aumentar con la profundidad.

La conductividad eléctrica es baja.

El valor del Fósforo es medio y el Potasio muy alto con tendencia a descender en profundidad (3.00-2.24 meq/100 gr. de suelo).

Características físicas.

La porosidad total aumenta con la profundidad de 62 hasta 78%, así como la cantidad de poros llenos de aire, esto se debe probablemente al hecho que la textura se vuelve menos pesada hacia abajo.

La capacidad de humedad disponible total es 104 mm/44 cm. de suelo que es clasificada como baja.

Clasificación utilitaria:

Cualidades.

Son suelos fértiles de acuerdo a sus características químicas.

Limitantes.

Son suelos poco profundos, que presentan endurecimiento a poca profundidad lo que es una limitante para el desarrollo de raíces.

Presentan textura pesada, su capacidad de humedad disponible es baja pero para pensar en riego y un sistema de red de drenaje sencillo es necesario considerar la poca profundidad de este suelo.

Subunidad 2.4 C (2-3) 1 (Perfil 6)
Q ii a

Generalidades:

Se encuentran en la parte NE de la finca posterior a la presa Los Sábalos. Tienen una extensión de 15 ha (8.72%) son suelos poco profundos de menos de 60 cm. de profundidad.

Tienen problemas serios de drenaje, permanecen inundados toda la época lluviosa.

Características morfológicas.

Tienen un tipo de perfil A- Cm_{q1}- Cm_{q2} - C₃ - 2C. Se encuentran limitados por una capa de arenisca cementada por sílice y hierro. Presentan abundante hierro en todo el perfil.

Características químicas.

El contenido de materia orgánica es bajo en la superficie, (1.5%) aumentando de medio en el segundo horizonte hasta alto en el tercero (3.8-4%); es decir que asciende en profundidad hasta los 64 cm. Obteniéndose después valores nulos y apareciendo nuevamente entre 95-140 cm con un contenido bajo (1.2%).

La reacción es muy fuertemente alcalina en todo el perfil (9-9.5).

La capacidad de intercambio catiónico va de alta y muy alta (35.3-40.6 meq/100 gr. de suelo) hasta 50 cm; y con valores de altos a bajos (35.3-9.5 meq/100 gr. de suelo) que decrecen irregularmente en el resto de perfil.

La saturación de bases es de 100%.

Son altos en Mg en todo el perfil, elemento al cual probablemente deben su alcalinidad.

El contenido de Fósforo es medio y el Potasio es muy alto en todo el perfil, descendiendo en los horizontes inferiores, (3.8-1.12 meq/100 gr. de suelo).

El porcentaje de Sodio intercambiable en el primer horizonte (10%) es medio aumentando en profundidad (18%). Mientras la conductividad eléctrica es media

Tomando en cuenta estas consideraciones y la alcalinidad del perfil; esta unidad puede ser clasificada como suelos sódicos.

Características físicas.

La infiltración básica da un valor medio de 2.25 cm/h. moderada, con una actitud para riego apta.

En la curva de Infiltración correspondiente se observa como antes de la primera hora la infiltración se estabiliza; se procedió a continuar la prueba considerando el estrato cementado a 50 cm. No obstante la infiltración se mantuvo constante.

Su permeabilidad es lenta (0.3 m/día)

La porosidad total del suelo es constante en todo el perfil (58%) mientras la humedad aprovechable aumenta considerablemente en el subsuelo.

La capacidad de humedad disponible total es de 113 mm/50 cm. de suelo.

Clasificación utilitaria:

Estos suelos a pesar de ser aptos para riego de acuerdo a su Ib y CHD; por tener una lenta permeabilidad deben ser drenados.

Aunque no pueden ser considerados salinos, tienen valores de conductividad eléctrica a los cuales las plantas susceptibles pueden sufrir daños. Se debe cuidar de la calidad del agua de riego y el momento de aspersión.

Limitantes:

Son suelos sujetos a frecuentes inundaciones con problemas de alcalinidad; sodicidad y límites riesgosos de salinidad.

3.3.3.3 Suelos superficiales por la presencia de una capa endurecida.

3.1. D (5) 2 (Perfil 4)
K 1 -

Generalidades.

Estos suelos se encuentran ubicados en un área compacta al lado Oeste de la finca, ocupan una superficie de 11.85 Ha (6.88%).

Son suelos superficiales de menos de 40 cm de profundidad, agrietados, lo que denota la abundancia de arcilla montmorillonita.

Poseen un drenaje imperfecto debido a una capa cementada que se encuentra a poca profundidad.

Ocasionalmente hay inundaciones.

Características morfológicas.

Poseen un perfil A-Cmk. Presentan una capa fuertemente cementada por carbonatos de Calcio que contiene nódulos de Fe y Mn. con lentes más endurecidos bordeando los nódulos.

Bajo la capa endurecida yace un suelo enterrado con un color rojizo muy característico que indica un alto contenido de hierro en forma oxidada.

Características químicas.

Poseen un alto contenido de materia orgánica en la superficie (7.4%) con un cambio brusco a muy bajo en los restantes horizontes (0.6%).

La reacción es neutra en la superficie (6.8) y mediamente alcalina en el resto de los horizontes.

La capacidad de intercambio catiónico es muy alta en la superficie (76 meq/100 gr. de suelo) el contenido de Ca y Mg es muy alto. La saturación de bases es de 100% en todo el perfil.

El porcentaje de Sodio intercambiable es bajo (7-3%) y la conductividad eléctrica muy baja.

Característica física:

La infiltración básica es 1.5 cm/hora que es clasificado como lenta.

Al realizar estas pruebas se encontraron dificultades debido a que se hicieron en el mes de mayo, en los días de mayor sequía, con el suelo muy agrietado, las grietas presentan diámetros de tres a cuatro centímetros y es conveniente en estos suelos hacer un prehumedecimiento hasta varias semanas antes de efectuar las pruebas. Landon (1984).

La capacidad de humedad disponible total es de 39 mm/35 cm de suelo.

La permeabilidad tiene un valor de 0.3 m/día en la superficie, clasificada como lenta, debido a la textura pesada en las capas superficiales.

La porosidad total del perfil varía grandemente entre 55 y 75%, por lo que la humedad aprovechable y la cantidad de poros llenos de aire varía también.

Clasificación utilitaria.

Cualidades.

De acuerdo a la CIC y la SB, que son altas estos suelos son fértiles.

Limitantes.

Son suelos poco profundos, limitados por una capa cementada, lo que impide el desarrollo radicular profundo y además les da la características de ser mal drenados.

El alto porcentaje de sodio intercambiable en la capa cementada a poca profundidad son suelos de textura pesada pero no pueden ser utilizados para arroz por su poca profundidad por lo tanto el uso adecuado es pastos.

Debido a que la infiltración básica y la capacidad de humedad disponible son bajas debe considerarse si vale la pena establecer un sistema de riego pensando además en la poca profundidad de estos suelos.

Cuadro 2. Unidad cartográfica de suelos de la finca
"Las Mercedes". Su clasificación y área.

UNIDAD CARTOGRAFICA	CLASIFICACION		AREA (Ha)	PORCENTAJE DEL AREA TO TAL (%)
	U.S.D.A	FAO		
1.1 <u>A(3-2)3</u> - - -	Entic Eutrandepts	Haplic Andosols	12.87	7.48
1.2 <u>A(2-3-2)4</u> - - a	Typic Ustochrepts	Calcaric Cambisols	11.10	6.45
1.3 <u>A(4-2-1)1</u> - ii a	Aquic Haplustolls	Haplic Phaeozems	36.47	21.26
2.1 <u>C(3-1-3)4</u> k - -	Typic Durustolls	Calcaric Phaeozems	18.60	10.8
2.2 <u>C(4-3)4</u> k - -	Typic Durustolls	Calcaric Phaeozems	35.07	20.38
2.3 <u>C(6-5)2</u> k i -	Typic Durandepts	Haplic andosol	4.31	2.50
2.4 <u>C(2-3)1</u> a ii a	Typic Halaquepts	Sodic Solonchacks	15.0	8.72
3.1 <u>D(5)2</u> k i -	Vertic Ustorthents	Eutric Regosols	11.85	6.88
Presas y ríos.			8.09	4.70
Areas no cartografiadas (Instalaciones caminos y áreas inundadas)			18.70	10.87
T O T A L			172.00	100%

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 Conclusiones .

a. Los suelos de la finca "Las Mercedes" muestran una complejidad y heterogeneidad mucho mayor de la que fue presentada en el estudio de CATASTRO (1971), en lo referente a su patrón de distribución, número de unidades y caracterización de las mismas. Esto es lógico desde el punto de vista que este estudio se realizó a una escala mayor (1:5000) y por lo tanto ofrece la posibilidad de distinguir más detalles.

b. Los diferentes tipos de suelos fueron agrupados en tres unidades cartográficas, tomando como criterio para su diferenciación la profundidad del suelo, la cual está relacionada con la presencia o ausencia de una capa endurecida. Estas unidades se dividen a su vez en ocho subunidades, de acuerdo a sus características (profundidad, textura, drenaje) y limitaciones (capas endurecidas, inundaciones, alcalinidad).

La ubicación de las ocho subunidades, se encuentra en el mapa de suelos de la finca escala 1:5000.

c. En general son suelos jóvenes, poco desarrollados, de una clara complejidad que se muestra desde los siguientes puntos de vista:

- Aspecto morfológico. La mayor parte de estos suelos presentan capas endurecidas lo que se traduce en una determinante de la profundidad.
- Aspecto físico. Los perfiles presentan diferentes secuencias texturales.
- Aspectos químicos. Los suelos son afectados por proceso de calcificación, algunos presentan alcalinidad y/o sodicidad.

d. Algunas subunidades de suelos muestran un mal drenaje mientras otras no. La presencia o ausencia de un estrato endurecido así como la ubicación en el terreno son los factores más importantes que influyen en esto.

La presencia de una capa endurecida impide un buen transporte del agua a través del perfil, mientras que la cercanía del lago provoca que el manto freático fluctue durante el año y en caso extremo ocasiona inundaciones.

de la tierra, en tanto no se realizan los estudios recomendados en este trabajo. Sin embargo en base a los resultados obtenidos pueden hacerse algunas consideraciones tales como que no es conveniente ampliar áreas para frutales sabiendo de la poca profundidad de enraizamiento, altos contenidos de CaCO_3 y alto nivel freático en algunas unidades de suelos; el uso de pastizales parece ser lo más adecuado

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Catastro e Inventario de Recursos Naturales de Nicaragua (1971). Levantamiento de suelos de la Región Pacífica de Nicaragua Vol. II, parte 1,2,3. Managua Nic.
- 2.- FAO (1977) Guía para la descripción de perfiles. 2a. ed. FAO. Roma, Italia.
- 3.- FAO (1984). Métodos físicos y químicos de análisis de suelos y aguas. Boletín de suelos de la FAO # 10. FAO. Roma, Italia.
- 4.- FAO. UNESCO (1988). Soil map of the world. Revised legend. Rome, Italy.
- 5.- Ilaco, B.V. (1981) Agricultural compredium for rural development in the tropics and subtropics. Elsevier, Amsterdam, Netherlands.
- 6.- Landon, J.R. (1984). Booker tropical Soil manual handbook for soil survey and agricultural land evaluation in the tropics. Longman, Inc. New York USA.
- 7.- Ortiz S. C.A y H.E. Cuánalo de la Cerda (1981). Introducción a los levantamientos de suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 8.- SALAS, G. De las (1987). Suelos y ecosistemas forestales: con énfasis en América tropical, San José, Costa Rica, IICA.
- 9.- USDA. (1975) Soil Taxonomy. Agricultural Handbook No. 436 Soil Conservation service, USDA. Washington D.C. USA.

ANEXO I.

METODOLOGIA PARA ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS DE SUELOS.

1.- Análisis Físicos:

Textura. Método de la pipeta de Robinson. (FAO, 1970).

Las partículas de suelo caen a través del líquido a diversas velocidades según su tamaño, de acuerdo con la ley de Stokes. Después de un tiempo calculado, se saca con una pipeta, una alícuota desde una profundidad definida por debajo de la superficie y se evapora hasta quedar seca, el residuo se seca en la estufa y se pesa.

De acuerdo con el sistema internacional, se necesitan dos tiempos diferentes de sedimentación, uno corto para obtener la suma de arcilla más limo y el otro largo para la arcilla únicamente. Las arenas se separan por medio de un tamiz.

Densidad Real. Método del Picnómetro (FAO, 1970).

El picnómetro se seca y se pesa (con tapón) se coloca el suelo seco en el picnómetro y se pesa nuevamente. Se añade agua destilada y desgazada hasta 2/3 parte de la capacidad de picnómetro. La mezcla se calienta para eliminar el aire.

- Después de enfriarla se afora el picnómetro y se pesa.
- El picnómetro se limpia, se llena con agua destilada y se pesa.
- La densidad real se obtiene por diferencia de pesadas y mediante la fórmula.

$$D_r = \frac{\text{peso suelo}}{\text{Volumen del suelo}}$$

El método se basa en encontrar el volumen de las partículas contenidas en un peso conocido de suelo exento de aire secado al horno, midiendo el peso de un líquido de peso específico conocido, que es desplazado por estas partículas.

Densidad Aparente. Método del cilindro (FA, 1970).

Se utiliza un cilindro metálico de 100 cm³ de volumen, para obtener muestras de suelo no alteradas en

su estructura. las cuales se secan al horno a 105 \pm C, durante 18 horas y se pesan.

$$D.ap = \frac{\text{peso suelo seco}}{\text{Volúmen de suelo}}$$

Capacidad de retención de humedad. 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 membranas 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.

Permeabilidad. Método inverso del hoyo por barreno.

Se limpia la parte superficial del suelo donde se realiza la prueba y se barrena un hoyo a una profundidad determinada el cual se llena con agua.

Se mide la velocidad con que el agua baja del nivel; por medio de un cronómetro y una cinta sujeta a un flotador.

La primera lectura (x_0) se realiza al activar el cronómetro (t_0) y se va midiendo la tasa de descenso en períodos de tiempo determinado.

Cuando el nivel de agua ha bajado se repiten las mediciones 3-4 veces para obtener resultados reales.

Infiltración: Método del infiltrómetro de doble cilindro.

La velocidad de Infiltración se determina en el campo instalado en el terreno para la prueba, un juego de cilindros de acero de 30 a 55 cm, de diámetro respectivamente.

Una placa de acero se coloca sobre los cilindros manteniéndolas a nivel, luego se golpea hasta que los cilindros penetren unos 10 cm dentro del suelo.

Se llena de agua la parte comprendida entre los 2 cilindros, dentro del cilindro interior se coloca un

Plástico y sellena de agua, se instala en el flotador con la varilla graduada.

Se retira el plástico rápidamente y se hace la primera lectura del nivel del agua de 3 a 5 cm, volviendo a agregar agua. Esto se hace en un intervalo corto de tiempo, llamado tiempo muerto (aprox. 1 minuto, en el cual no se calcula la velocidad de infiltración.

Para el cálculo de la velocidad de infiltración, se utiliza el método gráfico. Los valores de la velocidad de infiltración se dibujan en un sistema de ejes coordenadas, en el cual los valores de infiltración se colocan en las ordenadas y los de tiempo acumulado en las abscisas, estos datos pueden ser ajustados por regresión lineal.

Tipicamente los valores de infiltración decrecen llegando a un valor casi constante. Este valor se define como la velocidad de infiltración básica.

2.- ANALISIS QUIMICOS

Reacción del suelo (pH).

Se determina en agua destilada y KCl IN, usando una relación 1: 2.5.

Carbón Orgánico. Método de Combustión húmedo (Walkley y Black. (1965).

Se utiliza dicromato de Potasio IN; como oxidante en presencia de ácido sulfúrico. El dicromato en exceso se titula con solución valorada de sulfato ferroso 0.5N. Con difenicol amina como indicador:

Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC)

Se determina por destilación directa del amonio, después de tratar la muestra con una solución IN. de acetato de amonio con pH 7.

Bases Intercambiables.

En el filtrado obtenido de la determinación de la CIC, se determina Calcio, Magnesio, Potasio y Sodio. Se determinaron por absorción atómica.

Carbonatos insolubles. Método del Calcímetro de presión. Nelson (1982).

Los carbonatos, al ser tratados con un ácido en un sistema cerrado bajo condiciones constantes de volumen y temperatura, producen un aumento de presión en el sistema, el cual está relacionado linealmente con el contenido de CO₂ producto de la reacción entre los carbonatos y el ácido.

ANEXO II DESCRIPCION DE PERFILES

I.- Información acerca del sitio de la muestra.

- a. Número de perfil: 1
- b. Unidad cartográfica: 2.1 C (3-1-3) 4
K - -
- c. Clasificación:
USDA : Typic Durustolls
FAO : Calcaric Phaeosems
- d. Fecha de observación: 26 de Abril de 1989.
- e. Autor (es) Edith Villanueva / Carlos Zelaya.
- f. Ubicación : Se observa en el mapa con el No. 1.
- g. Forma del terreno: Plano
- h. Pendiente clase 1: Llana.
- i. Uso de la tierra: Al momento de observación el terreno se encontraba en barbecho, después de ser utilizado en hortaliza (papián, tomate). Se ara con maquinaria, empleo de fertilizantes, labores de cultivo manuales.

II.- Información general acerca del suelo.

- a. Materiales originario. Suelos que se han desarrollado sobre un lecho rocoso de toba color pardo grisáceo, influenciado por sedimentos lacustre.
- b. Drenaje clase 4. Bien drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil. Ligeramente húmedo, por debajo de 35 cm.
- d. Profundidad de la capa freática. Se desconoce.
- e. Presencia de piedras o afloramientos: Ninguna.
- f. Presencia de sales o alcali: Ninguna.
- g. Influencia humana. Muy notoria, mediante araduras.

III.- Breve descripción del perfil.

Suelo poco profundo, textura franca en la capa arable, bien estructurada en todo el perfil; reacciona en su totalidad al ácido clorhídrico; con una notable acumulación de carbonatos a 55 cm, formando un horizonte petrocálcico que impide el desarrollo radicular. Los límites de los horizontes son bruscos y planos descansa sobre un lecho rocoso de toba.

IV.- Descripción del perfil.

- Apl.1- 0-20cm. Negro (10YR2/1) en húmedo y pardo (10YR5/3) en seco.
- Franco; Estructura granular, mediana, moderada; ligeramente duro; poros frecuentes, finos y medianos, continuos; ligeramente calcáreo; raíces comunes, medianos y finos; límite brusco y plano.
- A1.2 20-30cm. Negro (10YF2/1) en húmedo y pardo (10YR5/3) en seco. Areno francoso, estructura granular, mediana, moderada, ligeramente duro; poros frecuentes, medianos, continuos; fuertemente calcáreo, pocas raíces finas, límite brusco y plano.
- C 30-55cm. Pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo y pardo amarillento claro (10YR6/4) en seco. Franco limoso estructura bloques subangulares, mediana, moderada; ligeramente duro, muchos poros medianos y grandes, concreciones de carbonatos; fuertemente calcáreo pocas raíces finas, límite brusco y plano.
- 2 Cmk 55-90cm. Pardo grisáceo muy oscuro (2.5 Y 3/2) en húmedo y gris claro (2.5 Y 7/2) en seco. Areno francoso, estructura en bloques subangulares, mediana, débil blando, mucho poros, grandes y medianos, caóticos; fuertemente calcáreo; muy pocas raíces, finas, y muy finas; límite brusco y ondulado.
- R 90cm+ Lecho rocoso de toba.

RESULTADOS ANALITICOS DE SUELOS FINCA "LAS MERCEDES"

SUBUNIDAD CARTOGRAFICA: 21 C(3-1-3)4
K --

No. de Perfil 1

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS															
Horizonte	Textura		Cte. Je	Densidad gr./cc	Porosidad % Vol.	Retención de humedad		CND % v/v	K (m/d)	Ib (cm/h)	pH		C.E. mehos/cc a 25°C	C (%)	M.O. (%)	P asis. (ppm)	CaCO ₃ (%)	Cationes Intercambiables meq./ 100 gr. de suelo				CID meq/100 gr. de suelo		Saturación de bases suma I	PSI %
	A	B				1/3	15				AtK	ATK						Atv/v	Iv/v	Ca++	Mg++	K+	Na+		
1	P	Ar	Ar	1.04	59	16.3	16.9	19.4	—	2.8	7.5	6.9	0.5	16	22	6.8	0.5	32	6.5	2.5	1.0	42	42	100	2
2	r	Ar	Ar	1.06	60	18.7	16.6	22.1			7.5	6.7	0.4	0.7	1.3	2.0	3.8	2.7	7.4	2.3	1.3	3.8	3.8	100	3
3	c	Ar	Ar	1.02	58	14.6	18.5	23.1			7.7	6.8	0.3	1.4	2.5	2.3	0.9	2.9	8.4	2.0	3.7	4.3	4.3	100	9
4	f.	Ar	Ar	1.17	55	26.6	13.2	13.4			8.4	7.2	0.5	10.35	0.1	0.1	4.4	1.8	10.2	2.5	2.5	27	27	100	9
<p>Nota: CND = 119 mm, 55 cm de suelo</p>																									

Arena < 0.05 mm (A); Limo 0.05 - 0.002 mm (L); Arcilla < 0.002 mm (a)

* Valor modificado de C⁺⁺ para todo el perfil.

I.- Información acerca del sitio.

- a. No. de perfil : 2
- b. Unidad cartográfica: 2.2 C (4-3) 4
K - -
- c. Clasificación
USDA: Typic Durustolls
FAO : Calcaric Phaeozems
- d. Fecha de observación: 27 de abril de 1989.
- e. Autor (es): Edith Villanueva / Carlos Zelaya.
- f. Ubicación: Se localiza en el mapa con el No. 2.
- g. Forma del terreno: Planicie
- h. Pendiente: Clase 1. Llana (0-2%).
- i. Uso de la tierra: Granos básicos y frutales al momento de la observación el terreno se encontraba sembrado de maíz; empleo de maquinaria y fertilizante.

II.- Información general acerca del suelo.

- a. Material originario. Sedimentos lacustres. Una capa cálcica constituye el fondo del depósito; en la parte inferior del perfil; la sílice (de origen volcánico), obstaculiza el paso del agua por lo que se estanca y se evapora en la época seca, cementándose a través del tiempo constituyendo la capa cálcica.
- b. Drenaje. Clase 4. Bien Drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil. Ligeramente húmedo a partir de 20 cm.
- d. Profundidad de la capa freática. Se desconoce.
- e. Presencia de piedras o afloramientos: Ninguna.
- f. Presencia de sales o alcali. Ninguna.
- g. Influencia humana. Araduras.

III.- Breve descripción del perfil.

Suelo poco profundo, franco color oscuro en casi todo el perfil. A 60 cm. se encuentra una capa petrocálcica de 2 cm que impide la penetración de las raíces. Reacción al ácido clorhídrico a partir de 40 cm. Límites bruscos.

IV.- Descripción del perfil

Ap 1.1 0-2-cm. Negro (10YR2/1) en húmedo, pardo

grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en seco; franco arcilloso, estructura granular mediana, moderada, muy duro; muchos poros medianos y finos, continuos; no calcáceo, raíces muy abundantes finas y medianas; límite y plano.

- A1.2 20-41cm. Negro (10YR2/1) en húmedo, pardo grisáceo (10YR3/3) en seco; franco límso, estructura granular, mediana a gruesa, moderada; duro; muchos poros medianos y gruesos, continuos; no calcáceo; abundantes raíces finas y medianas límite brusco y plano.
- Cmk. 41-63cm. Pardo grisáceo oscuro (2.5 y 4/2) en húmedo, amarillo claro (2.5 y 7/3) en seco. Franco, estructura granular mediana a gruesa, moderada; extremadamente duro; fuertemente cementado, muchos poros medianos y finos, continuos; pocas piedras; presencia de piroclastos redondos y subangulares; capa endurecida de origen cálcico, continua; fuertemente calcáreo, muy pocas raíces finas, límite brusco y ondulado.
- 2C. 63cm + Pardo olivo (2.5 Y 4/4) en húmedo, pardo olivo claro (2.5 Y 5/4) en seco, Franco, estructura masiva, ligeramente duro, débilmente cementado, poros frecuentes finos y medianos, continuos; muy pocas piedras subangulares, Calcáreo.

RESULTADOS ANALITICOS DE SUELOS FINCA "LAS MERCEDES"

SUBUNIDAD CARTOGRAFICA: 2.2 $\frac{C(4-3)4}{K--}$

No. de Perfil 2

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS															
Horizonte	Textura		Densidad gr./cc	Porosidad % Vol.	Retención de humedad		CHD %	K (m/d)	lb (ca/h)	pH		C.E. mmhos/cm a 25°C	C (%)	M.O. (%)	P (ppm)	CaCO ₃ (%)	Cationes Intercambiables				CIC meq/100 gr. de suelo	Saturación de bases suma %	PSI %		
	A	B			Ar	Cl				Ar	Cl						Agua	KCl	Ca++	Mg++				K+	Na+
S	P	Ar	1.40	39	66	139.8	119.3	20.5	-	10.5	6.4	5.2	0.3	1.5	2.6	5.9	0.2	22.9	5.3	1.9	0.9	41	47	97	2
Si	r	Ar	1.25	49	60	144.7	124.6	20.1			7.1	5.3	0.1	0.6	1.2	0.9	0.8	30.7	9.0	1.7	1.6	43	50	86	3
le	o	Ar	1.50	30	64	140.9	124.1	115.8			7.5	6.2	0.5	0.2	0.4	0.0	4.1	14.6	8.5	1.2	0.8	58.5	5.9	99	1
le	f.	Ar	1.48	39	67	144.3	123.8	20.5			7.5	6.4	0.6	0.1	0.2	2.0	0.0	48.3	15.9	4.0	1.2	66	68	100	2
										CHDT = 83 mg./4 gm. de suelo															

Arena 2 - 0.05 mm (A); Limo 0.05 - 0.002 mm (L); Arcilla < 0.002 mm (a)

+ Valor modificada de Ca⁺⁺

I. Información acerca del sitio.

- a. Número de perfil : 3
- b. Unidad cartográfica: 1.1 A (3-2) 3
- c. Clasificación
 USDA : Entic Eutrandept.
 FAO : Haplic Andosol
- d. Fecha de observación : 28 de abril de 1989.
- e. Autor (es) Edith Villanueva / Adrian Vogel
- f. Ubicación. Se observa en el mapa con el No. 3.
- g. Forma del terreno: Plano.
- h. Pendiente: Plana
- i. Uso de la tierra: Hortaliza. Al momento de observación el terreno se encontraba sembrado de tomate. Empleo de maquinaria para arado, labores posteriores de cultivo manuales, empleo de fertilizantes.

II. Información general acerca del suelo.

- a. Material originario. Se muestran evidencias de un plano de inundación; sobre un barro de origen lacustre se dió la deposición; la sílice emigró por lixiviación debida a la presencia de una fuente de agua cercana.
- b. Drenaje. Clase 3. Moderadamente drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil. Húmedo después de 15 cm.
- d. Profundidad de la capa freática. Debajo del perfil, a una profundidad de dos metros.
- e. Presencia de piedras o afloramientos: Ninguno
- f. Presencia de sales o álcali: Ninguno

h. Influencia humana: Confinada a la capa arable.

III. Breve descripción del perfil .

Perfil profundo , moderadamente bien drenado , color en humedo pardo oscuro, uniforme . textura media moderadamente gruesa, estructura en bloques en la mayor parte del perfil .

IV. Descripción del perfil.

Ap1.1 0-10cm. Pardo grisáceo muy oscuro (!0YR3/2) en humedo, pardo (10YR5/3) en seco. Franco, estructura granular, mediana, moderada, blando; muchos poros finos y muy finos.

continuos, caóticos, inped y exped; no calcáreo, raíces abundantes muy finas y finas, límite brusco y plano.

- A1.2 10-33 cm. Pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en humedo. Pardo (10YR5/3) en seco. Franco, estructura en bloques angulares, gruesa, fuerte, friable; muchos poros medianos, finos y muy finos. continuos, caóticos, vesiculares, inped y exped; calcáreo; raíces abundantes muy finas, finas y gruesa; límite neto y plano, gran actividad biológica, madrigueras de hormigas y abejas
- AC 33-67cm. Pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo, pardo (10YR5/3) en seco, Franco arenoso; estructura en bloques angulares, gruesa, fuerte, friable, poros frecuentes finos y muy finos, caóticos, vesiculares inped y exped, calcáreo, 15% de trozos de vidrio volcánico 0.5-1cm. de diámetro; raíces comunes muy finos y finos, límite neto y plano; presencia de madrigueras de hormigas y abejas.
- Ccs1 67-102 cm Pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo, pardo olivo (2.5 y 4/4) en seco. Franco limoso; bloques, gruesos, moderada, friable en la parte inferior (90-102 cm), débilmente oxidado en manchas; muchos poros finos y muy finos, continuos, verticales, vesiculares inped y exped; muy pocos nódulos de carbonato de calcio, pequeños, irregulares; fuertemente calcáreo, pocas raíces muy finos; límite brusco y plano.
- Ccs2 102-145cm. Gris muy oscuro (7.5 YR 3/0) en húmedo. Pardo grisáceo muy oscuro (2.5 YR 3/2) en seco; Areno francoso, suelto; en la parte superior (102-112 cm) se encuentra débilmente oxidado en manchas poros medianos y finos, frecuentes, descontinuos, verticales, vesiculares, pocos nódulos muy pequeños de CaCO_3 , blandos, irregulares; fuertemente calcáreo, límite brusco y ondulado.

RESULTADOS ANALITICOS DE SUELOS FINCA "LAS MERCEDES"

SUBUNIDAD CARTOGRAFICA: A(3-2)3

No. de Perfil: 3.

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS													
Horizonte	Textura	Clas. de	Densidad	Porosidad	Retención	CHC	V	lb	pH	C.E.	C	N.D.	P	CaCO ₃	Cationes Intercambiables	CIC meq/100	Saturación	PSI					
			gr./cc	% Vol.	de humedad	%	(m/d)	(cc/h)	Agua	mhos/cm	(%)	(%)	asim.	(%)	meq. / 100 gr. de suelo	gr. de suelo	de bases	%					
A(1)0-10	503218	F	1.260	60	14.3	18.9	22.4	-	10.5	7.5	6.5	0.7	12.3	40.58	-	2.7	16	12	4.2	42	42	100	10
A(2)0-33	493318	F	1.18	56	16.7	21	15.0	-	8.7	7.1	6.7	1.5	2.7	3.0	0.3	2.5	18.5	2.5	2.0	38	38	100	8
AC(33-67)	567381	6	1.62	54	23.7	11.7	19.7	-	9.3	7.5	1.8	10.6	1.2	1.7	0.5	126.7	15.8	12.3	4.2	39	39	100	10
AC(67-102)	55197	8	1.19	53	29.2	13.7	10.5	-	9.3	7.4	1.0	10.02	0.05	0.6	0.2	25	15.4	11.3	3.3	35	35	100	9
CA(102-144)	48619	1	1.27	48	14.0	17.3	13.7	-	9.2	7.3	0.3	10.05	0.1	0.5	-	10	12.3	2.0	1.4	16	45	36	3
→ GHDT = 185mm/67cm de suelo																							

Arenas < 0.05 mm (A); Limo 0.05 - 0.002 mm (L); Arcillas > 0.002 mm (a)

* Valor modificado de C₁E

I. Información acerca del sitio.

- a. Número del perfil: 4.
- b. Unidad cartográfica 3.1 $\frac{D(5)2}{K1}$
- c. Clasificación

USDA	: Vertic Ustorthents
FAO	: Fegosol eutrico
- d. Fecha de observación: 28 de Abril de 1989.
- e. Autor (es) : Edith Villanueva/Adrian Vogel.
- f. Ubicación: Se localiza en el mapa con el No. 4.
- g. Forma del terreno : Planicie.
- h. Pendiente : Plana
- i. Uso de la tierra : Pastos. Al momento de observación siembra con pasto estrella, bastante descuidado.

II. Información general acerca del suelo.

- a. Material originario. En la parte superior del perfil se observa arcilla que se forma de lodo volcánico, proveniente de cenizas volcánicas, estas en ambiente lacustre constituyen lodo lacustre que forma roca sedimentaria y esta a su vez el sedimento del que proviene al arcilla.
- b. Drenaje. Clase 2. Imperfectamente drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil. Húmedo a más de 60 cm
- d. Profundidad a la capa freática. Desconocida.
- e. Presencia de piedras afloramientos . Ninguna.
- f. Presencia de sales o álcali. No se observan.
- g. Influencia humana. Araduras

III. Breve descripción del perfil.

Perfil superficial, imperfectamente drenado, capa arable arcillosa; estructura columnar limitada por la presencia de una capa endurecida, la cual impide el desarrollo radicular. Bajo la capa endurecida yace un suelo sepultado. Abundante hierro en todo el perfil.

IV. Descripción del perfil.

Ah 0-35cm. Gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo, gris oscuro (10YR4/1) en seco. Arcillo limoso;

estructura columnar, gruesa fuerte; extremadamente duro, pocos poros, medianos y finos, caóticos, discontinuos, vesiculares inped y exped; raíces comunes, medianas y finas, límite brusco y plano.

- Cmk 35-64cm. Pardo amarillento (2.5 Y 5/3) en húmedo, gris claro (2.5 Y 7/2) en seco. Moteados de fierro (5%); extremadamente duro, muy cementado, nódulo de Fe y Mn; presencia de lentes más endurecidos; calcáreo, límite brusco y plano.
- 2 Ab 64-82cm. Negro (10YR2/1) en húmedo, gris muy oscuro (10YR3/1) en seco. Franco arenoso; estructura en bloques angulares, gruesa, moderada, ligeramente duro, muchos poros medianos y finos, caóticos, discontinuos, vesiculares, inped y exped, nódulos blandos, abundantes hasta de 3 mm, de CaCo_3 ; calcáreo, raíces comunes finas y muy finas; límite brusco y ondulado.
- 2 Bb82-104. Rojo débil (10YR4/3) en húmedo, gris rosáceo (7.5 YR6/2) en seco. Franco arenoso; estructura en bloques angulares, gruesos, moderada, consistencia, firme; muchos poros gruesos, medianos y finos, caóticos, continuos, vesicular; pocos nódulos blandos y pequeños color blanco de CaCo_3 ; límite neto y plano.
- 2 Bcb 104-114. Pardo grisáceo oscuro (2.5 y 4/2) en húmedo, gris claro (10YR7/1) en seco franco; estructura en bloques angulares, débil, gruesa friable; muchos poros medianos y finos, continuos, caóticos, vesiculares; muy pocos nódulos, blandos, pequeños color blanco, de CaCo_3 , calcáreo; límite neto y plano.
- 2 Cb 142+cm. Pardo olivo claro (2.5 y 5/6) en húmedo, gris claro (2.5 y 7/2) en seco; abundantes motas de hierro de 1cm de diámetro. Franco arenoso; estructura en bloques angulares, gruesos, firme; consistencia muy friable; abundantes poros medianos y finos; no calcáreo; no se observa el límite.

RESULTADOS ANALITICOS DE SUELOS FINCA "LAS MERCEDES"

SUBUNIDAD CARTEOGRAFICA: 31 $\frac{0.5}{K} \frac{1.2}{L} -$

No. de Perfil: 4

59

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS															
Horizonte	Textura	Clas.	Densidad	Porosidad	Retencion	CHD	K	Id	pH	C.E.	C	N.G.	P	CaCO3	Cationes Intercambiables				CIC	Saturacion	PSI				
	g/100	le	gr./cc	% Vol.	de humedad	mm	(m/d)	(cm/h)	Agua	meq/100g	(%)	(%)	asim.	(%)	meq./100 gr. de suelo	Ca++	Mg++	K+	Na+	meq/100 gr. de suelo	de bases	%			
AS	10-35	10-45/45	119	236	51	42.2	3.2	11.2	0.3	1.5	6.8	55	0.3	4.2	7.4	4.3	—	57.2	10.2	14.4	14.5	76	76	100	7
2A	35-64	18/11/8	118	181	74	35.3	13.7	21.5	0.3	—	9.0	6.5	1.0	0.1	0.2	0.4	7.4	51	9.2	13.6	2.2	66	66	100	3
2Ab	64-82	58/36.6	FA	10	62	2.38	75	49.6	24.3	25.3	8.1	6.9	0.7	0.3	0.6	1.9	11.7	34.6	15.2	13.7	2.5	56	56	100	4
2Bb	82-104	55/41/4	FA	11	03	2.64	83	53.8	27.5	26.3	8.0	6.6	0.7	0	0	0.2	—	25.3	10.0	4.0	2.7	42	42	100	6
2Cc	104-138	51/38/11	FA	10	83	2.56	68	67.4	28.7	138.7	7.9	6.5	0.7	0.1	0.2	0.1	—	39.1	12.5	4.3	2.1	58	58	100	4
2Cb	138-149	49/49.2	FA	11	31	2.69	55	34.6	11.2	23.4	8.0	6.0	0.2	0.05	0.1	0.2	—	14.4	4.9	3.0	2.3	24.6	3	79	7
										CHD7 = 39mm/35cm de suelo															

Arena > 0.05 mm (A); Limo 0.05 - 0.002 mm (L); Arcilla < 0.002 mm (a)

* Valor modificado de C_d⁺

I. Información acerca del sitio de la muestra.

- a. Número del perfil : 5
- b. Unidad cartográfica : 2.3 C (6-5) 2
K 1 -
- c. Clasificación
USDA : Typic Durandeppts
FAO : Haplic Andosol
- d. Fecha de observación : 8 de Mayo de 1989.
- e. Autor (es) : Edith Villanueva / Alberto Pilato.
- f. Ubicación : Se localiza en el mapa con el No. 5.
- g. Forma del terreno : Planicie
- h. Pendiente: Plano
- i. Uso de la tierra: Ninguno

II. Información general acerca del suelo.

- a. Génesis. Suelo que se ha desarrollado a partir de ceniza volcánica en ambiente lacustre. Abajo ceniza volcánica en proceso de compactación por carbonatos, cementando también por hierro.
- b. Drenaje. Clase 2. Imperfectamente drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil. Húmedo abajo de 50 cm
- d. Profundidad a la capa freática. No se encontró.
- e. Presencia de piedras o afloramientos. Ninguna.
- f. Presencia de sales o álcali. Ninguna.
- g. Influencia humana. No hay.

III. Breve descripción del perfil.

Suelo superficial, textura fina, estructura en bloques subangulares. limitado por una capa fuertemente cementada, bajo la cual yace en suelo enterrado.

IV. Descripción del perfil.

Ah 0-30cm. Gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo, gris (10YR5/1) en seco. arcilloso; estructura en bloques subangulares, gruesos, firmes, muy duro en seco, friable en húmedo; abundantes poros grandes, medianos y finos; no calcáreo, pocas raíces, medianas y finas, límites plano y neto.

- AC. 30-44cm. Gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo gris (10YR5/1) en seco; arcilloso estructura en bloques subangulares, gruesa, firme, friable en húmedo, dura en seco; poros abundantes, grandes, medianos y finos; fragmentos de minerales probablemente hierro; capa endurecida en transición, pocas raíces, finas, límite brusco y plano.
- Cmg 44-93. Pardo olivo (2.5 Y 4/4) en húmedo, pardo grisáceo (2.5 Y 5/2) en seco, fuertemente cementado, fuertemente calcáreo en el límite superior.
- Ab1.1 93-104. Pardo grisáceo muy oscuro (10YR3/2) en húmedo pardo (10YR5/3) en seco. Franco limoso; estructura en bloques angulares, gruesos, firme; muy friable en húmedo, blando en seco; abundantes poros medianos y finos, continuos, no calcáreo; pocas raíces finas, límite brusco y plano.
- Ab1.2 104-118. Pardo grisáceo oscuro (2.5 Y 4/2) en húmedo, pardo olivo claro (2.5 Y 5/4) en seco, manchas medianas abundantes, definidas de hierro. Franco limoso; estructura en bloques angulares, gruesos, firme, muy friable, abundante poros finos, caóticos, continuos, no calcáreo, pocas raíces, finas y muy finas, límite plano y brusco.
- Bb 118-142. Negro (10YR2/1) en Húmedo, pardo grisáceo oscuro (2.5 y 4/2) en seco; franco, bloques angulares, gruesos, firme, friable, poros abundantes, medianos y finos, caóticos, puntos brillantes probablemente sílice; pocas raíces medianas y finas, límite brusco y plano.
- BCb 142+cm. Pardo olivo claro (2.5 Y 5/6) en húmedo, gris claro (2.5 Y 7/2) en seco, abundantes motas de hierro de 1 cm de diámetro. Franco; estructura en bloques angulares, gruesos, firme, muy friable; abundantes poros medianos y finos; no calcáreo, no se observa el límite.

RESULTADOS ANALITICOS DE SUELOS FINCA "LAS MERCEDES"

SUBUNIDAD CARTOGRAFICA: 2.3 C(5-5) 2
K C -

No. de Perfil 5.

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS															
Horizonte	Textura		Densidad gr./cc	Porosidad % Vol.	Retencion de humedad		CIC %	K (m/d)	Ib (cm/h)	pH	C.E. mmhos/cm a 25°C	C (%)	N.D. (%)	F asim. (ppm)	CaCO3 (%)	Cationes Intercambiables meq./ 100 gr. de suelo				CIC meq/100 gr. de suelo		Saturación de bases suma %	PSI %		
	S	F			A)	A										1/3	15	Ca++	Mg++	K+	Na+			Suma	NH4Ac
SA	30	23	4.183	10.93	12.34	62	143.2	116	9100.9	6.4	5.1	0.2	12.2	13.9	16.2	-	23.1	8.1	3.0	2.0	46.2	5.4	86	4	
AC	50	44	22.29	49	110.8	122	60	149.6	338	16.8	0.5	11	20	15	-	129.3	9.8	3.0	1.9	40	40	100	5		
Cmd	44	93	30	41	129	10	E										36.5	10.2	3.2	2.0	53.9	60	90	3	
Fa	53	104	23	54	23	110	72	147.8	339	123	9	7.5	5.7	0.4	10.9	1.7	0.6	31.6	14.7	2.5	4	52.9	60	88	7
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-	29.4	15.9	2.7	2.9	150.9	68	75	4		
Es	14	16	30	59	106	10	71	44.9	21.6	23.3	1.5	0.3	0.6	2.3	-										

I. Información acerca del sitio.

- a-) Numero del perfil : 6
- b-) Unidad cartografica : 2.4 C (2 - 3) 1
Q ii a
- c-) Clasificación
 USDA : Typic Halaquepts
 FAO : Sodic Solonchalis
- d-) Fecha de conservación : 4 Marzo de 1989.
- g-) Forma del terreno : Planicie
- h.) Pendiente : Plana
- i. Uso de la tierra: Al momento de observación el terreno se encontraba cubierto de pastos en mal estado.

II. Información general acerca del suelo.

- a. Material originario. Arenas de origen volcánico, observandose en proceso de segregación y cementación de hierro, fierrecillo, típico de suelos volcánicos, mal drenados, con estaciones alternantes.
 Entre 50-90 cm, cementación de arenisca por sílice; la lixiviación del hierro, de la de arena, contribuyó a la formación de una capa delgada de carbonato y hierro que se encuentra posteriormente.
- b. Drenaje. Clase 1. Escasamente drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil. Húmedad en todo el perfil.
- d. Profundidad de la capa freática. Debajo del perfil.
- e. Presencia de piedras o afloramientos: Ninguno.
- f. Presencia de sales o álcali. Ninguno.
- g. Influencia humana: Compactación en la superficie.

III. Breve descripción del perfil.

Franco en la superficie, poco profundo, abundantes raíces, escasamente drenado, limitado por una capa poco permeable, estructura en bloques.

IV. Descripción del perfil.

- Ah1.1 0-29cm. Negro (10YR2/1) en húmedo, gris (10YR5/1) en seco. Franco arenoso estructura en bloques angulares, gruesos, firme, duro, pocos poros finos, discontinuos, calcáreo, muchas raíces medianas y finas, limite brusco y plano.
- A1.2 29-50. Gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo, gris (10YR5/1) en seco. Franco, estructura en bloques sub-angulares, mediana; ligeramente duro; muchos poros medianos y finos; continuos; nódulos de hierro; calcáreo; muchas raíces, medianas y finas limite brusco y plano.
- Cmg1 50-64. Gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo, gris (10YR5/1) en seco; Franco arenoso, estructura en bloques subangulares, mediana, friable, muchos poros, medianas y finas, continuos, nódulos de hierro, calcáreo, pocas raíces, medianas y finas limite brusco y plano.
- Cmg2 64-84. Gris muy oscuro (5 Y 3/1) en húmedo, gris (5 Y 5/1) en seco, arena cementada, no calcáreo.
- C3 84-95cm. Gris muy oscuro (5 Y 3/1), gris (5 Y 5/1) en seco areno francoso, suelto, no calcáreo, limite brusco y plano. Ironpan (Fierrecillo) a 95 cm. de 2 cm. de grueso plano, fuertemente calcáreo, color blanco que después de tres días expuesto al aire; se convierte en rojizo debido a la presencia de hierro.
- 2C. 95+cm. Gris muy oscuro (5 Y 3/1) en seco; franco arenoso, suelta, no calcáreo.

RESULTADOS ANALITICOS DE SUELOS FINCA "LAS MERCEDES"

SUBUNIDAD CARTOGRAFICA: 2.4 C(2-3)1
Q U I A

No. de Perfil 6.

6.6

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS															
Horizonte	Textura	Clase	Densidad	Porosidad	Retención	CMC	K	lb	pH		C.E.	C	N.G.	P	CaCO ₃	Cationes intercambiables				CIC	Saturación	PSI			
	(A) (I) (a)		gr./cc	% Vol.	de humedad	Z	(g/d)	(ca/h)	Agua	KCl	mmos/cm a 25°C	(%)	(%)	asis. (ppm)	(%)	Ca++	Mg++	K+	Na+	meq./100 gr. de suelo	gr. de suelo	de bases suma X	Z		
					1/3 1/5	v/v			1:2.5	1:2.5										Suma	NH ₄ O _c				
0-29	582210	FA	1.31	2.63	57	145	9.28	1078	0.3	2.2	9.0	7.5	1.0	28	1.5	4.2	1.4	1.9	15.9	3.8	3.4	3.5	3.5	100	10
12-29	50472924	IF	1.08	2.36	59	142	7.13	5129	2	0.2	8.5	7.8	3.4	2.2	3.8	1.5	9	1.5	18.1	5.0	2.9	4	4	100	6
50-64	572716	FA	2.40								8.5	7.3	1.1	2.3	4	1.9	1.4	1.8	1.7	3.5	1.8	3.5	3.5	100	5
64-84	89011	A	1.06	2.70		1.4	2.7	18.7			8.0	7.3	2.4	0	0.0	1.1	0.6	3	9.1	1.5	1.4	1.2	1.2	100	12
84-95	8316	FA	1.56	2.77		7.0	2.6	3.4			9.0	7.5	2.8	0	0.0	0.9	0.8	9.2	5.8	1.5	1.5	1.8	1.8	100	8
95-102	550817	FA	1.75								9.0	7.5	0.7	0.6	1.2	0.1	0.5	0.1	7.2	1.1	1.6	1.0	1.0	100	16
CHCT: 3mm/50 cm. de suelo																									

Arena < 0.05 mm (A); Limo 0.05 - 0.002 mm (I); Arcilla < 0.002 mm (a)

* Valor modificado de C_c⁺

- El área sombreada indica que no fue posible la toma de muestra debido a fuerte cementación

I. Información acerca del sitio de muestra.

- a. Número del perfil : 7
- b. Unidad cartográfica 1.2 A (2-3-2) 4
- - a
- c. Clasificación
USDA : Typic Ustochrepts
FAO : Calcaric Cambisols
- d. Fecha de observación : 9 de Mayo de 1989.
- e. Autor (es) : Edith Villanueva/Xiomara Medrano.
- f. Ubicación: Se localiza en el mapa con el No. 7.
- g. Forma del terreno: Planicie.
- h. Pendiente: Plana.
- i. Uso de la tierra: Al momento de observación, el terreno estaba abandonado, tiene potencial para producir hortaliza todo el año. No está limitado por capa impermeable; no hay inundaciones.

II. Informe general acerca del suelo.

- a. Materia parental arena volcánica, con acumulación de sales.
- b. Drenaje. Clase 4. Bien drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil; húmedo abajo de 60 cm.
- d. Profundidad a la capa freática. Debajo del perfil.
- e. Presencia de piedras o afloramientos rocosos: Ninguno.
- f. Presencia de sales o Alkali: Ninguna.
- g. Influencia humana. Ninguna

III. Breve descripción del perfil.

Perfil profundo; bien drenado, pardo oscuro, uniforme, sin limitación de capa endurecida, poroso, franco arenoso; bien estructurado; reacción de ácido clorhídrico que aumenta con la profundidad del perfil.

IV. Descripción del perfil.

Ah1.1 0-11cm. Pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo, pardo (10YR5/3) en seco. Franco arenoso, estructura granular muy gruesa, fuerte, duro en seco, firme en húmedo; muchos poros, continuos, caóticos, no

- calcáreo; pocas raíces medianas y gruesas, límite plano y neto.
- Ah1.2 11-34. Pardo muy oscuro (10YR 2/2) en húmedo, pardo (10YR5/3) en seco. Franco arenoso; estructura en bloques angulares, muy gruesos, moderado; blando en seco; friable en húmedo, muchos poros, continuos, caóticos; ligeramente calcáreo; pocas raíces medianas y gruesas; límite plano y neto.
- Bw1 34-70cm. Pardo muy oscuro (10YR2/2) en húmedo, pardo pálido (10YR6/3) en seco. Franco arenoso; estructura en bloques angulares medianos y fuertes; consistencia en seco blanda y friable en húmedo; pocas raíces; medianas y finas; límite brusco y plano.
- Bw2 70-88cm. Pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo. Olivo (5 y 5/3) en seco. Textura franca, bloques angulares gruesos, fuerte; blando en seco; friable en húmedo; poros abundante, caóticos; fuertemente calcáreo, pocas raíces, medianas y finas límite brusco y plano.
- C 88-180cm. Negro (10YR 2/1) en húmedo pardo grisáceo (2.5 y 5/2) en seco. Franco limoso; bloques angulares, gruesos, moderados, friable; fuertemente calcáreo; pocas raíces, finas; límite brusco y plano.
- 2C1 108-150cm. Pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo; pardo (10YR5/3) en seco. Franco arenoso; bloques subangulares, gruesos, moderada; duro; fuertemente calcáreo, pocas raíces, finas; límite brusco y plano.
- 2 C2 150+ Gris muy oscuro (5 Y 3/1) en húmedo, gris (5 Y 5/1) en seco. Franco arenoso, suelto, muchos poros grandes y medianos, caóticos, continuos, calcáreo. ,

I. Información acerca del sitio de la muestra.

- a. Número de perfil : 8
- b. Unidad cartográfica: 1.3 A (4-2) 1
- ii a
- c. Clasificación
USDA : Aquic Haplustolls
FAO : Haplic Phaeozems
- d. Fecha de observación: 9 de Mayo de 1989.
- e. Autor (es) : Edith Villanueva/Alberto Filato
- f. Ubicación: Se localiza en el mapa con el No. 8.
- g. Forma del terreno: Planicie.
- h. Pendiente: Plano.
- i. Uso de la tierra. Pastizal.

II. Información general acerca del suelo.

- a. Material originario. Arenas y cenizas volcánicas, se encuentre como resultado de una fuerte actividad de la cordillera de los marrabios; en menor proporción se encuentran peroclástos Ferromagnesianos. En este perfil los carbonatos, son consecuencia de la respiración de las raíces, ya que se encuentran cubiendo (los carbonatos) a raíces fosiles de plantas de una vegetación desaparecida.
- b. Drenaje. Clase 1. Escasamente drenado.
- c. Condiciones de humedad en el perfil. Todo el perfil se observó húmedo.
- d. Profundidad a la capa freática. Se encontró a 1.40 m.
- e. Presencia de piedras o afloramientos: Ninguno.
- f. Presencia de sales o álcali: Ninguna.
- g. Influencia humana: ligera, confinada a la capa arable.

III. Breve descripción del perfil.

Suelo profundo, textura franea en la superficie, el contenido de arena aumenta con la profundidad. Entre 40 y 50 cm se encuentra una capa con bastante nódulos de hierro, recubiertos con CO₂. Entre 43-65 cm, una zona de transición con tendencia a endurecerse. Fósiles de raíces de una vegetación desaparecida.

IV. Descripción del perfil.

- Ah 0-23cm. Gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo, gris (10YR5/1) en seco. Franco arcilloso estructura en bloques angulares, gruesos, firme ligeramente duros; pocos poros finos; calcareos; raíces comunes finas, límite brusco y plano.
- AC. 23-43 cm Pardo oscuro (10YR3/3) en húmedo, Pardo grisáceo (2.5 y 5/2) en seco; franco arenoso bloques angulares gruesos, débil consistencia blanda en seco, muy friables en húmedos, abundantes poros medianos y finos, continuos, vesiculares, caóticos; fuertemente calcáreo; raíces comunes finas y muy finas. Límite brusco y plano presencia de conchas y caracoles.
- Ca 43-65cm. Gris oscuro (10YR4/1) en húmedo, gris claro (10YR7/1) en seco; moteados frecuentes, medianos y definidos color gris (10YR6/1) franco arenoso, estructura con bloques angulares gruesos, firme; consistencia dura; tendiente a cementarse, abundantes poros; continuos, medianos y finos; calcáreo; pocas raíces finas y muy finas; límite brusco y plano.
- 2C1 65-82cm. Gris muy oscuro (10YR3/1) en húmedo, gris (10YR5/1) franco arenoso suelta; poros medianos, finos y muy finos, continuos; no calcáreo pocas raíces finas y muy finas, límite brusco y plano.
- 2C2 82 + cm. Gris oscuro (7.5YR3/0) en húmedo gris oscuro (7.5YR4/0) en seco; arenoso; suelta; no calcáreo presencia de franjas blancas que no reacciona al ácido clorhídrico. No hay raíces.

RESULTADOS ANALITICOS DE SUELOS FINCA "LAS MERCEDES"

SUBUNIDAD CARTOGRAFICA: 13 $\frac{A(4-2-1)1}{- 110}$

No. de Perfil B

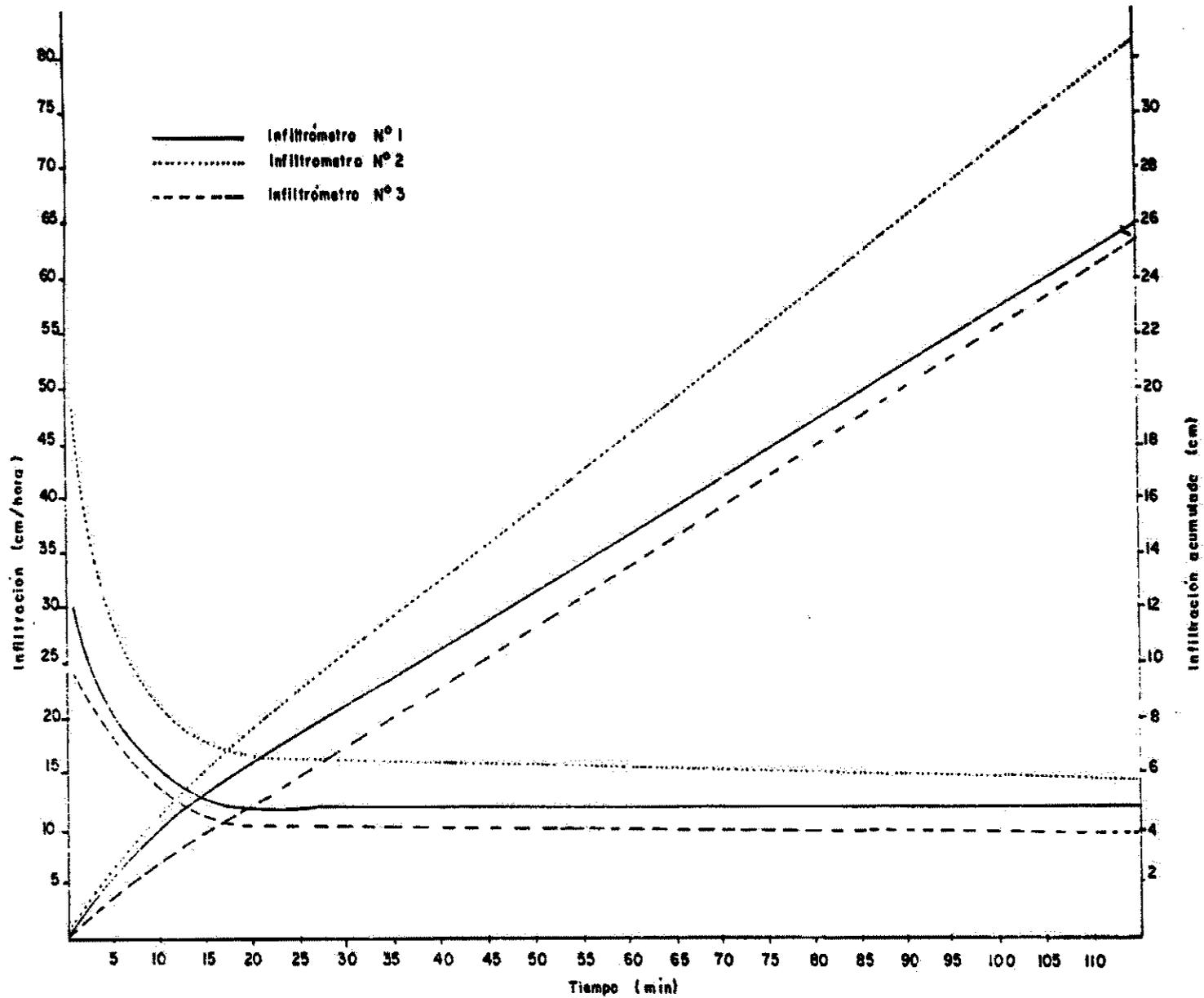
71

ANALISIS FISICOS										ANALISIS QUIMICOS															
Horizonte	Textura	Densidad	Porosidad	Retención	CHD	K	lb	pH	C.E.	C	M.G.	P	CaCO ₃	Cationes Intercambiables				CIC	Saturación	PSI					
	clase	gr./cc	% Vol.	de humedad	cm	(m/d)	(ca/h)	Aqua	cmhos/cm a 25°C	(%)	(%)	asim. (ppm)	(%)	Ca++	Mg++	K+	Na+	Suma	de bases suma %	%					
S	F	Al	A	ax	64	6	39.2	3.9	1.5	2.2	9.4	7.9	2.9	3.7	6.4	2.3	1.0	10.6	15.9	4.1	3.4	34	34	100	10
i	r	ri	r	st	59	34.3	18.7	16.9	0.6		9.0	7.3	0.1	1.1	2	0.2	9.5	8.8	15.6	2.8	3.0	30	30	100	9
ii	o	oie	o	eu	62	36.0	23.4	12.0	0.3		8.8	7.2	0.5	1.4	2.5	0.9	9.2	2.7	8.2	2.5	2.6	35	35	100	7
b.	f.	fic	f	tr	61	39.5	22.1	17.4	0.3		8.3	6.3	0.2	10.8	1.5	0.0	-	23.5	17.2	3.7	3.8	48.2	49	98	8
	ica	a	i	a						0.3	8.3	6.0	0.1	10.1	0.2	0.2	-	1.9	2.3	1.0	1.3	5.5	12	54	11
→ CHDT = 162mm/92cm de suelo																									

Arena < 0.05 mm (A); Limo 0.05 - 0.002 mm (L); Arcilla < 0.002 mm (a)

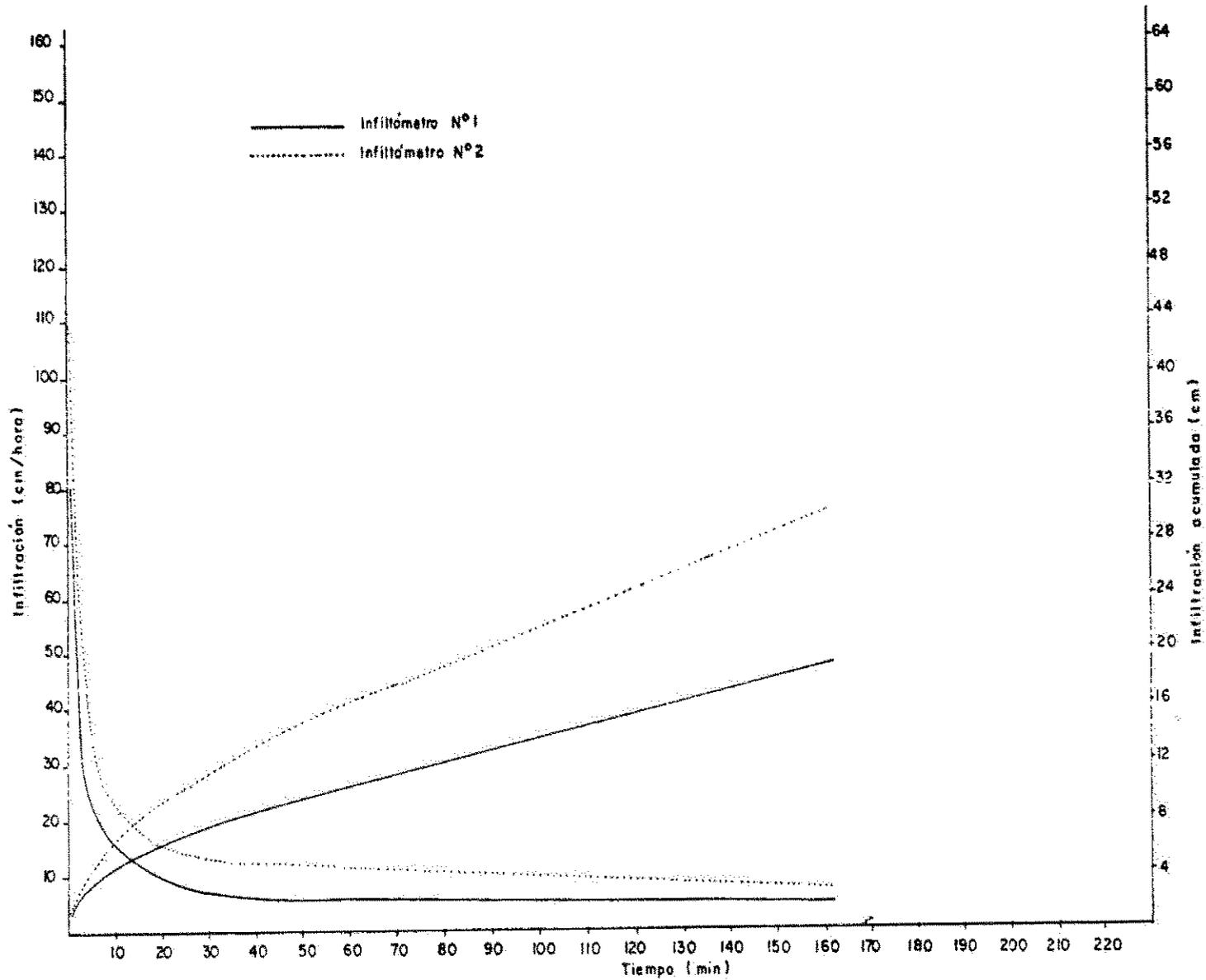
+ Valor modificado de C_d⁺

ANEXO III
CURVAS DE INFILTRACION



Velocidad de infiltración para la subunidad cartográfica 1.1 $\frac{A(3-2)3}{- - -}$ (Perfil 3)
 Infiltración básica (I_b) e infiltración acumulada (I_{oc}).

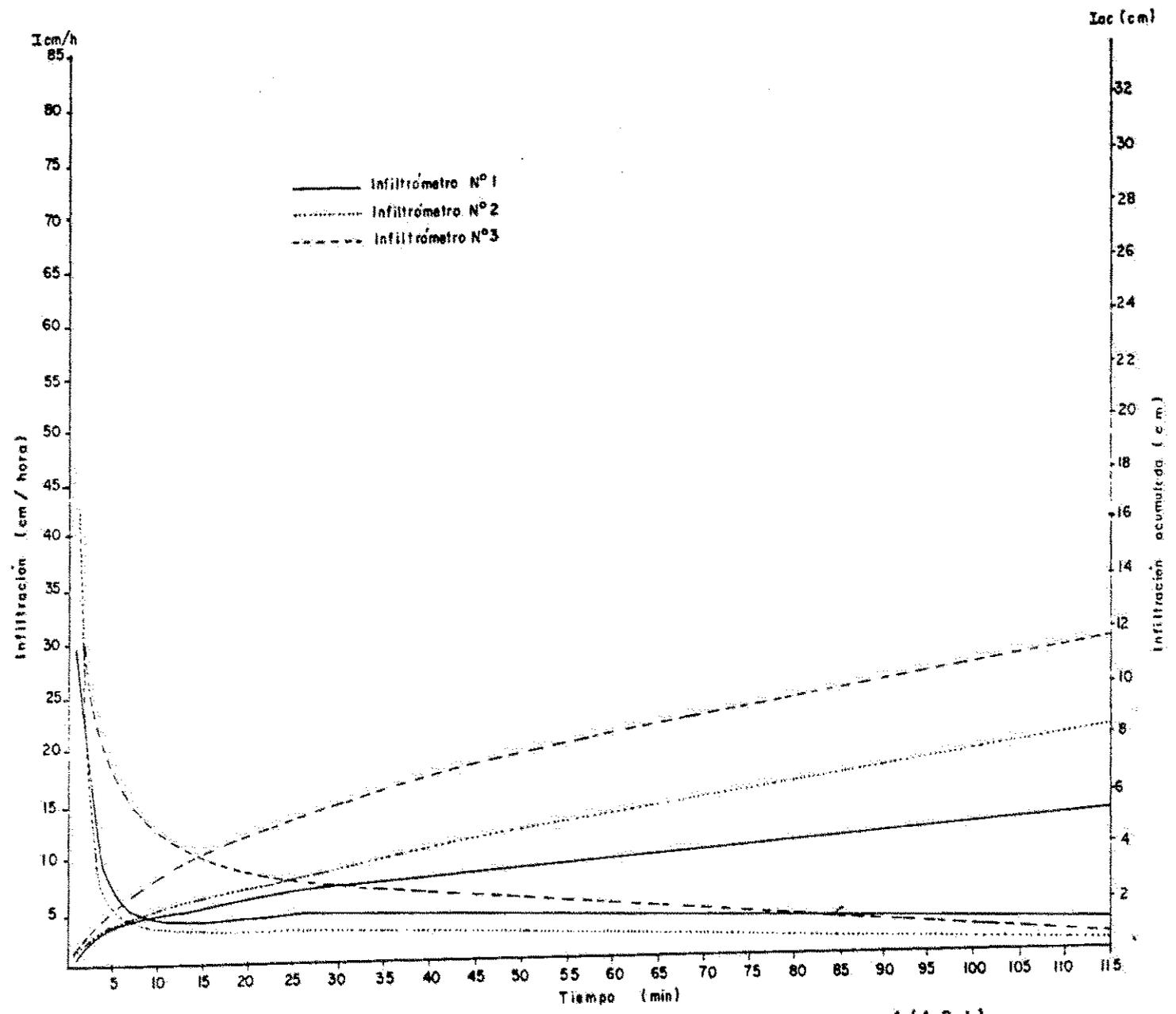
7.4



Velocidad de infiltración para la Subunidad cartografica 1.2 $\frac{A(2-3-2)}{- - a}$ (Perfil 7)

Infiltración básica (Ib) e infiltración acumulada (Iac).

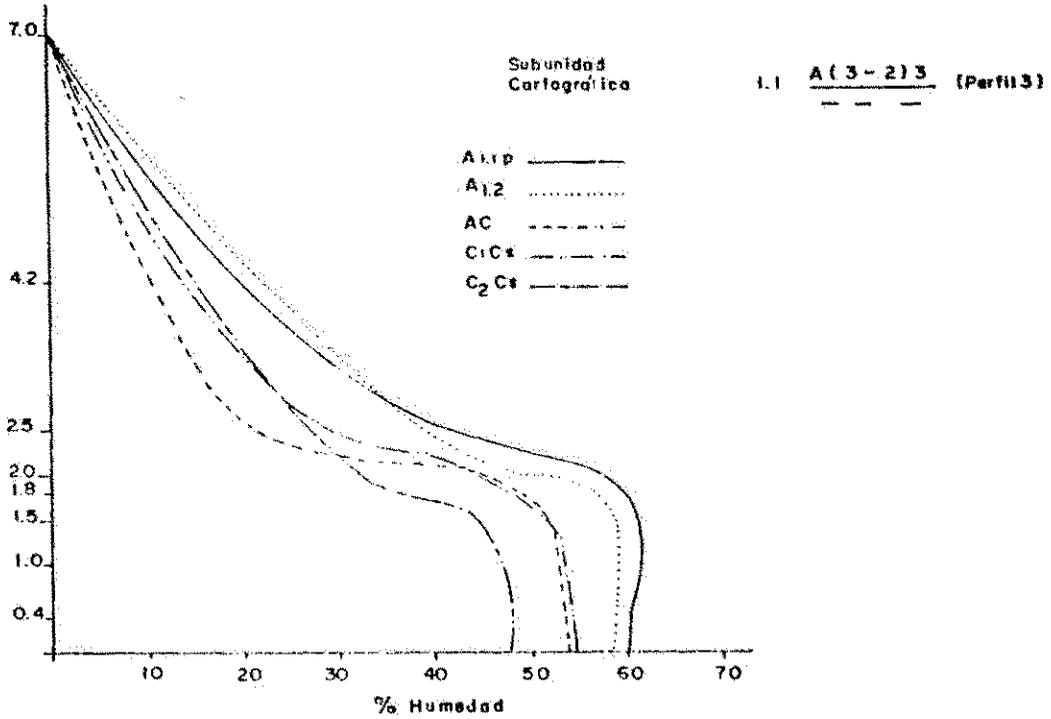
75



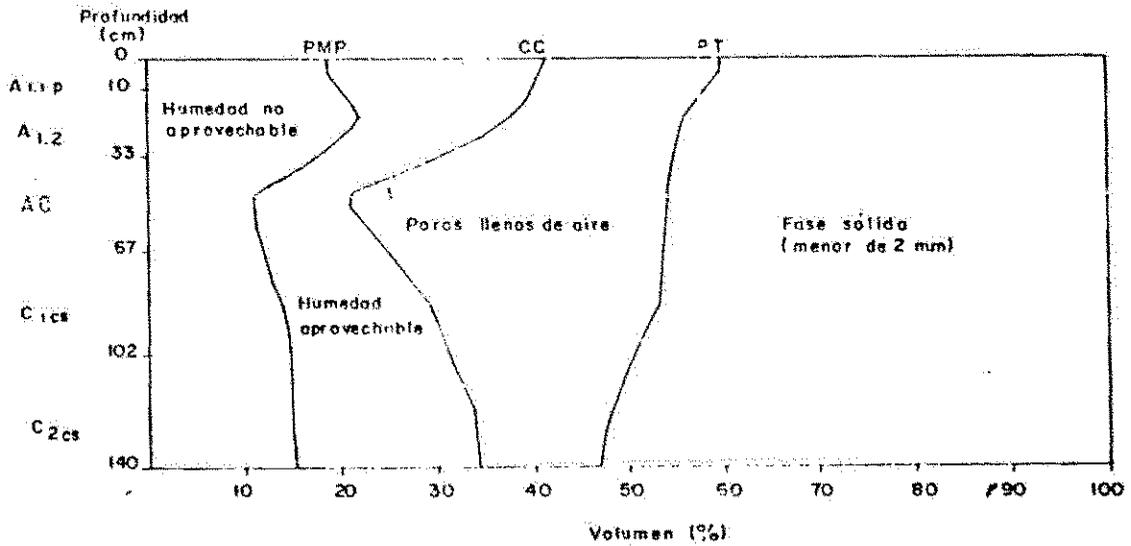
Velocidad de infiltración para la Subunidad cartográfica 13 $\frac{A(4-2-1)}{-\ddot{u} a}$ (perfil 8)
Infiltración básica (Ib) e infiltración acumulada (Iac).

ANEXO IV
CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD (pF)

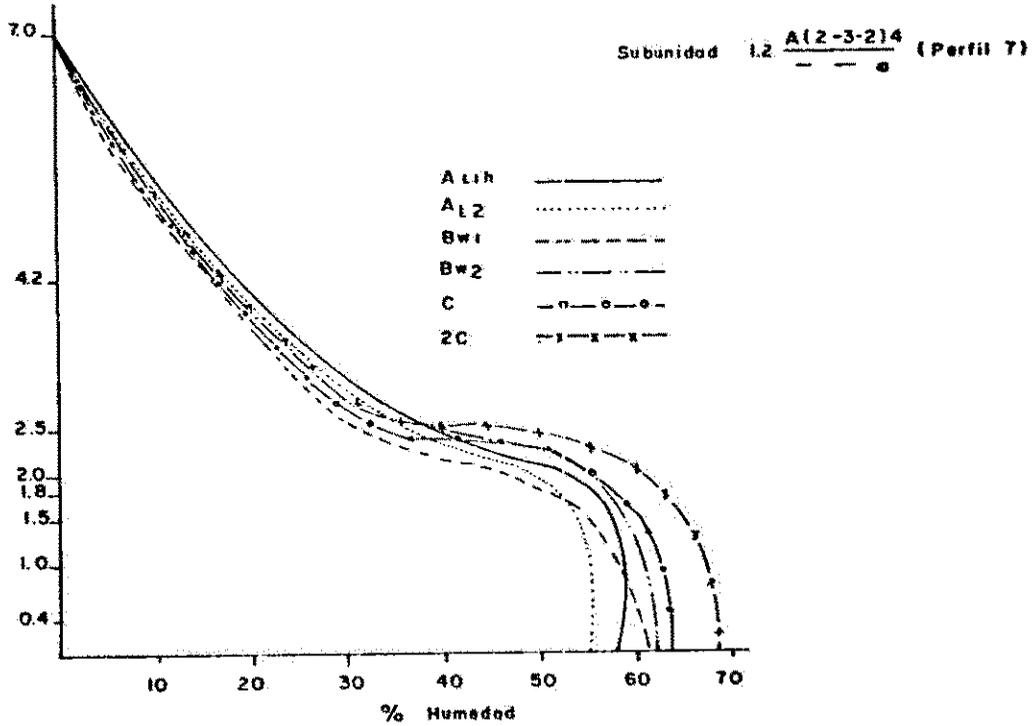
CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD



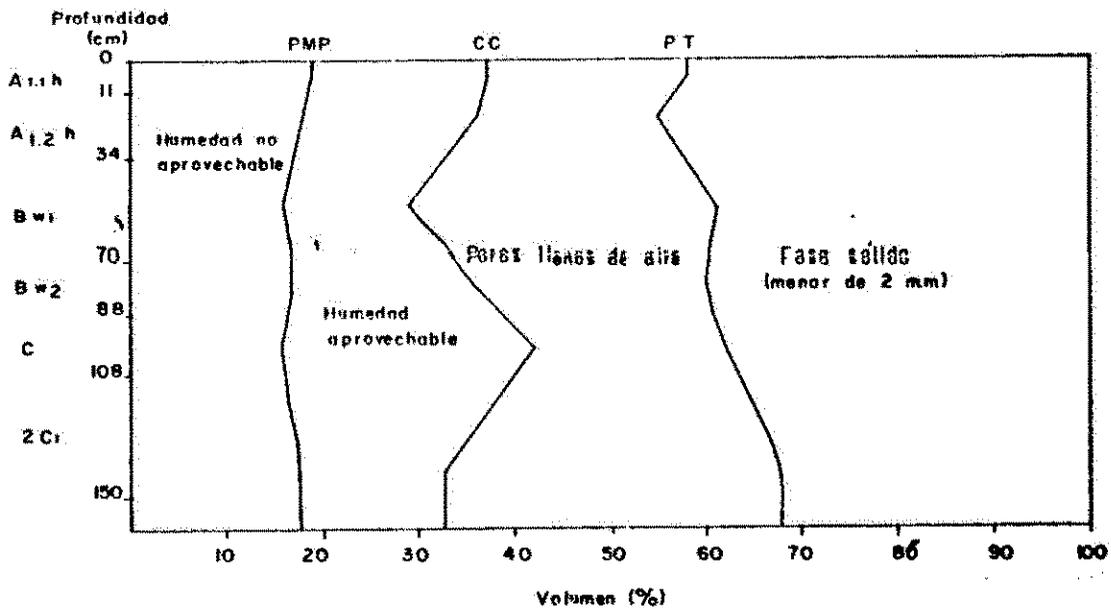
DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES FASES DEL SUELO



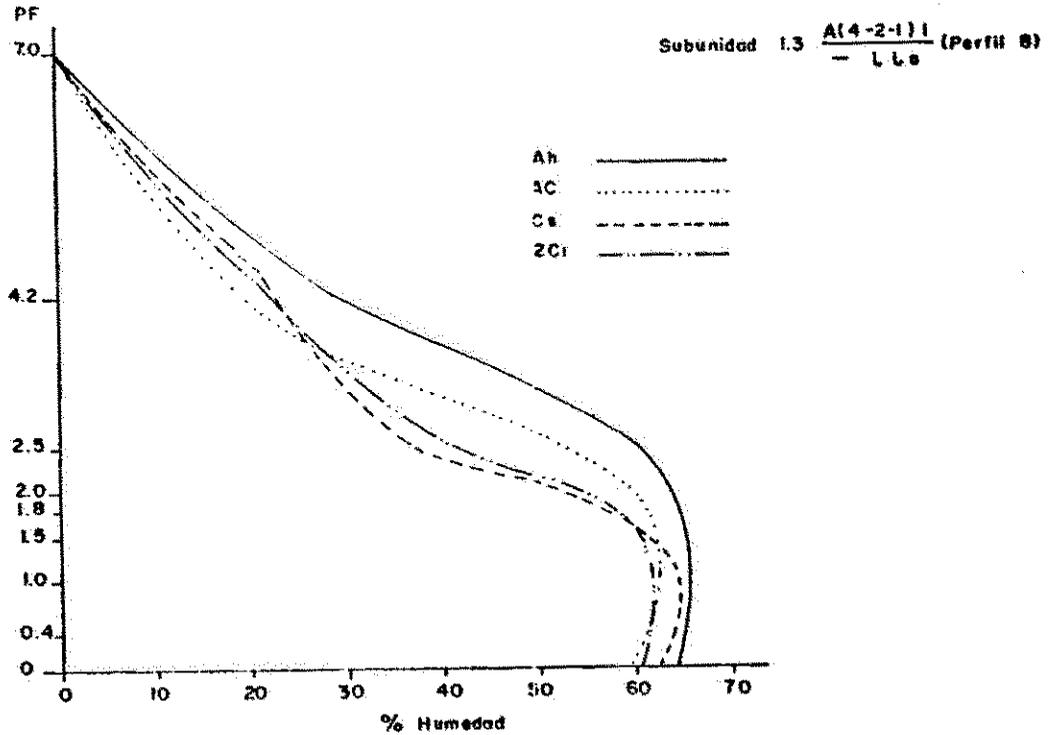
CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD



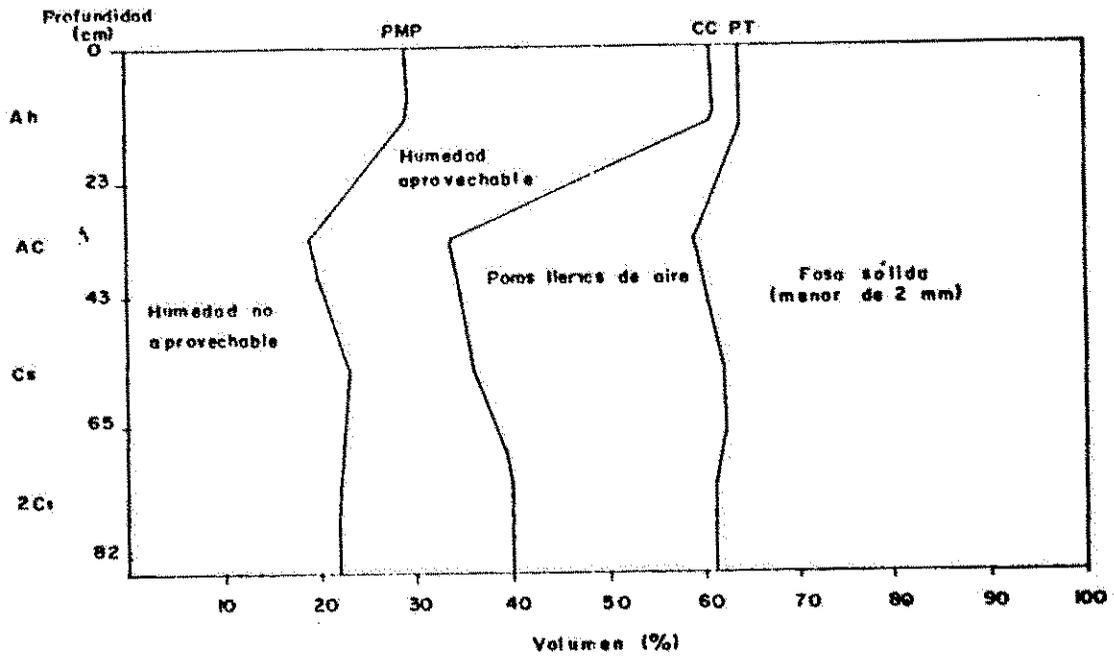
DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES FASES DEL SUELO



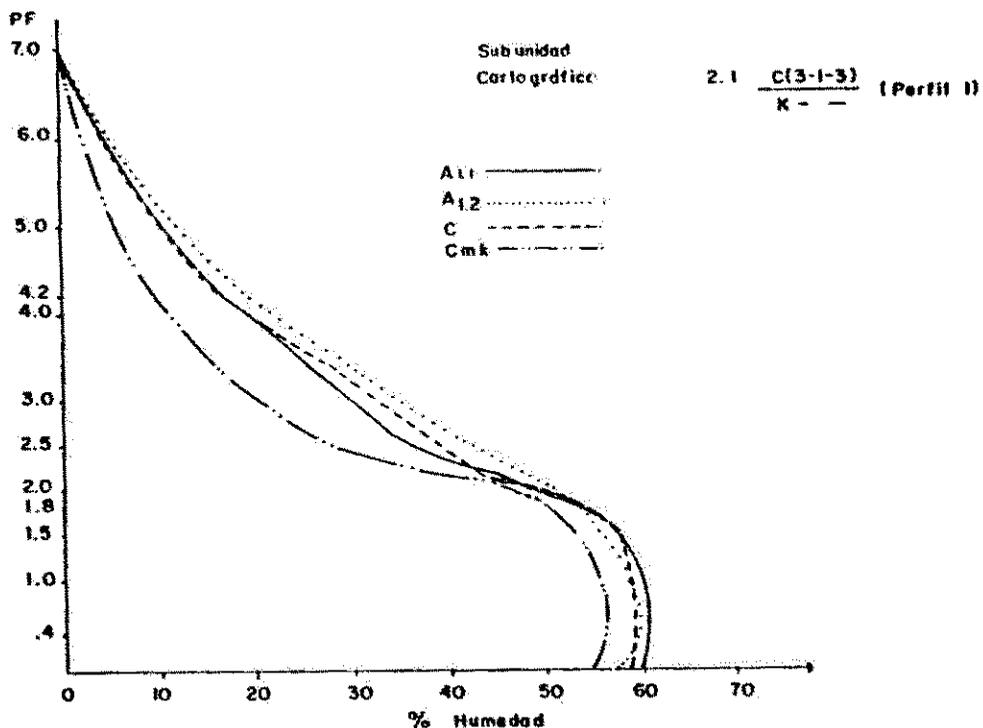
CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD



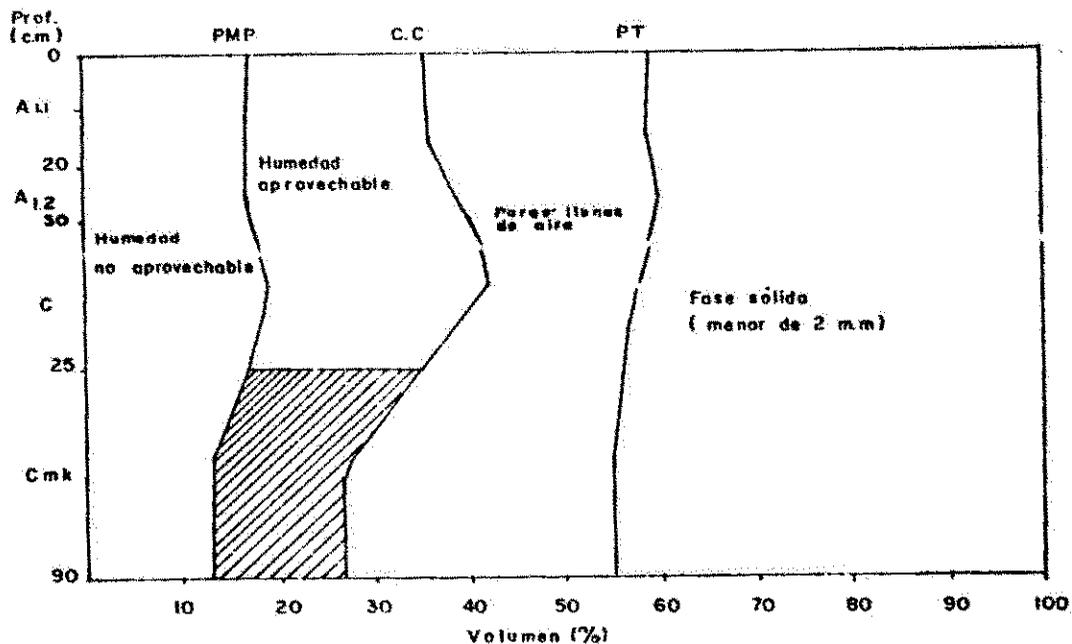
DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES FASES DEL SUELO



CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD

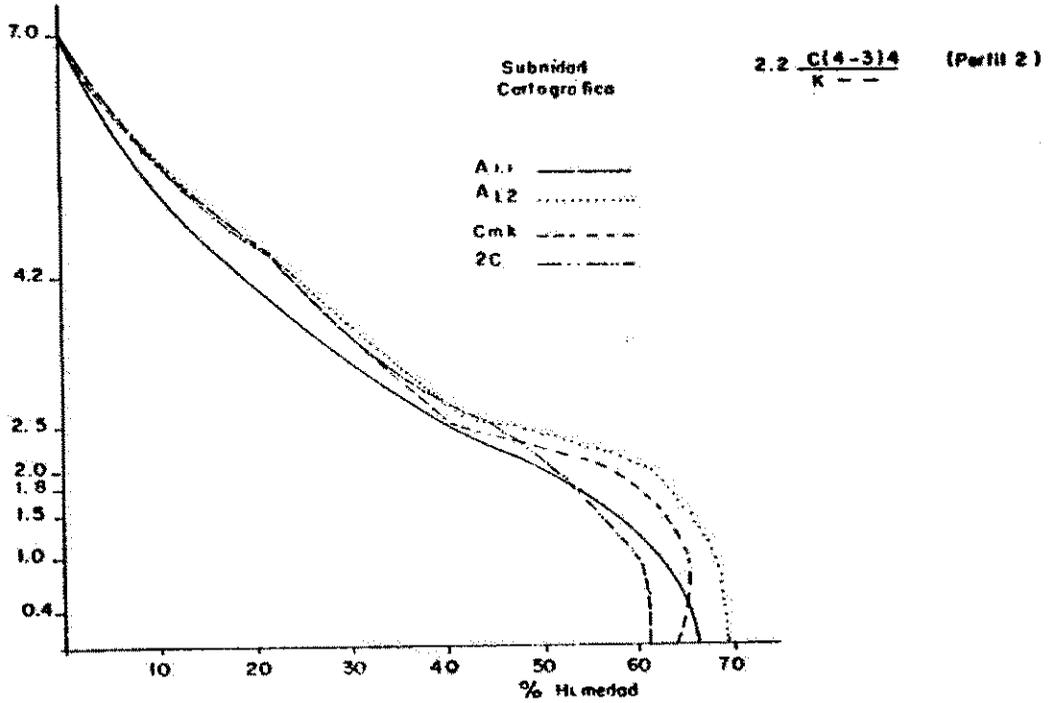


DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES FASES EN EL SUELO

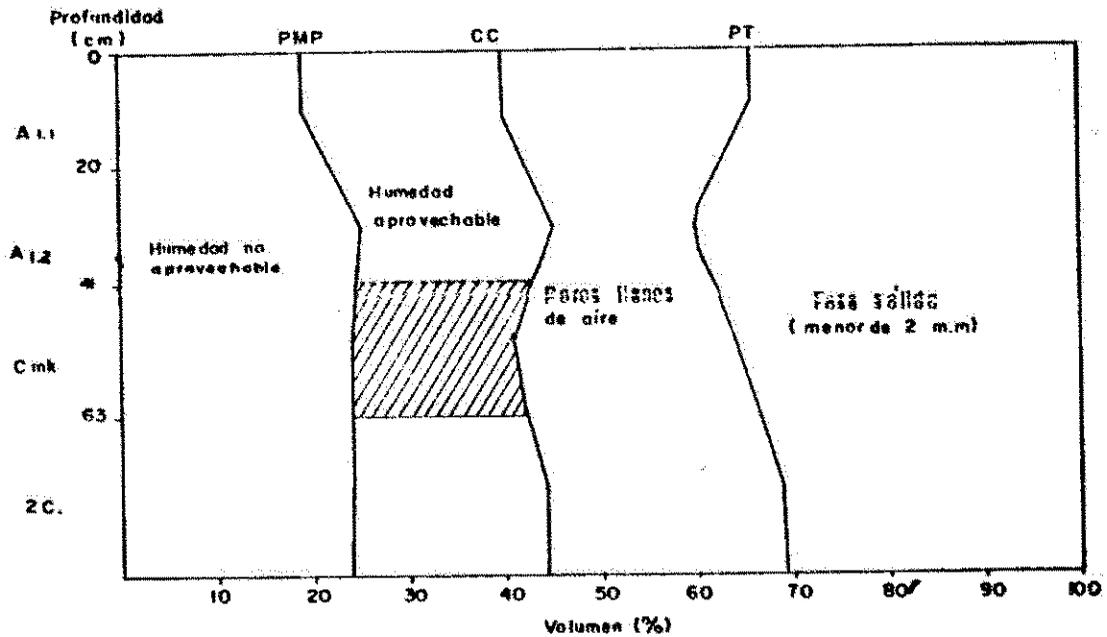


El área sombreada explica la presencia de una capa endurecida.

CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD

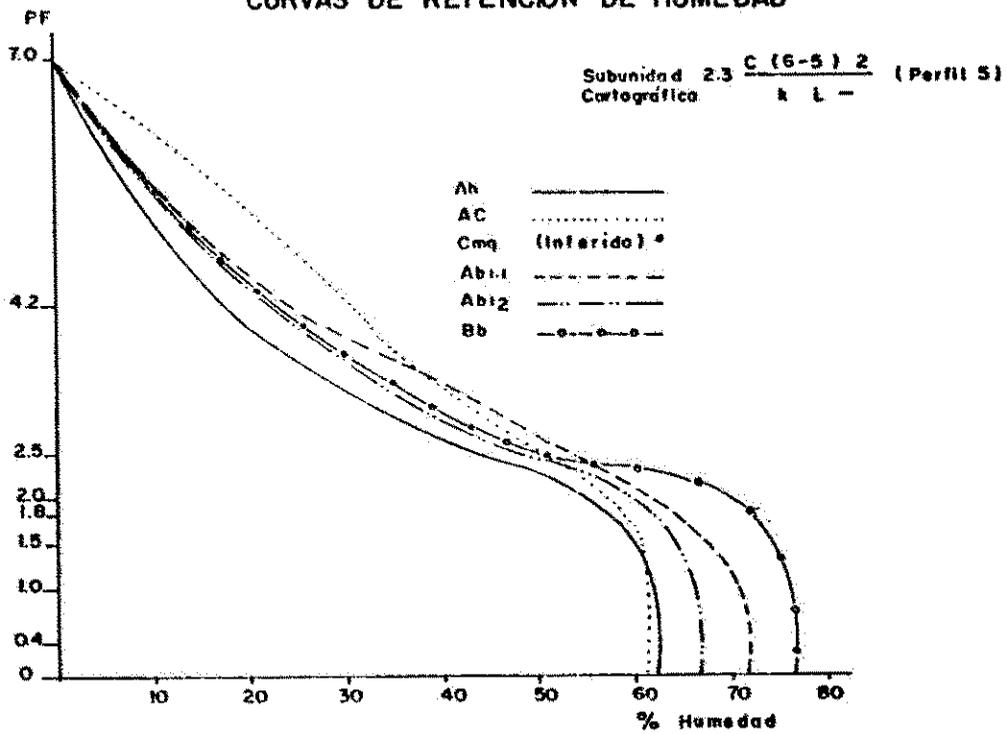


DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES FASES DEL SUELO

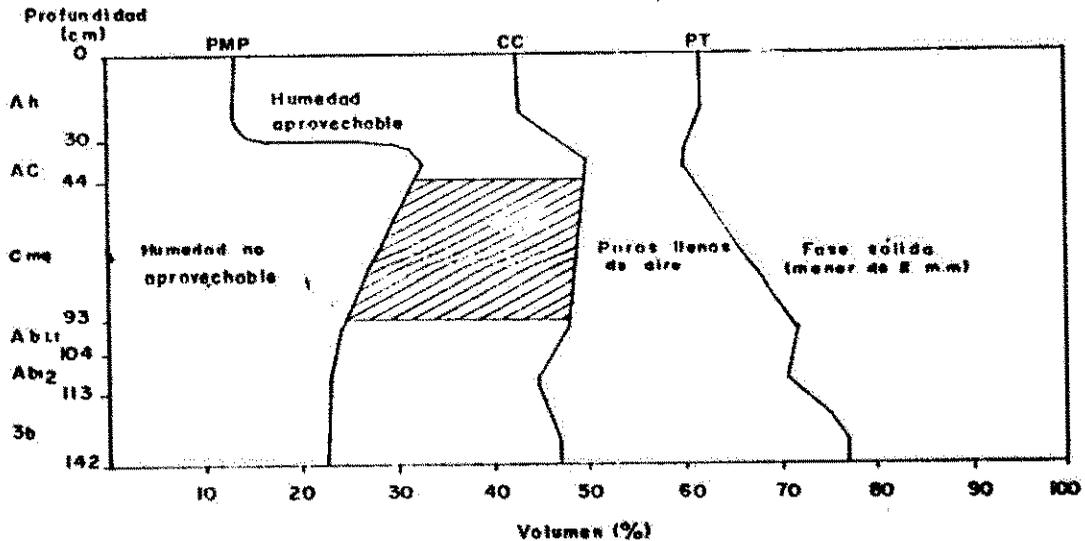


* El área sombreada explica la presencia de una capa endurecida.

CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD

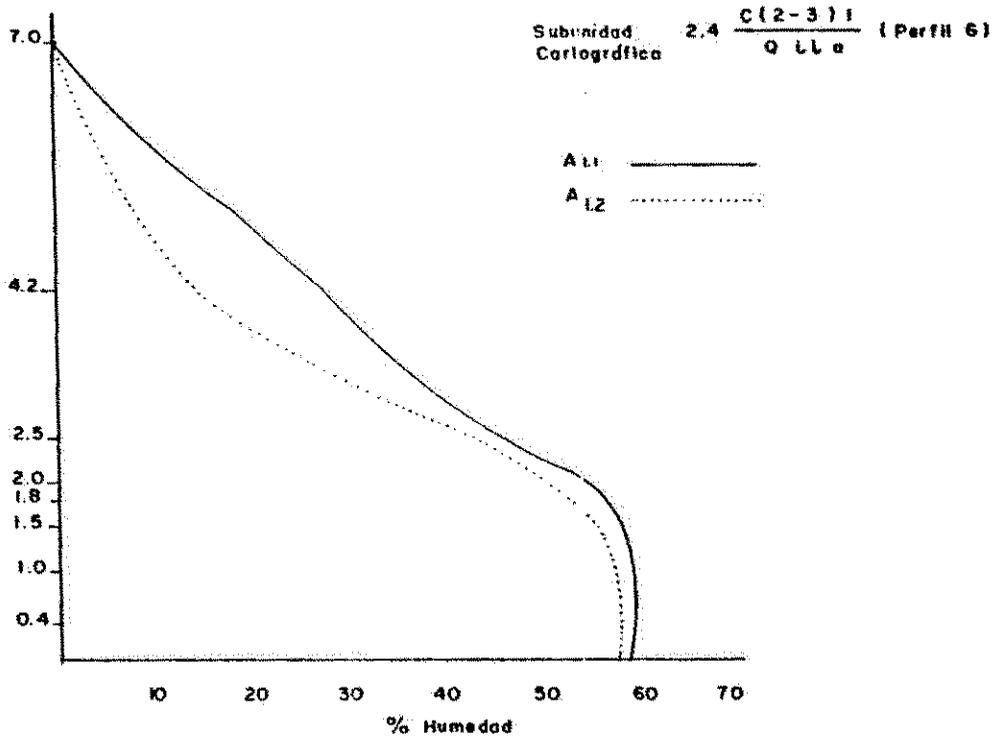


DISTRIBUCION DE LAS FASES DEL SUELO

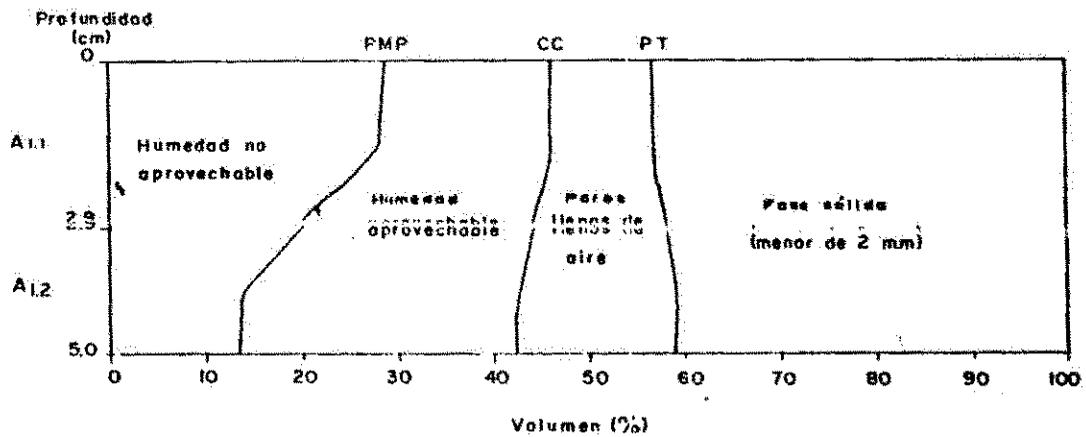


* El área sombreada explica la presencia de una capa muy endurecida en la que no fue posible obtener muestra por lo que el dato fue inferido.

CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD

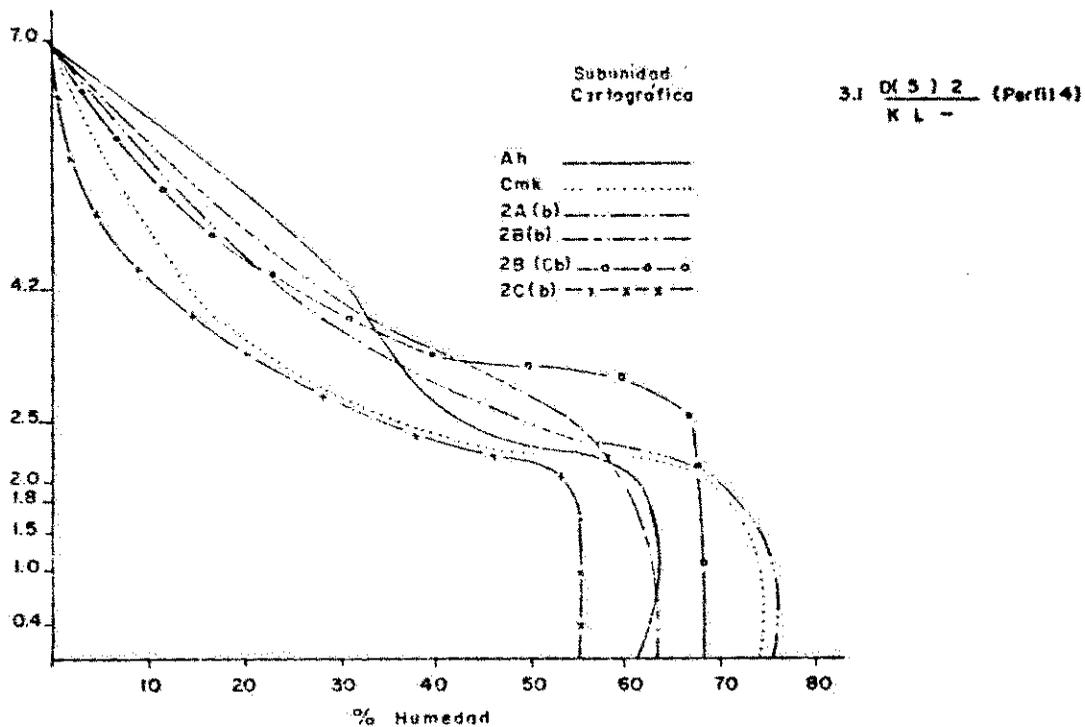


DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES FASES EN EL SUELO

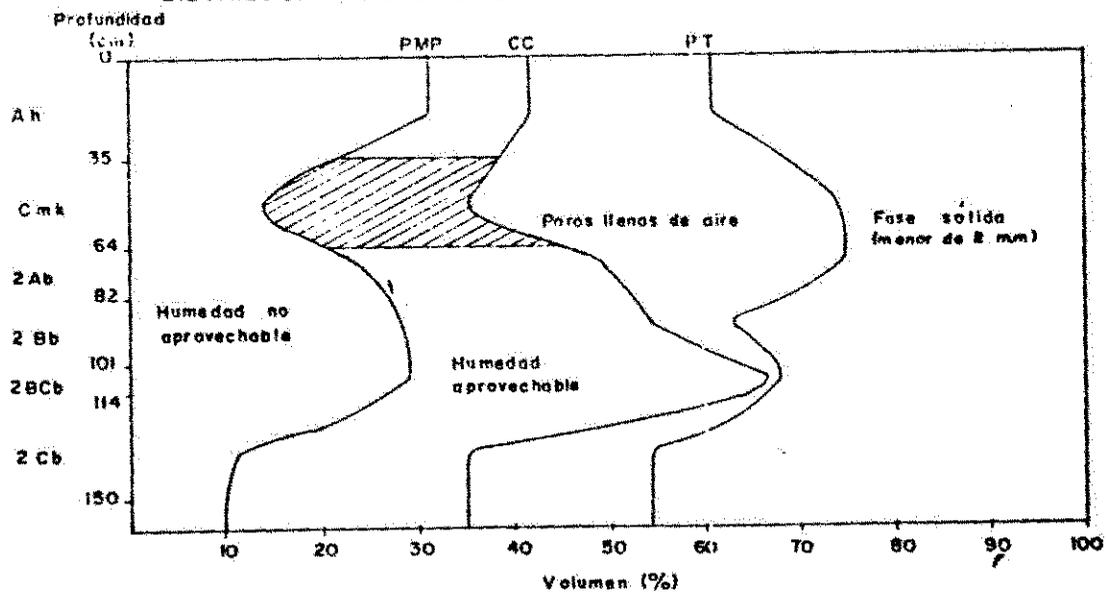


De 50-88cm, había un fuerte endurecimiento al momento de muestrear por lo que no fue posible obtener muestra de escarpas.

CURVAS DE RETENCION DE HUMEDAD



DISTRIBUCION DE DIFERENTES FASES EN EL SUELO



El área sombreada explica la presencia de una capa endurecida