

13  
1ej

"CLASIFICACION DE SUELOS CON FINES DE RIEGO  
DE LLANO DE ENMEDIO, VER."

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

COLEGIO DE GEOGRAFIA

TESIS QUE PARA OBTENER EL TITULO  
DE LICENCIADO EN GEOGRAFIA

P R E S E N T A

VERONICA LAURA MARTINEZ GODINEZ



MEXICO, 1986

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# C O N T E N I D O

	Pág.
INTRODUCCION	1
1. ANTECEDENTES	3
1.1 La ciencia del suelo	3
1.2 Fotogrametría y cartografía	5
11. ESTUDIOS DE SUELOS	14
2.1 Técnicas para la realización de estudios de suelos	14
2.1.1 Método tradicional	14
2.1.2 Método de análisis de elementos	15
2.1.3 Método de la convergencia de evidencias	16
2.1.4 Método fotopedológico	17
2.2 Categorías de los estudios de suelos	20
-Reconocimiento	20
-Semidetallado	21
-Detallado	22
-Especial	23
2.3 Aspectos cartográficos de los estudios de suelos	23
2.3.1 Planos de unidades taxonómicas	24
2.3.2 Planos de series, tipos y fases	24
2.3.3 Planos de clases agrícolas	25
2.3.4 Cartas de uso del suelo	31

2.3.5 Cartas de tenencia de la tierra	32
2.4 Factores y parámetros de clasificación de suelos con fines de riego	32
-Factores edáficos	32
<b>111. DESARROLLO DEL METODO FOTOPEDOLOGICO</b>	<b>35</b>
3.1 Primera fase, trabajo de gabinete	35
-Revisión cartográfica y bibliográfica sobre las condiciones generales de la zona	35
-Revisión del material fotográfico	35
-Formación del mosaico fotográfico y delimitación del área de estudio	36
-Inspección estereoscópica del mosaico fotográfico	36
-Estudio de los tonos fotográficos	37
-Trazo de los límites de series y clases de suelos	37
-Señalamiento de los sitios de muestreo	38
-Formación del plano provisional	38
3.2 Trabajo de campo	38
-Material	38
-Apertura de pozos agrológicos	39
-Toma de fotografías panorámicas y de los perfiles de suelos	40
-Colección de muestras de suelo y agua para análisis físicos y químicos	40
3.3 Segunda fase, trabajo de gabinete	41
-Verificación de la fotointerpretación apoyada en los datos de campo y laboratorio	41

-Elaboración del plano de series, clases y fases de suelos	41
IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA	43
4.1 Aspectos físicos	43
-Localización	43
-Geología	44
-Geomorfología	46
-Climatología	48
-Hidrología	50
4.2 Vegetación	58
-Relación suelo-vegetación	59
-Uso actual	61
4.3 Agricultura	62
4.4 Ganadería	65
V. LOS SUELOS DE LLANO DE ENMEDIO	68
5.1 Descripción	68
5.2 Series de suelos	69
-Serie Llano de Enmedio	69
-Serie Naranjo Dulce	75
5.3 Clasificación agrícola de suelos con fines de riego	82
5.4 Salinidad o sodicidad	83
5.5 Superficie de los suelos (series y clases)	83

VI.RESULTADOS Y RECOMENDACIONES	85
6.1 Uso y manejo de los suelos	85
6.1.1 Agricultura	85
-Cultivos recomendables	85
-Técnicas de cultivo	85
-Fertilización	87
-Mejoramiento de suelos salinos o sódicos	88
6.1.2 Ganadería	94
6.1.3 Silvicultura	95
6.2 Riego	96
-Pruebas de infiltración	96
-Calidad de aguas para fines de riego	103
-Métodos de riego	105
6.3 Drenaje	106
-Drenaje superficial	106
-Manto freático	107
-Drenaje subterráneo	108
6.4 Control de erosión	108
VII.CONCLUSIONES	109
BIBLIOGRAFIA	113

Anexo plano de series y clases de suelos

## -Agradecimientos y dedicatoria

Mi especial agradecimiento a los profesores Mauricio Aceves G, Jorge Rivera A, Ricardo Ruvalcaba y Andres Benitez O., de quienes sólo recibí atenciones y sugerencias de gran valor que ayudaron a la culminación de este trabajo.

Asimismo, agradezco a las autoridades de la empresa ICATEC, -- S.A., por permitirme usar el material que sirvió de base en la elaboración de la presente tesis.

Dedico con gran cariño este trabajo a mis padres ya que con su confianza y apoyo me ayudaron a culminar esta etapa de mi vida profesional.

A mi esposo, el Ingeniero Agrónomo Adalberto Cárdenas quien dedicó varias horas de su tiempo a la revisión y corrección del trabajo y que junto con mi hija fueron motivo especial para su terminación. También a mis hermanos y demás familiares, sobre todo a -- Gunny.

## I N T R O D U C C I O N

En la actualidad, la agricultura se constituye en la actividad que concentra el mayor porcentaje de la población económicamente activa del país. Debido a esto, la nación requiere de áreas agrícolas susceptibles de explotarse en forma intensiva, sin olvidar premisas tales como: erosión, agotamiento de suelos, contaminación de suelos y aguas, condiciones climáticas, etc. En consecuencia, es de suma importancia conocer el recurso suelo en sus aspectos físicos, biológicos y químicos por ser el medio de donde el hombre obtiene la mayoría de sus alimentos.

Considerando que la geografía es una ciencia que analiza todos los factores que interactúan en un espacio determinado e valuando su importancia local, se convierte en herramienta idónea para conocer las características físicas de los suelos y el manejo y aprovechamiento que les da la comunidad.

El objetivo del presente trabajo es el de clasificar los suelos de Llano de Enmedio (población ubicada al NW del estado de Veracruz), con fines de riego, aplicando el método fotopedológico, el cual permite un ahorro en tiempo y costos en la realización de estudios de suelos, a diferencia de los métodos convencionales, puesto que éste emplea la fotointerpretación.

Consideraré como tema de tesis el estudio de los suelos de ésta zona porque en previos recorridos de campo, observé la posibilidad de establecer explotaciones agropecuarias, ya que cuenta con terrenos, agua y mano de obra en cierta abundancia.



El trabajo se inicia con los antecedentes de la ciencia -- del suelo, fotogrametría, cartografía, ciencias cuyo conocimiento es imprescindible para realizar un estudio de suelos. También se mencionan algunos métodos de levantamientos de suelos para justificar la elección del método fotopedológico en el desarrollo de este trabajo.

La segunda parte se enfoca a mostrar los pasos a seguir en el método fotopedológico, para llegar a la descripción física de la zona, así como de la vegetación, agricultura, ganadería y finalmente de los suelos.

Con los resultados de la clasificación del suelo y agua para riego se estará en posibilidad de hacer sugerencias para el mejor uso y manejo de los suelos y aprovechamiento del agua de ésta pequeña comunidad del Estado de Veracruz.

## CAPITULO 1

## A N T E C E D E N T E S

## 1.1 La ciencia del suelo

Esta ciencia se originó en Rusia, hacia 1880, con V. Dokuchaev quién no aceptaba que el estudio del suelo fuera campo exclusivo de la geología. En 1883 publicó un reporte de los suelos Chernozems, con la finalidad de establecer las bases para el cobro de impuestos por parte del fisco sobre las tierras labo- rables, asimismo mencionó y aplicó principios de morfología para establecer la primera clasificación científica de los suelos.

El mismo autor propuso el empleo del término suelo en las publicaciones científicas referentes al estudio de "aquella - capa superficial de roca transformada en sus características físicas, químicas y morfológicas por acción del intemperismo y la erosión" (1)

En trabajos e investigaciones posteriores, Dokuchaev y colaboradores presentaron la carta de suelos de la Rusia Europea es- cala 1:2 500 000, en la Exposición Universal de París. Como resul- tado de esta reunión surgieron ideas como la de uniformizar cri- terios sobre la clasificación y cartografía de suelos.

---

(1) Bonifacio Ortiz y Alberto Ortiz, Edafología, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1982, 240 pp.

El desarrollo de esta ciencia a nivel mundial fué limitado hasta principios de siglo, logrando gran impulso después de las dos guerras mundiales, junto con otras ciencias y técnicas afines. Los avances de esta ciencia eran mostrados en conferencias internacionales resultando hechos importantes como la clasificación de suelos conocida como la "Séptima Aproximación" propuesta por Estados Unidos en 1965.

Respecto a México, el desarrollo de esta ciencia fue tardío a pesar de los conocimientos empíricos que tenían algunos grupos prehispánicos como Toltecas, Aztecas y Mayas. Estos últimos poseían una clasificación propia de los agregados del suelo, que incluso aún en la actualidad es utilizada por los campesinos del sureste del país.

La etapa moderna de la ciencia del suelo se inicia en México a raíz de la fundación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1926 (que posteriormente se transformó en la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos), donde se aprovecharon las experiencias de otros países y del propio sobre el conocimiento de los suelos.

En 1928 se efectuó una reunión en Meoqui, Chihuahua, que se denominó "Primer Colegio Agrológico" cuyos resultados fueron:

- Adopción definitiva de la técnica, métodos y procedimientos para hacer el estudio de los suelos en los proyectos de riego de la Comisión Nacional de Irrigación
- La preparación de agrónomos en la rama de suelos que fun-

- gieran cómo líderes en ese campo a nivel nacional
- La recomendación de que se estableciera en las escuelas de agricultura del país la especialidad del estudio de los suelos
  - La formación de la Sociedad Mexicana de Agrología

Cabe mencionar que esta agrupación cambió de nombre adoptando el de Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo en 1962, la que perdura hasta la fecha, constituyendo el centro de concurrencia de los científicos y estudiosos del suelo en México.

Desde la fundación de la Comisión Nacional de Irrigación hasta la aparición de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional (actualmente Dirección General de Geografía del Territorio Nacional, perteneciente al INEGI), los estudios de clasificación de suelos se hacían exclusivamente con el fin de apoyar los proyectos de riego, sin embargo, ahora la tarea se enfoca a elaborar una cartografía integral del país (entre otras cartas las de uso del suelo, uso potencial y edafológicas) con la colaboración de organismos públicos y privados.

## 1.2 Fotogrametría y cartografía

La aplicación de la fotogrametría es amplia, ya que no sólo es utilizada en cartografía (la más importante) sino también en estudios geológicos, edafológicos, investigaciones forestales, etc. Por esta razón en el presente trabajo se mencionan algunos datos sobre el desarrollo de esta ciencia como herramienta para la elaboración de cartografía de suelos.

Se tienen datos que durante la época antigua Aristóteles (1350 A.C.) observó que la imagen del Sol aparecía reducida al proyectarla através de un orificio cuadrado y aumentaba de tamaño al incrementarse la distancia entre la abertura y la pantalla donde se reflejaba. Esta observación puede considerarse como la "primera proyección óptica de imágenes" (2)

A partir de las observaciones realizadas por Aristóteles (época antigua) hay un largo período donde todo lo relacionado con esta materia es relegado, resurgiendo en la época moderna - y más aún en la contemporánea junto con otras ciencias y técnicas afines.

En el siglo XII, Niepce y Daguerre obtienen las primeras fotografías horizontales dando origen a la fotogrametría terrestre, técnica que es utilizada en la elaboración de mapas y planos a partir de fotografías.

En 1834, Elliot obtiene imágenes estereoscópicas a partir de una caja provista de dos orificios a la distancia de los ojos y un agujero central en la cara opuesta a través del cual pasan los rayos luminosos procedentes de los grabados los que al cruzarse en el interior daban al observador la sensación de relieve, este hecho fue el inicio de imágenes en tercera dimensión.

A partir de los trabajos de Aimee Laussedatt, la fotogrametría

---

(2) Jorge Caire, Fotogrametría 1, 1a, ed, Ed, Rodriguez, México, 1985, 164 pp.

tría alcanzó relevancia, ya que él, fue el primero en construir un instrumento apropiado para los levantamientos fotogramétricos, así como el primer método de restitución el cual se fundamenta en la utilización de fotografías horizontales.

Hacia la misma época en Alemania, Meydenbauer, realiza los primeros ensayos para el levantamiento de proyectos arquitectónicos. El mismo autor publicó en 1883, un documento en donde por vez primera aparece el término "fotogrametría". Su trabajo fue continuado por: W. Jordan, Hauck y Koppe; a éste último se debe el primer manual en Alemán sobre fotogrametría.

En Italia, Porro desarrolla una cámara en la que se emplea el principio panorámico al fotografiar gran parte de la superficie visible de cada región.

Uno de los principales problemas en el desarrollo de la fotogrametría fue la identificación de los puntos que se superó con la introducción del método estereoscópico llevado a cabo por Pulfrich, quién posteriormente construyó el primer estereocomparador en 1901.

Hacia 1909 la casa Zeiss construye el Estereoautógrafo, primer aparato práctico para el trazado automático de mapas por medio del dibujo de líneas continuas con dos vistas estereoscópicas, especialmente para el caso en que los ejes de esas fotografías sean horizontales, este invento abre un nuevo campo de aplicación a la fotogrametría terrestre.

En este período, se observa también el inicio de reuniones científicas en torno al tema, así en 1907 se funda en Viena la - Primera Asociación de Fotogrametría Terrestre, aplicable a la elaboración de planos de escalas grandes y la invención del avión con lo que surge la fotogrametría aérea, al obtenerse fotografías verticales empleadas en planos de escalas chicas.

Con la aparición de fotografías de eje vertical la fotogrametría aérea se desarrollará rápidamente puesto que al unísono se construyen una gran variedad de aparatos de restitución como el Autocartógrafo proyectado por Husserchaff, primer instrumento que permite la restitución del terreno partiendo de fotogramas obtenidos en diferentes direcciones; el Aerosimplex, Autógrafo, Aerocartógrafo (algunos de ellos patentados por las casas Zeiss y Wild) basados en el principio de doble proyección.

Con las bases citadas la fotogrametría inicia un franco desarrollo durante las dos grandes conflagraciones mundiales (el uso que se le dio fue básicamente militar) aplicándose nuevos instrumentos y técnicas como: uso de objetivos gran angulares, emulsiones infrarrojas, vistas aéreas en color y métodos radioeléctricos. Cabe hacer mención del adelanto de esta ciencia en relación al uso de imágenes obtenidas con satélite.

Respecto a México, la fotogrametría tiene sus inicios en la década de los años de 1920 a 1930 con la fundación de la Compañía Mexicana Aerofoto, dedicada a la obtención de fotografías aéreas de algunas porciones del país y la respectiva cartografía (en especial topografía). Posteriormente algunos organismos guber

namentales como la Secretaría de la Defensa Nacional y la Dirección de Geografía y Meteorología de la SAG, elaboraron las primeras cartas topográficas del país. Finalmente, con la fundación de la Comisión de Estudios del Territorio Nacional se incrementaron los trabajos fotogramétricos para la elaboración de la cartografía del país.

Respecto a la cartografía, los datos más antiguos que se tienen son una tablilla babilónica que datan de hace 5 000 años, no obstante, los primeros mapas con fundamento científico provienen de Grecia y tratan de reproducir las tierras conocidas hasta ese momento. Se afirma que Tales de Mileto elaboró el primer mapamundi en el que se concibe al mundo como un disco que flota sobre las aguas.

Dos de los hechos que permitieron el avance de la cartografía en esa época fueron: la medición del ángulo de inclinación de la tierra respecto al ecuador, lo que permitió deducir su esfericidad, y, el establecimiento de conversiones matemáticas que permitían el traslado de las características de una superficie esférica a una plana.

Ptolomeo en el siglo II, recopiló los conocimientos existentes a esa época publicando un método acerca de la determinación de coordenadas a base de meridianos y paralelos. Después de la obra de éste autor, durante muchos siglos prácticamente se estancó la cartografía, hasta el descubrimiento de la brújula que permitió la elaboración de los mapas Portulanos. Esta etapa inicial de desarrollo se incrementó durante la era de los grandes



descubrimientos y conquistas con la finalidad de representar las nuevas tierras como ocurrió con los trabajos de Juan de la Cosa (1509), quién elaboró el primer mapamundi que incluye ambos hemisferios. Las cartas que realizó Americo Vesputio sobre el nuevo continente al cual se le da su nombre o al material cartográfico realizado por Sebastian Cabot quién fija con relativa precisión algunos puntos de la costa oriental de Norteamérica, además se le atribuye el descubrimiento de la desviación que sufre la aguja magnética, tomándola en cuenta para la elaboración de sus mapas.

Respecto a México, la producción cartográfica se extiende hasta la época prehispánica, puesto que todos los cronistas de la conquista hacen numerosas referencias a las cartas que los aborígenes les mostraron. A pesar de que no estaban elaboradas con bases matemáticas eran muy descriptivas por los glifos y trazos que contenían.

Como es natural, los trabajos cartográficos posteriores a la conquista llevan una marcada influencia indígena que se prolongó hasta el siglo XVII, cuando se comienzan a elaborar mapas del interior del país ya con fundamentos más científicos. Se publicó la obra de Enrico de Martínez denominada: Descripción de la Comarca de México y Obra del Desagüe de la Laguna, que tiene la particularidad de apoyarse en coordenadas astronómicas de algunos puntos del país y numerosas cartas regionales.

En 1768. José Antonio Alzate imprimió en París una carta del virreynato de México que se consideró la mejor hasta la apari-

ción de los trabajos de Humboldt a principios del siglo XIX, -- quién elaboró El Mapa General de la Nueva España, apoyado en -- gran cantidad de posiciones astronómicas.

Otra valiosa obra de recopilación fue el Atlas de Portulano, mandado a publicar en 1825 por el presidente de la República Don Guadalupe Victoria. En 1828 se levantó la Carta del Estado de México y se preparó la primera del Distrito Federal -- con métodos trigonométricos.

En 1850, la Sociedad Mexicana de Geografía y Estadística -- dio término a la Carta General, Atlas y Portulano de la República. Este último se actualizó en cuatro ocasiones y sirvió de base para el trazo de los límites fronterizos entre México y Estados Unidos.

Entre 1858 y 1860, el Ingeniero Antonio García Cubas presentó una recopilación cartográfica apoyada en trabajos anteriores que contenía una carta del país escala 1:200 000. En 1878, se -- creó la Comisión Geográfica Exploradora encargada de elaborar un atlas general que comprendiera cartas fraccionadas por estado o regiones; cartas hidrológicas, de costas, lagos y ríos, cartas militares estratégicas y tácticas.

Cabe hacer mención del trabajo realizado por mexicanos en colaboración con la Asociación Geodésica Internacional para la medición del meridiano de  $98^{\circ}$  W de Greenwich, trabajo que concluyó quince años después con resultados satisfactorios.

En 1915, se creó la Dirección de Estudios Geográficos y Climatológicos, que en 1935 cambió de nombre adoptando el de Dirección de Geografía, Meteorología e Hidrología; finalmente quedó con el nombre de Dirección de Geografía y Meteorología la cual editó un Atlas de la República en 1919, con una carta general en escala 1:5 000 000, y, las de los estados en varias escalas.

Otro organismo que se encargó de realizar la cartografía del país fue la Comisión Geográfica Militar ahora Departamento Cartográfico Militar, de SEDENA, que se ha dedicado a elaborar -- cartas y mapas con fines militares y civiles. Hacia 1955, se creó la Comisión Intersecretarial Coordinadora del Levantamiento Geográfico de la República Mexicana, integrada por varios organismos gubernamentales, la cual delegó el trabajo al Departamento Cartográfico Militar dando por resultado la edición de la carta --- 1:500 000 que aún se utiliza a pesar de sus múltiples correcciones.

En 1968, se creó dentro de la Administración Pública Federal un organismo encargado de elaborar la cartografía del país considerando que los mapas constituyen la infraestructura tecnológica para la planeación. La institución cartográfica se denominó Comisión de Estudios del Territorio Nacional y Planeación -- (CETENAP). En 1969, se le suprimieron las funciones de planeación y se denominó Comisión de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL). Posteriormente recibió el nombre de Dirección General de Geografía del Territorio Nacional (DGGTENAL) y es parte integrante del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Con el funcionamiento de esta dependencia la cartografía nacional se elabora con un enfoque integral, editándose cartas temáticas en diferentes escalas: 1:50 000 a nivel microrregional, 1:250 000 a nivel regional, 1:1 000 000 a 1:4 000 000 a nivel nacional, cuyo contenido se refiere a temas tan diversos como: edafología, uso potencial, uso del suelo, topografía, geología, hidrología, etc.

## CAPITULO 11

## ESTUDIOS DE SUELOS

## 2.1 Técnicas para la realización de estudios de suelos

## 2.1.1 Método tradicional

Se emplean diversos métodos en los levantamientos de suelos, todos ellos utilizan la fotografía aérea como herramienta principal, sin descartar la comprobación de campo. Sin embargo, cuando se iniciaron dichos estudios no se contaba con este valioso auxiliar y se efectuaban de la siguiente manera:

Los levantamientos se realizaban exclusivamente en campo. Se procedía al diagnóstico haciendo una visita a la zona de estudio para tener un panorama general de sus características físicas y seleccionar los sitios de muestreo. Durante el proceso se realizaban otras actividades aparte de la descripción de los perfiles como eran: el análisis de la influencia del clima, relieve y vegetación sobre el origen y ubicación de los suelos. Asimismo se cartografiaban los suelos mediante el uso de la plancheta. La redacción final de la memoria resultaba tras de varios meses de investigación de gabinete y laboratorio.

En conclusión, los levantamientos llevados a cabo bajo este sistema resultaban costosos y de larga duración por lo que eran esporádicos y únicamente se realizaban en instituciones gubernamentales.

### 2.1.2 Método de análisis de elementos

Método desarrollado por Buringh (1960), consiste en el análisis de los elementos físicos del paisaje, detectables en las fotografías aéreas. En el caso de los suelos, muchas de sus características dependen de las condiciones del relieve y vegetación, hechos considerados para el trazo de unidades y series de suelos. Los elementos considerados en este método son: a) rasgos geomorfológicos como sistemas montañosos, mesetas, llanuras, diques, dunas... b) pendiente, cuyos valores están en función directa a los rasgos del relieve, c) drenaje radial, dendrítico, paralelo, enrejado, etc; d) condiciones del drenaje que dependen a su vez de la pendiente y textura del suelo, e) la vegetación que generalmente, se le asocia a las condiciones del suelo, sin embargo, esto no siempre se cumple como ocurre en aquellos lugares donde la vegetación natural ha desaparecido, f) el uso del suelo que esta en función de aspectos físicos como el grado de pendiente (para uso de maquinaria agrícola), profundidad del suelo, drenaje superficial e interno, textura y extensión del suelo. Este elemento de análisis se toma con reserva puesto que el uso del suelo esta influenciado por factores económicos e históricos de cada región.

Este método respecto al anterior evidentemente muestra mayores ventajas para el estudio de los suelos, sin embargo, no es el adecuado para realizar el presente trabajo, puesto que únicamente proporciona información general de los suelos y lo que aquí se requiere es conocer con precisión las series y clases de suelos.

### 2.1.3 Método de la convergencia de evidencias

Implementado por Lueder en 1959, consiste en la identificación de los elementos físicos y culturales del paisaje, aún aquellos que por su condición están "enmascarados" por la cubierta vegetal como el suelo o tipo de roca.

Durante la fotointerpretación habrá ciertas imágenes desconocidas por el intérprete quien hará uso de la "convergencia de evidencias". Las evidencias en el proceso fotointerpretativo son "todas aquellas propiedades (forma, tamaño, color, sombra, tono, modelo, textura y posición) de las imágenes de los objetos que permiten su identificación en las fotografías. La convergencia se logra cuando todas o la mayoría de las evidencias concuerdan en una identificación acertada" (3)

Las evidencias se agrupan en "claves" tales como: relieve plano, ondulado o abrupto; drenaje radial, dendrítico, paralelo... vegetación arbórea, arbustiva, pastizal, agricultura de temporal o riego; zonas inundables, de acumulación de sales, pedregosa; camino, carretera, vereda, ranchería, ciudad, etc.

La agrupación de los elementos del paisaje en claves permite hacer una interpretación de lo general a lo particular o en sentido inverso. Otra herramienta que permite la selección de la clave más acertada es la carta topográfica que muestra informa-

---

(3) Dooko Goosen, Interpretación de Fotos Aéreas y su Importancia en Levantamientos de Suelos, FAO, ITT, Boletín No.6 "Sobre Suelos", Roma, 1968, 58 pp.

ción que no aparece en las fotografías aéreas como es la altimetría y toponimia.

Este método respecto a los anteriores tiene la ventaja de facilitar el trabajo al intérprete de poca experiencia, ya que lo va guiando paso a paso en la determinación de las claves correctas. En cuanto a su utilidad en el objetivo de este trabajo que es el de conocer el origen y distribución de los suelos y el uso a que son sujetos, resulta poco útil, ya que si bien permite conocer las características de los suelos, carece de los pasos adecuados para inferir el uso más adecuado a los recursos que ofrece la zona.

#### 2.1.4 Método fotopedológico

Este método fue implementado en México por los Ingenieros Ortiz Monasterio y Peña Rodríguez, como respuesta a la necesidad de disminuir costos y tiempo en la ejecución de los levantamientos de suelos. El método se basa en el estudio del suelo desde el punto de vista pedológico apoyándose en la interpretación de fotografías aéreas, trabajo de campo y laboratorio.

El método se fundamenta en la inducción-deducción (inducción serie de razonamientos enlazados de manera lógica partiendo de hechos particulares observados. Deducción, conjunto de razonamientos que parten de hechos generales para obtener conclusiones -- particulares) y del concepto de suelos de Dokuchaev que dice: "si conocemos los procesos de formación del suelo, se podrá conocer que tipo de suelo resultará". (4)

---

(4) Pedro topete, Fotopedología Aplicada a Levantamientos Agro-lógicos, Tesis, Universidad de Guadalajara, México, 1979, 220 p.



Este método se lleva a cabo en tres etapas que son: estudio de gabinete sobre clima, geología, geomorfología, suelos, condiciones socioeconómicas de la población, cartografía, etc., y en la interpretación preliminar de series, tipos y fases de suelos empleando fotografías aéreas en dos diferentes escalas. Una etapa de campo para la descripción de perfiles de suelos y recolección de muestras de suelo y agua para su análisis físico y químico en laboratorio. La tercera etapa corresponde nuevamente a trabajo de gabinete para realizar la fotointerpretación definitiva basándose en los datos de campo y laboratorio. Como resultado de esta última etapa resultan planos de series, fases y tipos de suelos.

#### Puntos a cubrir en el método fotopedológico:

##### A. Primera fase, trabajo de gabinete.

- A.1 Revisión bibliográfica y cartográfica sobre las condiciones generales de la zona
- A.2 Revisión del material fotográfico
- A.3 Formación del mosaico fotográfico
- A.4 Inspección estereoscópica del mosaico fotográfico
- A.5 Estudio de los tonos fotográficos
- A.6 Trazo de los límites de series y clases de suelos
- A.7 Señalamiento de los sitios de muestreo
- A.8 Formación del plano provisional

## B. Trabajo de campo

- B.1 Apertura de pozos agrológicos para obtener las características morfológicas de los perfiles y colección de muestras para los análisis físicos y químicos en laboratorio
- B.2 Toma de fotografías panorámicas y de los perfiles de suelos
- B.3 Colección de muestras de suelo y agua para análisis físicos y químicos

## C. Segunda fase, trabajo de gabinete

- C.1 Verificación de la fotointerpretación apoyada en -- en los datos de campo y laboratorio
- C.2 Elaboración del plano de series y fases de suelos

Este método comparado con los mencionados tiene algunas ventajas, como son mostrar las características agronómicas de los suelos y conocer las posibilidades de explotación de otros recursos como la vegetación y el agua; por otro lado, disminuye los costos y tiempo en la realización del levantamiento de suelos. De acuerdo a lo anterior se adoptó este método para el estudio de los suelos de Llano de Enmedio, estado de Veracruz.

## 2.2 Categorías de los estudios de suelos

Los estudios o levantamientos de suelos son metodologías para estudiar y describir sistemáticamente el recurso suelo. Hasta la fecha es el procedimiento más rápido y preciso de que se dispone para hacer predicciones acerca del comportamiento de los suelos bajo diferentes usos y niveles de manejo.

Estos métodos están basados principalmente, en el estudio del terreno y de los perfiles de suelos. Al comparar los de un área dada, unos resultarán muy similares y otros diferirán en varias características, de tal forma que es posible clasificar los suelos en varios niveles de generalización.

Después de clasificar, se puede agrupar a los suelos con características similares y ubicarlos con la ayuda de observaciones de campo en el nivel que les corresponda. Resultando de lo anterior un mapa de suelos y su informe o memoria.

También existe la posibilidad de utilizar esta herramienta como un marco de referencia para propósitos prácticos, como es el de dar recomendaciones para el mejor uso y manejo de las tierras sin embargo, es conveniente mencionar que para efectuar estas interpretaciones es necesario considerar factores climáticos, geográficos y económicos. De acuerdo a lo anterior, los estudios de suelos se han clasificado en las siguientes categorías:

### -Reconocimiento

Se lleva a cabo para conocer en forma general las caracte

rísticas de los suelos, su extensión y localización. La utilidad de un estudio de esta naturaleza, consiste en que los datos obtenidos son prácticamente un inventario general de los suelos, el cual sirve como guía para la selección de áreas que deberán estudiarse con más detalle para el establecimiento de una agricultura de riego o temporal de alta productividad.

Los datos que se reportan en este estudio se refieren a -- las características generales de los suelos, que son fáciles de identificar en campo tales como áreas erosionadas, de inundación, salinas, de topografía accidentada, etc. De esta manera las unidades cartográficas identificadas se utilizan para la clasificación agrícola de suelos (clases). Las escalas de representación más empleadas son de 1:100 000, 1:250 000 y 1:500 000.

#### - Semidetallado

Se realiza en áreas previamente reconocidas como factibles para un proyecto de riego. Su objetivo es el de mostrar información más precisa sobre la calidad, distribución y superficie de los suelos con objeto de determinar si se justifica la realización del proyecto de riego. Su utilidad estriba en que es la base para el anteproyecto de una obra de irrigación, ya que permite calcular las necesidades globales de agua de acuerdo a los cultivos que se pretenden establecer tomando en cuenta la capacidad de uso de los suelos y la producción agrícola que se quiere obtener.

La información resultante se refiere a las características

físicas, químicas y biológicas de los suelos; representadas en unidades donde se señala claramente la capacidad agrícola de los mismos, para lo cual se realiza un plano de series y otro de clases. Se representan generalmente en escalas de 1:20 000 y 1:50 000.

#### -Detallado

El objetivo de este tipo de estudios es determinar con la mayor precisión las características físicas, químicas, biológicas e hidrodinámicas de los suelos, de tal manera que se pueda planear con base en esta información una agricultura bajo riego debidamente tecnificada. Sirve de base para el diseño definitivo de un proyecto de irrigación el cual incluye el cálculo de canales y sistemas secundarios de distribución, así como el sistema de drenaje agrícola necesario. Además, sirve para determinar la capacidad de uso y manejo de los suelos, lo que es importante en las fases de construcción, operación y conservación de los sistemas de riego.

Este tipo de estudios es el que reporta mayor número de datos sobre las propiedades de los suelos. De esta manera, se precisan las características de las unidades de suelos llamadas series, tipos y fases. Como consecuencia de lo anterior, se hace una clasificación agrícola de los suelos en categorías (clases); Las escalas recomendadas para su presentación varían de 1:2 000 a 1:20 000, dependiendo del tamaño de la superficie.

## -Especiales

Durante la planeación de un proyecto o bien cuando ya esta en operación un distrito de riego, se puede presentar la necesidad de efectuar estudios agrológicos especiales para definir soluciones adecuadas a un problema específico de los suelos.

Los estudios especiales que se pueden realizar son: salinidad o sodicidad, drenaje agrícola, erosión, contaminación, fertilidad, nivelación de tierras, velocidades de infiltración, grandes grupos de suelos, agroclimatología, etc.

Puesto que un estudio especial se lleva a cabo en extensiones muy reducidas las escalas más usuales de representación son de 1:5 000, 1:10 000 y 1:15 000.

### 2.3 Aspectos cartográficos de los estudios de suelos

Para que tenga utilidad práctica una clasificación de suelos (cualquiera que sea su finalidad), se deben representar gráficamente los distintos límites resultantes en su medida y ubicación real aprovechando las técnicas cartográficas.

Como todo mapa, los de suelos presentan una leyenda donde se especifican los signos convencionales empleados, así como las superficies que ocupan cada uno de los límites. Además, aparecen rectángulos verticales que simbolizan los sitios de muestreo. A continuación se mencionan las características y utilidad de algunos tipos de planos de suelos.

### 2.3.1 Planos de unidades taxonómicas

En estos planos se representan áreas en las que se tienen suelos cuyas características de origen, modo de formación o físico-químicas manifiestan cierta semejanza en función de rasgos - convencionales prefijados con anterioridad, de tal manera que permiten agrupar suelos de la misma procedencia y que presentan similitud en cuanto a su aptitud y potencialidad productiva (fertilidad), identificándolos con un nombre referido a las características mencionadas.

Existen diversas clasificaciones taxonómicas como la de la 7<sup>a</sup> Aproximación (Estados Unidos), la Francesa (considerado como el mejor sistema para la zona tropical húmeda), la de FAO-UNESCO, que consta de 64 unidades las cuales reciben nombres tradicionales de la escuela rusa como: Chernozems, Solonetz, Rendzina o nombres de otras clasificaciones también adoptadas a nivel mundial como: Vertisoles, Rankers, Andosoles, etc.

### 2.3.2 Planos de series, tipos y fases de suelos

De acuerdo al Manual de levantamientos de Suelos del USDA (United States Department of Agriculture), se denomina serie a un grupo de suelos con horizontes similares tanto en su arreglo y desarrollo a partir de un mismo material litológico como en sus características de pendiente, pedregosidad, grado de erosión, posición topográfica y profundidad a la roca matriz, excepto en la textura del horizonte "A".

Las series permiten reunir y organizar las unidades carto-

gráficas al mismo tiempo que ayudan a recordar las relaciones y propiedades entre los suelos.

Cabe mencionar, que una diferencia significativa de cualquiera de las propiedades mencionadas (textura, profundidad, grado de erosión...) puede ser la base para el reconocimiento de una serie diferente. Sin embargo, lo común es el cambio de varias características a la vez, ya que están relacionadas genéticamente entre sí.

El tipo de suelo ha sido conceptualizado como una subdivisión de la serie tomando como base la textura del suelo superficial. Hoy en día algunos países como los Estados Unidos declaran al tipo de suelos como obsoleto y lo consideran como una fase y otros como Francia lo conservan y utilizan en los levantamientos detallados de suelos.

### 2.3.3 Planos de clases agrícolas

La clasificación de tierras de acuerdo a su aptitud al riego es una interpretación de las cualidades y características de los terrenos en función de la facilidad o dificultad que presentan para su uso, principalmente, bajo el riego. Este estudio es necesario donde se van a construir obras de regadío y comprenden las áreas dominadas por los canales. El plano correspondiente se hace por separado del plano de suelos para darle mayor claridad a su interpretación. En el país se consideran hasta " 6 clases." (5)

---

(5) SARH, Factores y Parámetros para la Clasificación de Suelos con Fines de Riego Aprobadas por la Dirección de Agrología  
Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, México, 1978, 45 p.



tomadas a partir de la clasificación de suelos con fines de riego empleada en Estados Unidos por el Departamento de Agricultura y que han sido aprobadas por la Dirección de Agrología de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. A continuación -- se hace una descripción de cada una de ellas.

### Clase 1

Son suelos sin limitaciones o éstas son muy pocas para la irrigación, son productivos ya que requieren de un mínimo de manejo para producir cosechas con altos rendimientos en la mayor -- parte de los cultivos adaptados climáticamente.

Los suelos de clase 1, presentan texturas de franco arenosas finas hasta franco arenosas muy friables; son suelos profundos -- (mayores de 100cms); tienen buena permeabilidad; no se ven afectados por salinidad (menos de 4 milimhos/cm) o sodicidad (menos de 15 % de sodio intercambiable); la pedregosidad es escasa en el perfil y en la superficie; el peligro de erosión hídrica o eólica es mínimo; presentan un relieve plano o con pendientes menores de 1%; asimismo, un drenaje superficial bueno, con profundidad al manto -- freático a más de 150 cm; la profundidad al estrato impermeable generalmente se presenta a más de 200 cm de profundidad; no presenten problemas de inundación. Estos suelos no requieren de elevados costos para su manejo.

### Clase 2

Son suelos que tienen de ligeras a moderadas limitaciones

para fines de riego; de productividad media y requieren de un me jo r ma ne jo para obtener cosechas con altos rendimientos de los cultivos adaptados climáticamente.

Los suelos de esta clase tienen texturas variables entre arena francosa fina a arcillas friables y poco pesadas; la profundidad a los lechos de grava, guijarros o piedra varían de -- 59-100 cm; la permeabilidad es moderadamente rápida o moderadamente lenta; la salinidad es de 4-6 milimhos/cm (se ven afectados ligeramente) y la sodicidad es menor de 15%; presentan poca pedregosidad en el perfil y superficie.

La erosión hídrica o eólica es ligera; el relieve es ligeramente ondulado y con pendientes de 1-3%; presentan un drenaje superficial moderado; la profundidad del manto freático es de - 100-150 cm y la profundidad al estrato impermeable es de 120 a 200 centímetros.

Las características anteriormente descritas muestran que - los suelos de la clase 2 presentan ligeras afectaciones en el aspecto químico y físico por lo que, los gastos iniciales de ma ne jo son elevados para obtener rendimientos aceptables de los cultivos adaptados climáticamente.

### Clase 3

Son suelos que tienen de severas a moderadas limitaciones para fines de riego; son de productividad restringida para la ma yo ría de los cultivos adaptados climáticamente o son suelos que

Requieren de un manejo de alto nivel para obtener cosechas de moderados a altos rendimientos.

Los suelos de esta clase tienen texturas de arena media a arcillas pesadas; la profundidad a los lechos de piedra, grava o guijarros es de 25-50 cm y a la roca fracturada o hardpan es de 30-60 cm.

La permeabilidad puede ser lenta o rápida; son suelos moderadamente afectados por salinidad (entre 16 y 25 milimhos/cm) y una sodicidad de 20 a 25%, por lo que requieren de lavados; presentan pedregosidad en el perfil y en la superficie; son propensos a una fuerte erosión hídrica y eólica.

Estos suelos además se caracterizan por un relieve ondulado con pendientes de 3 a 5% y con un drenaje superficial de lento a rápido; el manto freático se localiza entre 50-100 cm de profundidad, mientras que la del estrato impermeable es de 90 a 120 centímetros; los riesgos de inundación son bajos, puesto que se preven un mínimo de tres inundaciones por avenidas en 10 años.

#### Clase 4

Son suelos que tienen muy severas limitaciones para fines de riego y generalmente son adecuados para pocos cultivos adaptados climáticamente, que pueden crecer o producir bajo un nivel muy alto de manejo

Son suelos cuya textura varía de arena gruesa a arcilla --

muy coloidal y pesada; son de poca profundidad (25 a 10 cm); permeabilidad de muy lenta a muy rápida; están fuertemente afectados por sales (de 16 a 25 milimhos/cm) y sodio de 25-35%; la pedregosidad tanto del perfil como de la superficie es muy abundante - y los afloramientos de roca cubren del 50 al 75% de la superficie ocupada por los suelos de esta clase. Están fuertemente afectados por erosión hídrica y/o eólica; el relieve es fuertemente ondulado con pendientes de 5 a 10%, lo que significa que tienen severas limitaciones para el uso de maquinaria agrícola.

El drenaje superficial es muy lento o muy rápido, debido a lo ondulado del relieve, la profundidad del manto freático es de 20-50 cm; mientras que la profundidad al estrato impermeable es menor de 90 cm. Los riesgos de inundación son altos, puesto que se preven aproximadamente 5 inundaciones por avenidas en un periodo de 10 años.

#### Clase 5

Son suelos cuyas limitaciones actuales son de tal naturaleza que impiden su manejo bajo riego. Requieren un estudio especial (agronómico, económico u otros), o la terminación de los trabajos de mejoramiento para determinar su clasificación definitiva, es decir, si se quedan finalmente en clase 4 o pasan a los suelos de clase 6 o no irrigable.

## Clase 6 (no irrigable)

Incluye las tierras que no cumplen con los requisitos mínimos para ubicarlas dentro de las categorías superiores de tierra en determinado estudio o en pequeñas áreas de tierras irrigables que se encuentran en extensiones grandes de tierras que no reciben riego.

A manera de comentario y como resultado de cierta experiencia en levantamientos de suelos con fines de riego, considero que los parámetros antes mencionados solo deben tomarse como "guía" para unificar criterios entre las personas dedicadas a este tipo de estudios, pero en ningún momento deberán convertirse en las "medidas o indicadores" incapaces de ser alterados o substituidos por otros obtenidos durante el quehacer diario y vivencias de los estudiosos del suelo, para que dicha clasificación sea más completa y acorde a las condiciones de muchos suelos del país.

Asimismo, creo conveniente se tome en cuenta para dicha clasificación la fertilidad del suelo, en cuanto a los contenidos de materia orgánica y la flora y fauna creadora y conservadora del suelo; que los valores de pendiente, pedregosidad, salinidad, sodicidad, inundación, entre otros, sean más precisos para desechar a suelos que no reúnan las condiciones adecuadas para ser regados sin que impliquen elevados costos e inversiones.

#### 2.3.4 Cartas de uso del suelo

Proporciona información a nivel local, regional y nacional sobre los recursos vegetales, tanto naturales como cultivados, así como de los medios de comunicación, poblados, infraestructura urbana y rural y en general todos los aspectos culturales del paisaje.

El plano representa mediante claves los diferentes usos de la tierra que se clasifican en: agrícola, de acuerdo con el tipo de explotación (riego y temporal) y régimen de cultivo (anual, semipermanente o permanente); áreas de pastizales, bosques, matorrales y los demás tipos de vegetación.

También aparece información sobre los servicios con que cuentan las poblaciones así como la infraestructura; su contenido se considera de gran utilidad, ya que muestra si el uso que se vienen haciendo es el adecuado o es necesario adoptar nuevas normas; es lo que se denomina uso potencial.

Considero que el término "uso del suelo" no debería comprender la descripción y ubicación de la vegetación natural, puesto que ella no utiliza al suelo, sino es integrante de él, siendo el hombre el que lo hace al ocupar el suelo con plantas cultivadas, vías de comunicación, presas, poblados... por lo que las cartas que representen a la vegetación nativa deberían llevar otro nombre quizá "Cartas de Distribución de la Vegetación Natural". Sin embargo, así ha sido establecido por diversos organismos y se tiene que respetar.

### 2.3.5 Cartas de tenencia de la tierra

Muestran los límites de terrenos agrícolas y pecuarios ,a demás del tipo de posesión bajo el cual son trabajados. Son útiles en la planeación de un distrito de riego, en el establecimiento de una industria agropecuaria, de asentamientos urbanos, financiamiento agropecuario, etc. La leyenda muestra los siguientes límites: propiedad privada, ejidal, federal, comunal, colonia, zonas urbanas y en conflicto y terrenos nacionales; todos ellos aparecen con una clave numérica.

### 2.4 Factores y parámetros de clasificación de suelos con fines de riego

#### -Factores edáficos

Las características observables (cualitativas) y medibles (cuantitativas) del suelo que son útiles en su clasificación con fines de riego son: profundidad efectiva, textura, permeabilidad, drenaje, susceptibilidad a la erosión, pedregosidad o rocosidad, profundidad al manto freático; estructura, consistencia, color, capacidad de retención de humedad (drenaje superficial e interno) y las características químicas que son: fertilidad, pH, capacidad de intercambio de cationes, salinidad o sodicidad y tipo de arcilla mineral. Las características biológicas tales como: cantidad de materia orgánica, fijadores de nitrógeno y otros organismos benéficos.

Algunas de estas características tienen cierta estabili---

dad y otras no, como ocurre con la estructura que se modifica por los diferentes tratamientos culturales a que esta sujeto el suelo. También es común que algunas de ellas estén relacionadas directamente entre si, tal es el caso de la retención de humedad con la textura, por lo que en la clasificación de los suelos no se debe dejar fuera de consideración ningún factor de los mencionados. A continuación se anota la influencia de algunas características físicas del suelo para lograr su clasificación para riego.

El factor topografía en la clasificación de los suelos refleja la necesidad de preparación del terreno y los costos que esto implica, la facilidad o dificultad en hacer llegar el agua a la zona y aplicarla a la tierra cultivada, además, el tipo de drenaje o la adaptabilidad y permanencia del cultivo. Por consiguiente, las excesivas deficiencias topográficas afectan adversamente el uso del agua de riego, haciendo que los suelos queden clasificados en las tres últimas clases.

El grado de pendiente del terreno (en función directa de la topografía) es uno de los factores importantes para su clasificación, ya que los terrenos con depresiones o poca pendiente generalmente, tienen drenaje deficiente. Lo contrario ocurre con terrenos de excesiva pendiente donde el agua escurre con tanta velocidad que erosiona el terreno y deja escasa oportunidad para su filtración, por lo tanto, es bajo el aprovechamiento de agua por los cultivos ahí establecidos. Además, en el aspecto económico, la preparación del terreno es costosa porque hay la necesidad de nivelarlo o hacer terraceo para evitar su desgaste.



Otro aspecto a considerar en la clasificación es la textura (proporción relativa de arena, limo y arcilla) ya que afecta a otras características físicas, químicas y biológicas de este elemento. Los suelos de textura fina tienen mayor capacidad de adsorción de nutrientes, los suelos arenosos son más porosos y permiten una filtración rápida del agua, los de textura media tienen un drenaje y permeabilidad moderada o rápida lo que permite un buen acondicionamiento de los cultivos.

La profundidad efectiva del suelo, es decir, su espesor es importante para el establecimiento de ciertos cultivos. Su profundidad esta en relación con la edad, origen o modo de formación así como de su ubicación o posición (valle, llanura...). La profundidad, también se considera para definir los métodos de riego, la maquinaria y el tipo de cultivo a establecer. Otra característica física de importancia es la permeabilidad que está en función directa de la textura y la presencia de algunas capas impermeables (claypan). La permeabilidad se reduce con la labranza continua y sin las herramientas adecuadas y aumenta con la siembra de plantas con raíces profundas.

En el cuadro 1 aparecen los factores y parámetros para clasificar los suelos con fines de riego, en forma resumida, propuestos por la Dirección de Agrología de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Se emplean para uniformizar criterios en clasificaciones de suelos (para riego) realizadas por organismos públicos y privados del país, que tengan nexos con la secretaría antes mencionada.

FACTORES Y PARAMETROS PARA LA CLASIFICACION AGRICOLA DE SUELOS CON FINES DE RIEGO

FACTORES Y SIMBOLOS	UNIDADES PARA DESCRIPCION	TIPO DE DETERMINACION	CLASES						OBSERVACIONES
			1	2	3	4	5	6	
1.- Textura (capa 30 cm) (S <sub>1</sub> )	Nombre textural de acuerdo al triángulo de texturas.	Campo o laboratorio.	Franco arenosa muy fina hasta franco arenosa muy friable	Arena francosa fina arcillas friables poco pesadas.	Arena media o arcillas pesadas.	Arena gruesa o arcilla muy coloidal y muy pesada.	-	-	La textura determinada al tacto en el campo es la que debe tomarse en cuenta para la clasificación, salvo en los pozos representativos, en la que se tomará en cuenta la textura de laboratorio.
2.- Profundidad a los lechos de: (S <sub>2</sub> ) a) Grava, guijarros o piedras. b) Roca fracturada o hardpan	cm.	Medida de campo en el perfil.	>100	100-50	50-25	25-10	-	<10	En este caso se considera menor la profundidad necesaria, ya que las raíces pueden penetrar entre las gravas y las piedras.
	cm.	Medida de campo en el perfil.	>120	120-00	60-30	30-15	-	<15	En este caso se considera mayor la profundidad necesaria, ya que la roca es impenetrable por las raíces.
3.- Permeabilidad (S <sub>3</sub> )	Cualitativa por horizonte.	Estimada en todo el perfil.	Buena	Moderadamente rápida a moderadamente lenta.	Lenta o rápida.	Muy lenta o muy rápida.	-	-	
4.- Salinidad. (A <sub>1</sub> )	mmhos/cm. a 25°C.	Laboratorio o campo.	<4 sin afectación	4-6 afectada	8-16 Moderadamente.	16-25 Fuertemente	-	>25 Muy fuertemente	La salinidad debe determinarse preferentemente en el laboratorio a partir del extracto de saturación.
5.- Sodicidad. (A <sub>2</sub> )	Porcentaje de sodio intercambiable.	Laboratorio.	<15	15-20	20-25	25-35	-	>35	Si además dominan las arcillas expansivas, se debe indicar en una clase inmediata inferior.
6.- Pedregosidad en el perfil. (P <sub>1</sub> )	Cualitativa.	Apreciaciones de campo en el perfil.	muy poca o ninguna	Poca	Abundante	Muy abundante	-	-	De acuerdo a la posición de la pedregosidad en el perfil, se da la clasificación que se da.
7.- Pedregosidad en la superficie (P <sub>2</sub> )	Cualitativa.	Apreciación de campo.	muy poca o ninguna	Poca	Abundante	Muy abundante	-	-	Cuando se cuenta con fotografías aéreas a escala conveniente se darán los datos en relación al % del área afectada.
8.- Roccosidad (afloramientos). (P <sub>3</sub> )	a) % del área afectada. b) Separación en m.	Campo o gabinete con fotografías aéreas.	<5	5-20	20-50	50-75	-	>75	Esta forma de estimar los afloramientos rocosos se hace con apreciación de campo o preferentemente con fotografías aéreas.
		Campo o gabinete con fotografías aéreas.	>60	60-30	30-10	10-3	-	<3	El criterio de distancia entre rocas o masas rocosas pueden modificarse con la interacción de los factores topográficos.
9.- Erosión (Hídrica o eólica). (E)	Cualitativa.	Campo o gabinete con fotografías aéreas.	Leve	Moderadamente	Fuerte	Muy fuerte	-	-	Usando fotografías aéreas puede determinarse con efectividad el origen, clase y magnitud de la erosión en cada núcleo delimitado.
10.- Pendiente (I <sub>1</sub> )	%	Medida en el campo o gabinete.	0-3	3-6	6-12	12-20	-	>20	
11.- Relieve. (I <sub>2</sub> )	Cualitativa.	Apreciación en el campo o gabinete con fotografías aéreas.	Plano con ligera pendiente.	Suavemente ondulado	Ondulado	Fuertemente ondulado	-	Escarpado	
12.- Drenaje superficial. (D <sub>1</sub> )	Cualitativa.	Apreciación cualitativa de la facilidad del desagüe.	Bueno	Moderado	Lento o rápido	Muy lento o muy rápido	-	-	Este fenómeno puede ocasionar encharcamientos.
13.- Profundidad del manto freático (D <sub>2</sub> )	Estimado en cm.	Medida en el campo.	>150	150-100	100-50	50	-	<25 cm.	Esta capa puede ser roca, hardpan, caliche duro o conglomerado que puede impedir el drenaje verticalmente.
14.- Profundidad del extracto impermeable (D <sub>3</sub> )	cm.	Medida en el campo.	>200	200-120	120-90	90	-	-	
15.- Inundación. (I)	Ocurrencia en 10 años	Por referencia o informes estadísticos.	Ninguna	2	3	5	-	Semi-permanente	Este caso se refiere a inundaciones por avenidas y que afectan a los cultivos.

NOTA: Los parámetros indicados son una guía general para la clasificación agrícola de suelos.

## CAPITULO 111

## DESARROLLO DEL METODO FOTOPEDOLOGICO

## 3.1 Primera fase, trabajo de gabinete

-Revisión bibliográfica y cartográfica sobre las condiciones generales de la zona

Esta parte se refiere a la selección de todas aquellas -- fuentes de consulta (libros, folletos, revistas, mapas, cartas...), que traten temas relacionados directamente con los suelos, agricultura, hidrología, climas, geomorfología, etc., de la región. Así por ejemplo, si a través de la geología se ha reconocido que el área bajo estudio es una llanura costera de levantamiento que antiguamente estaba cubierta por las aguas oceánicas, entonces se debe estudiar lo referente a suelos derivados de rocas sedimentarias en ambientes tropicales como es el caso de la zona de estudio.

-Revisión del material fotográfico

Las fotografías aéreas que cubran la zona de estudio se -- deben revisar cuidadosamente a fin de evitar que los límites resultantes no sean erróneos. Los posibles defectos que puede tener una fotografía son: manchas por la mala impresión o nubosidad, que el tono, textura o resolución o el mismo material fotográfico no tengan la calidad requerida (baja calidad de la película o papel fotográfico). En caso de que ocurriera alguno de

los defectos mencionados, las fotografías se deben reponer por otras que esten en buenas condiciones para que el plano final sea de utilidad.

#### -Formación del mosaico fotográfico y delimitación del área de estudio

Con la ayuda del fotoíndice se procedió a la elaboración de los mosaicos fotográficos de contacto a escalas aproximadas de 1:8 000 y 1:20 000; con su formación se tuvo un panorama de la zona y se procedió a su delimitación (en el mosaico escala 1:20 000), apoyándose en los límites naturales observables, resultando una extensión de 11 241.7 ha., con forma alargada en sentido NE-SW. Posteriormente se localizó en la carta topográfica "Veracruz" editada por la Secretaría de la Defensa Nacional escala 1:100 000, con curvas de nivel cada 50 m (1970), para obtener sus coordenadas geográficas.

#### -Inspección estereoscópica del mosaico fotográfico

Una vez realizado lo anterior y con una idea general de las condiciones que prevalecen en la zona, se lleva a cabo la inspección estereoscópica del mosaico a fin de verificar y comprender las cualidades físicas del área, asimismo, ofrece la oportunidad de detectar problemas de mal drenaje, de sales o sodio, de erosión, pedregosidad, etc. También se puede conocer la densidad de muestreo de pozos agrológicos para el trabajo de campo.

### -Estudio de los tonos fotográficos

Este es un elemento de gran utilidad en el análisis de -- las propiedades de los suelos y rocas, desde luego, cuando estos se encuentran desprovistos de vegetación, o sea, es escasa o esparcida. Las fotografías que se emplean son en blanco y negro, las cuales presentan tonos que van desde los grises oscuros (casi negros) a los grises claros (casi blancos), que dependen del color del suelo, de su humedad, vegetación o características relacionadas con el equipo y película empleados. Los tonos que presentan las fotografías del área son oscuros en las partes elevadas (lo que indica que su textura es fina) y de gris claro en las cercanas a los arroyos y río principal (Vinazgo), por lo que se indujo que correspondían a texturas gruesas y medias.

### -Trazo de los límites de series y clases de suelos

Una vez analizados los puntos anteriores y con la obtención de datos sobre geomorfología, geología, climas, etc., se delimitaron las series y clases de suelos en pares estereoscópicos, tomando en cuenta factores tales como topografía (diferenciando zonas planas de onduladas), zonas pantanosas, terrazas aluviales, zonas erosionadas, etc.

Como resultado de la fotointerpretación se delimitaron dos series de suelos (Llano de Enmedio y Naranjo Dulce); suelos de las seis clases, en especial de la 1 a la 3. Con los resultados de campo y laboratorio se determinan con exactitud los límites mencionados, además de las fases de suelos.

### -Señalamiento de los sitios de muestreo

Habiendo comprendido la génesis de los suelos en el trabajo de gabinete y con el trazo de los límites de series y clases de suelos, resulta relativamente fácil diseñar el muestreo. El número de sitios y el carácter de estos (pozos, barrenaciones, muestreos superficiales) estará en función de los límites que deben comprobarse en campo, así como de todas las dudas que hayan surgido durante la fase de gabinete.

### -Formación del plano provisional

Una vez obtenida la delimitación de las series y clases de suelos sobre los pares estereoscópicos, la información se vació al plano topográfico de escala 1:20 000, al cual se le anotaron los datos sobre la toponimia y otros rasgos físicos y culturales, así como los sitios de muestreo y los accesos para llegar a ellos.

## 3.2 Trabajo de campo

### -Material

Para realizar esta parte del método fotopedológico, se emplea el siguiente material: herramienta (palos, picos, martillos y espátulas), bolsas de polietileno y etiquetas para las muestras de suelos; recipientes de plástico para las muestras de agua; tablas de colores Munsell; ácido clorhídrico, agua oxigenada y fenolftaleína; barrenas para determinar límites de series.

Material fotográfico (fotografías aéreas escalas 1:8 000 -

y 1:20 000) y material cartográfico (plano topográfico provisional con escala aproximada de 1:20 000).

Durante esta fase se tomaron muestras de agua en arroyos, norias y el río Vinazco en diferentes puntos para su posterior análisis químico y conocer su utilidad como agua de riego; asimismo, se realizaron varias pruebas de infiltración para saber el punto de saturación de los suelos.

También se realizó una descripción cualitativa de la vegetación y las formas de relieve, así como encuestas de la actividad agrícola y ganadera como son: épocas de cosecha y siembra, tipos de semilla utilizada; épocas de apareamiento, destete; centros de venta de los productos agropecuarios, etc.

Finalmente se realizaron recorridos por toda el área para conocer el nivel de vida de sus habitantes, las actividades económicas predominantes, número de escuelas, hospitales, así como de otros servicios con que cuenta la población.

#### -Apertura de pozos agrológicos

La apertura de pozos agrológicos se efectuó para conocer las características morfológicas de los suelos y poder caracterizar plenamente a los tipos, series y clases de suelos. La descripción de los perfiles se realizó en términos apreciativos de acuerdo a parámetros que dicta la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

La toma de muestras de los perfiles se hizo por horizontes después del examen morfológico para su análisis físico y químico en laboratorio.

-Toma de fotografías panorámicas y de los perfiles de suelos

Este punto es importante, porque permite el análisis posterior de los perfiles para aclarar dudas en el trabajo de gabinete final, además de ilustrar el reporte o memoria. Las fotografías se toman en serie para obtener pares estereoscópicos y fotografías simples del paisaje que rodea al sitio de muestreo - (panorámicas).

-Colección de muestras de suelo y agua para análisis físicos y químicos

Para obtener las muestras de agua se hace una planeación de muestreo similar a la de los pozos agrológicos, es decir en aquellos sitios que presenten aparentemente un cambio de color, turbidez o temperatura del agua. Las muestras se tomaron en todos los escurrimientos superficiales y norias de la zona a distintas profundidades y sitios, incluyendo los pozos agrológicos donde el manto freático afloraba a poca profundidad (fase hidromórfica). En el caso de las muestras de suelos, se tomó una porción de este material por cada horizonte del perfil, tratando de empezar de abajo hacia arriba para evitar la mezcla de suelo de otro perfil; se empacaron las muestras para enviarlas a laboratorio y someterlas a sus respectivos análisis.



### 3.3 Segunda fase, trabajo de gabinete

#### -Verificación de la fotointerpretación apoyada en datos de campo y laboratorio

En esta etapa, se evalúa la primera interpretación y se corrigen límites o se establecen algunos nuevos ya con bases firmes sobre los resultados de laboratorio y trabajo de campo. Aquí es donde se hacen comparaciones y correlaciones de unos y otros resultados y ver la efectividad del método empleado.

Durante la reinterpretación se definieron finalmente dos series de suelos, la de Naranjo Dulce y la de Llano de Enmedio y cinco fases: hidromórfica (el manto freático se encontró a menos de dos metros de profundidad), moderadamente profunda, poco y muy poco profunda (la profundidad efectiva del suelo es menor de 1.80 m) y profunda sin encontrarse "tipos", es decir, pequeñas extensiones de suelos con variación en la textura de las capas superficiales.

#### -Elaboración del plano de series, clases y fases de suelos

En la elaboración de mapas de los diferentes conceptos -- se utilizan planos topográficos base (original), los que se han obtenido de impresiones de autopositivos o maduros; de estos maduros se obtienen copias heliográficas en las cuales se vaciará la información de las fotografías aéreas con los diferentes conceptos, una vez terminada ésta labor, se vacian los datos de las heliográficas a los autopositivos.

Los planos obtenidos serán los originales de los cuales se obtendrán las copias necesarias con los datos que se requieren. Se obtienen las copias suficientes para la presentación del reporte final y se colorean los límites con tonos específicos que representan cada concepto.

## CAPITULO IV

## DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

## 4.1 Aspectos físicos

## -Localización

El área de estudio se ubica a  $20^{\circ} 44'$  y  $20^{\circ} 52'$  de latitud norte y a  $97^{\circ} 57'$  y  $98^{\circ} 05'$  de longitud oeste de Greenwich, con una altitud que varía de 100 a 500 msnm, a ambas márgenes del río Vinazco. Sus límites naturales son: al norte la mesa de Cacalote, al este y sureste las mesas de Cacahuatengo y Piña, al sur las estribaciones del cerro El Fortín y al occidente las serranías del Dorado y Coyolar.

La zona se localiza al NNW del Estado de Veracruz, quedando políticamente incluida en el municipio de Ixhuatlán de Madero. La superficie estudiada es de 11 241.7 ha, extendiéndose desde el poblado de La Jabonera hasta Lomas de Vinazco. Respecto a las vías de comunicación estas son escasas, ya que únicamente cuenta con caminos de terracería, brechas y veredas, que comunican a los principales poblados con El Alamo que es la población de mayor importancia en la zona. De Llano de Enmedio parten tres caminos que lo comunican con Ixhuatlán (que es la cabecera municipal), Colotlán y Benito Juárez, todos ellos de terracería como ya se mencionó.

## -Geología

La zona se localiza en la provincia fisiográfica denominada Sierra Madre Oriental (Raisz, 1959), formada durante largos periodos de sedimentación en el premesozoico y cenozoico, con importantes aportaciones de material ígneo (basalto y andesita) del terciario, su origen es de carácter tectónico. La provincia esta cortada por profundos cañones con dirección predominante oeste-este y en general constituida por varias cadenas paralelas, separadas por estrechos valles longitudinales.

Geológicamente, queda ubicada en la cuenca sedimentaria "Tampico-Tuxpan" (6), formada durante el mesozoico y cenozoico; se caracteriza por su predominancia de sedimentos marinos depositados en aguas someras (flisch), en una cuenca originada a consecuencia de los primeros plegamientos de la Sierra Madre Oriental, definida por diversas facies según el medio ambiente dominante durante el período de depósito, entre las que destacan las formaciones de Chicontepec inferior, medio y superior, de Aragón y de Guayabal.

La formación Chicontepec inferior está constituida por una serie de areniscas, lutitas y margas depositadas en aguas poco profundas y cuya base está formada por capas de conglomerados. Asociada a ésta, se encuentra la formación Velazco, formada por lutitas y lutitas calcáreas intercaladas con capas de areniscas calcáreas

---

(6) Proyecto Chicontepec, Tomo 1, ICATEC, S.A., 1980, 1530 pp.

Las formaciones Chicontepec medio y superior (Jumble, 1918) y Aragón (Nuttal, 1930), son representativas del eoceno inferior de la zona. La primera está formada por arenisca de grano medio de color gris, en alternancia con lutitas del mismo color. Ambas se presentan en estratos delgados.

Mientras que la porción Chicontepec superior está representada en la zona por capas de arenisca de color gris a gris oscuro que alternan con lutitas y margas arenosas de color gris. El espesor de la formación en la zona de Chicontepec, es de unos 150 m, en tanto que la formación Aragón se constituye únicamente por lutitas de color gris claro a gris azul, que por intemperismo han tomado un color amarillento; esta formación es la representativa de la facie profunda de Chicontepec superior, con espesores de 80 a 150 m.

En la formación Guayabal, donde queda incluida parte de la zona de estudio, abundan lutitas de color azul, gris y café que por acción del intemperismo han tomado un color gris. Tales capas contienen intercalaciones de arenas finas. Esta formación es rica en fósiles marinos, lo que indica origen en aguas someras.

Durante el terciario y principios del cuaternario se manifestó en la zona actividad ígnea (principalmente andesita y basalto) cubriéndose porciones considerables de este material.

Por el tipo de rocas existentes en la zona se tienen suelos de texturas finas con un pH neutro o ligeramente alcalino y con un alto contenido de calcio, magnesio, potasio, así como óxidos de

fierro y aluminio debido a la presencia de micas y feldespatos cuya coloración predominante es oscura como los café-rojizos y amarillentos; tienen una alta capacidad de intercambio catiónico lo cual le confiere un alto grado de fertilidad. También hay una alta proporción de suelos de textura media y colores más claros, con un pH neutro y una moderada capacidad de intercambio catiónico aún cuando también son productivos. Su capacidad en este aspecto, es menor que la de los primeros, pero tienen contenidos de calcio de altos a moderados, magnesio y óxidos de fierro.

#### -Geomorfología

Morfológicamente se pueden distinguir en la zona: serranías, colinas y valles. Las primeras son de baja altura, plegadas y en estado de madurez, desarrolladas bajo condiciones de clima húmedo, caracterizadas por una marcada disección causada por las corrientes superficiales.

Las colinas, estribaciones de las serranías, corresponden a formas de tercer orden o destruccionales, presentando pendientes suaves y poco disectadas ya que la presencia de cárcavas es mínima. La zona acolinada se encuentra en gran parte en el Valle de Llano de Enmedio.

Los valles fluviales (también formas de tercer orden o destruccionales), presentan un estado de juventud, ya que son estrechos y poco profundos.

De acuerdo a los rasgos observados en el terreno se puede inferir cual ha sido la influencia de las geoformas en el origen de los suelos, a través de los procesos pedológicos. En la parte montañosa se han originado suelos "in situ" de poca profundidad y de texturas medias a finas, donde predominan los litosoles y las rendzinas. En las zonas de colinas o lomeríos predominan los suelos de origen aluvial, debido a la influencia de las corrientes secundarias; hay así mismo, pequeñas extensiones en los piedemontes con suelos de origen coluvial.

En los valles, el suelo es de origen aluvial derivado de sedimentos acarreados y de depositación reciente (desde el punto de vista geológico), lo que les da un carácter aleatorio en el orden de sus capas resultando perfiles muy complejos. Son por lo tanto suelos inmaduros o jóvenes que ocasionalmente presentan indicios de lixiviación, es decir son suelos no desarrollados o muy poco desarrollados.

La topografía como rasgo asociado a los diferentes sistemas geomórfológicos, presenta en el área las siguientes características: las serranías con pendientes mayores al 12%; la zona de colinas o lomeríos presenta pendientes variables entre 6 y 12 % la zona de los valles tiene pendientes suaves, de planas a un 3 %, presentando ligeras depresiones de forma cóncava con pendientes menores al 1.0 %, las que constituyen zonas de inundación, sin que este fenómeno sea típico del paisaje.

De acuerdo a lo anterior, se ve que la influencia del relieve y sus distintos valores de pendiente son factores determinantes -

para la clasificación de los suelos de la zona, provocando que una parte importante de ellos no sea apto para el riego.

#### -Climatología

Para la caracterización del clima de la zona se recurrió a datos estadísticos obtenidos en el Observatorio Meteorológico Nacional, para las estaciones de Chicontepec e Ixhuatlán de Madero, además se utilizó la carta climática "Pachuca 140-4", escala 1:500 000 editada por CETENAL (Comisión de Estudios del Territorio Nacional) y el Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México en 1980.

En la definición del clima se consideraron dos sistemas de clasificación, el de Koeppen, modificado por Enriqueta García y el de Thorntwaite (segundo sistema). El primero describe el clima a nivel regional, por lo que no es de mucha utilidad para la determinación del clima de un área tan reducida como la que se está tratando, sin embargo, es útil para comparar los valores -- que resulten de esta clasificación con los del Segundo Sistema de Thorntwaite, que permite, precisar el clima a nivel local y -- parámetros tales como: distribución de humedad a lo largo del -- año, balance de agua entre suelo y atmósfera, deficiencia o dema -- sía de agua, evapotranspiración real, etc., que son de utilidad -- para la planeación de las actividades agropecuarias, en especial cuando se pretende establecer una agricultura de riego.

En los cuadros 3 y 4 aparecen los valores de los distintos elementos del clima, registrados en las estaciones meteorológi-



cas de Chicontepec e Ixhuatlán de Madero en el Estado de Veracruz.

Con base en los datos climatológicos mencionados se observa lo siguiente: las temperaturas son moderadamente altas al igual que la evaporación, sin embargo, hay un exceso favorable de humedad debido a las lluvias abundantes, y únicamente en los meses de menor precipitación, hay necesidad de riegos de auxilio.

Esto se explica porque a pesar de que llueve casi todo el año, hay una época comprendida entre los meses de diciembre y marzo donde la humedad es deficiente, pues las lluvias varían entre 34.0 y 60.8 mm no existiendo así, el suministro de agua suficiente para el buen desarrollo y producción de los cultivos.

De acuerdo a las temperaturas medias y el porcentaje reducido de heladas que se registran, es factible establecer numerosos cultivos durante todo el año. En lo referente a los vientos, no hay problema, ya que sus intensidades son de débiles a moderadas, por lo que no provocarían el acame o caída de los cultivos.

De acuerdo al Segundo Sistema de Thorntwaite el clima del área (representado por la estación de Chicontepec) es:  $B_2rB'_4a'$  que significa: moderadamente húmedo, nula deficiencia de agua, --- semicálido con una concentración térmica en el verano más baja que la normal. El climograma (gráfica 1) indica demasía de agua en los meses de junio a febrero, lo que provoca la presencia --- de humedad almacenada en el suelo durante todo el año, que se --- ría de gran provecho para los cultivos a establecer. En ningun---

no de los meses la evapotranspiración excede a la lluvia y únicamente en los meses de marzo a mayo, que son los de menor precipitación, habrá la necesidad de dar riegos de auxilio a los cultivos que así lo requieran.

El clima para el área de Ixhuatlán de Madero es:  $B_2RA'a'$ , que se interpreta como moderadamente húmedo, con nula deficiencia de agua; cálido, con una concentración térmica normal en el verano. La gráfica 2 que es la correspondiente al área de Ixhuatlán de Madero, indica que durante los meses de mayo a noviembre hay demasía de agua, resultante de una mayor cantidad de lluvia sobre la evapotranspiración, ocurriendo lo contrario en los meses de diciembre a mayo, donde la lluvia fue menor que la evapotranspiración provocando movimiento de humedad en el suelo, es decir su pérdida, por lo que, en esos meses se nota claramente la necesidad de riegos de auxilio.

#### -Hidrología

La zona forma parte de la cuenca hidrológica del río Tuxpan. El río Vinazco que es la corriente principal, se origina en la Sierra Madre Oriental y corre en dirección SW-NE en la zona. Tiene como afluentes al río Chiflón (denominado localmente río de Las Tres Casas) sobre el cual se localiza la presa de La Moquilla; en su margen izquierda el arroyo Del Chote. Aguas abajo el río Vinazco se une al Pantepec, mismo que cambia de nombre a río Tuxpan en el poblado de El Alamo. No se cuenta con datos sobre gastos y volúmenes de escurrimiento de estos ríos, excepto

CUADRO NUM. 2

Estación : Chicontepec Lat. N 20° 59' Long. W 98° 10' Alt,msm 595 Periodo 1961-1980

CONCEPTO	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	media anual
Temperatura media °C	17.1	17.6	21.1	23.6	24.8	25.7	25.4	24.2	23.1	22.8	20.2	16.9	21.9
Media de máximas °C	21.9	25.5	27.6	30.5	33.0	32.1	31.0	29.4	29.8	27.8	24.9	23.0	28.6
Media de mínimas °C	10.9	12.3	15.1	17.5	19.0	19.7	19.8	18.9	19.0	17.5	15.0	15.3	16.3
Oscilación media °C	11.0	13.2	12.5	13.0	14.0	12.4	11.2	10.5	10.8	10.3	9.9	11.7	11.7
Máxima extrema °C	40.0	38.0	36.0	41.5	43.0	40.0	40.0	39.5	39.0	37.0	39.5	34.0	43.0
Mínima extrema °C	-3.0	1.0	4.0	9.5	10.0	10.0	8.5	12.0	11.0	6.0	1.0	0.0	-3.0
Precipitación media (mm)	86.0	88.6	70.3	133.2	107.2	203.6	193.9	203.0	218.1	128.5	108.2	60.8	1601.4
Lluvia máxima en 24 Hrs. (mm)	50.0	302.5	45.0	66.0	190.0	140.0	140.0	149.0	208.5	126.0	80.7	50.0	312.5
Días con lluvia apreciable	9.0	7.2	5.3	5.6	5.7	9.7	10.8	10.7	8.9	8.9	6.3	6.0	61.8
Días con lluvia inapreciable	1.8	1.3	3.0	4.1	2.1	1.6	3.6	2.0	2.0	1.1	4.3	4.5	31.4
Días con rocío	1.1	1.7	1.7	1.5	2.0	1.7	1.5	1.5	1.7	2.3	1.8	1.2	21.9
Evaporación													
Días despejados	11.6	9.9	12.6	12.3	14.9	15.4	11.3	11.3	11.0	11.7	11.0	7.1	136.1
Días nublados	13.0	9.2	9.6	6.9	6.8	7.0	7.2	7.3	7.7	6.4	9.0	9.5	99.6
Viento dominante	N'	N'SE'	NE'	E'	E'	NE'	E'	N'E'	E'N'	SE <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SE'N'	N'SE'
Granizadas	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Heladas	2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2
Días con neblina	1.2	1.6	1.2	0.8	0.5	0.5	0.6	0.1	0.5	0.7	1.1	1.1	9.9

NUM.	CONCEPTO	M E S E S												VALORES MEDIOS O ANUALES
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	T °C	16.5	18.0	20.9	24.3	25.9	26.4	25.7	25.7	24.3	23.5	20.9	18.4	22.5
2	P (Cm)	4.27	3.88	4.97	7.43	15.28	34.63	30.91	25.34	31.71	16.59	8.24	3.40	186.65
3	i	6.10	6.95	8.72	10.95	12.06	12.42	11.92	11.92	10.95	10.41	8.72	7.19	I = 118.31
4	E p ' (Cm)	3.86	4.87	7.23	10.79	12.77	13.44	12.51	12.51	10.79	9.87	7.23	5.16	
5	F	0.95	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.14	1.11	1.02	1.00	0.93	0.94	
6	E P (CM) 4 x 5	3.67	4.38	7.45	11.33	14.43	14.92	14.25	13.89	11.01	9.87	6.72	4.85	EPa= 116.78
7	M H S (Cm)	0.6	-0.5	-2.48	-3.90	0.85	6.88	0	0	0	0	0	-1.45	
8	HA (Cm) MAXTOCm	9.15	8.65	6.17	2.27	3.12	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	8.55	
9	S (Cm)	0	0	0	0	0	12.83	16.65	11.45	20.70	6.72	1.52	0	Sa = 69.87
10	d (Cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	da = 0.0
11	E P R (Cm)	3.67	4.38	7.45	11.33	14.43	14.92	14.26	18.89	11.01	9.87	6.72	4.85	
12	E (Cm)	0	0	0	0	0	6.42	11.54	9.88	13.21	8.54	2.44	0.38	
13	RP = $\frac{2-6}{6}$	.16	-0.11	-0.33	-0.34	0.05	1.32	1.16	0.82	1.88	0.68	0.22	-0.29	

14 Ih= Índice de humedad =  $\frac{100 S_c}{EPa} = 59.83 \%$

16 Im = Índice pluviométrico =  $Ih - 0.6 I_a = 59.83 \%$

15 Ia= Índice de aridez =  $\frac{100 da}{EPa} = 0.0 \%$

17 S = Concentración térmica en el verano =  $\frac{100 EP h}{E P A} = 37.34 \%$

ESTACION : Ixhuatlan de Madero  
 LATITUD : 20°42'  
 LONGITUD : 98°0'  
 ALTITUD : 306  
 PERIODO : 1952-1980

FORMULA DEL CLIMA B<sub>2</sub>R'A'  
 Moderadamente húmedo, con nula deficiencia de agua;  
 cálido, con una concentración térmica normal en el verano.

T = Temperatura media mensual  
 P = Precipitación media mensual  
 i = Índice de calor mensual  
 EP = Evapotranspiración potencial mensual sin corregir

### SIMBOLOGIA

EP = Evapotranspiración potencial  
 MHS = Movimiento de agua en el suelo  
 HA = Humedad almacenada en el suelo  
 S = Demasía de agua

d = Deficiencia de agua  
 EPR = Evapotranspiración real  
 E = Escurrimiento  
 RP = Relación pluviométrica

CUADRO NUM. 4

Estación Ixhuatlán de Madero Lat. N. 20° 42' Long. W 98° 0' Alt,msm 306 Período 1952-1980

C O N C E P T O	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	MEDIA ANUAL
Temperatura media °C	16.5	18.0	20.9	24.3	25.09	26.4	26.4	25.7	24.3	23.5	20.9	18.4	22.5
Media de máximas °C													
Media de mínimas °C													
Oscilación media °C													
Máxima extrema °C													
Mínima extrema °C													
Precipitación media (mm)	42.7	38.8	49.7	74.3	152.8	346.3	309.1	253.4	317.1	165.9	82.4	34.0	1866.5
Lluvia máxima en 24 hrs. (mm)	65.5	45.0	66.0	60.5	90.5	125.5	67.0	94.0	200.0	116.0	76.5	28.0	200.0
Días con lluvia apreciable	8.14	6.89	7.46	8.40	13.78	19.92	22.92	21.06	21.15	16.44	11.20	8.13	165.49
Días con lluvia inapreciable	4.70	2.71	2.92	3.10	5.32	2.35	2.62	2.51	3.26	4.41	4.51	5.00	43.41
Días con rocío	12.96	13.42	13.07	12.67	8.57	5.50	4.44	5.92	5.82	7.51	10.79	14.48	115.15
Evaporación													
Días despejados	17.04	16.92	19.07	18.67	17.75	12.10	12.77	18.95	15.89	17.40	16.79	16.96	200.31
Días nublados	9.0	8.20	7.32	7.71	10.64	14.94	14.37	8.80	10.52	8.84	10.24	9.65	120.21
Viento dominante	SE <sup>2</sup>	S <sup>2</sup> /SW <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SW <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SW <sup>2</sup>	SW <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>	SE <sup>2</sup>
Granizadas	0.0	0.0	0.0	0.46	0.42	0.03	0.0	0.03	0.04	0.0	0.0	0.0	0.98
Heladas	0.70	0.17	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.87
Días con neblina	0.51	4.35	3.71	1.96	1.50	2.35	2.96	1.51	4.23	4.79	5.62	5.93	45.42

# CALCULO DEL CLIMA

CUADRO NUM. 5

NUM.	CONCEPTO	M E S E S												VALORES MEDIOS ANUALES
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
1	T °C	17.1	17.6	21.1	23.6	24.8	25.7	25.4	24.2	23.1	22.8	20.2	16.9	21.9
2	P (Cm)	8.60	8.86	7.03	13.32	10.72	20.36	19.39	20.30	21.81	12.85	10.82	6.08	160.14
3	i	6.44	6.72	8.85	10.55	11.30	11.92	11.71	10.89	10.15	9.95	8.28	6.32	I = 113.08
4	E p ' (Cm)	4.52	4.85	7.65	10.13	11.48	12.55	12.19	10.79	9.60	9.29	6.86	4.38	
5	F	0.94	0.90	1.03	1.05	1.13	1.11	1.15	1.11	1.02	1.00	0.92	0.94	
6	E P (Cm) 4 x 5	4.24	4.36	7.88	10.63	12.97	13.93	14.01	11.97	9.79	9.29	6.31	4.11	E P a = 109.49
7	M H S (Cm)	0	0	-0.85	0.85	-2.25	2.25	0	0	0	0	0	0	
8	HA (Cm) MAXIOCM	10.00	10.00	9.15	10.00	7.75	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	
9	S (Cm)	4.36	4.50	0	1.84	0	4.18	5.38	8.33	12.02	3.56	4.51	1.97	S a = 50.65
10	d (Cm)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	d c = 0
11	EPR (Cm)	4.24	4.36	7.88	10.63	12.97	13.93	14.01	11.97	9.79	9.29	6.31	4.11	
12	E (Cm)	2.68	3.34	1.12	0.92	0.46	2.09	3.73	5.50	8.09	4.78	3.15	2.11	
13	RP = $\frac{2-6}{6}$	1.03	1.03	-0.11	0.25	-0.17	0.46	0.38	0.69	1.22	0.38	0.71	0.48	

14 Ih=Indice de humedad =  $\frac{100 S a}{E P a} = 46.25 \%$

16 Im = Indice pluviométrico =  $I_h - 0.6 I_a = 46.25 \%$

15 Ia=Indice de aridez =  $\frac{100 d a}{E P a} = 0.0 \%$

17 S = Concentración térmica en el verano =  $\frac{100 E P h}{E P a} = 37.36 \%$

ESTACION : Chicontepec, Ver.  
 LATITUD : 20°59'  
 LONGITUD : 98°10'  
 ALTITUD : 595  
 PERIODO : 1961-1980

FORMULA DEL CLIMA B<sub>2</sub>B'<sub>4</sub>a  
 Moderadamente húmedo, nula deficiencia de agua;  
 semicálido, con una concentración térmica en el  
 verano mas baja.

T = Temperatura media mensual  
 P = Precipitación media mensual  
 i = Índice del calor mensual  
 l = Evapotranspiración potencial mensual sin corregir

**S I M B O L O G I A**

EP = Evapotranspiración potencial  
 MHS = Movimiento de agua en el suelo  
 HA = Humedad almacenada en el suelo

S = Demasía de agua  
 d = Deficiencia de agua  
 EPR = Evapotranspiración real  
 E = Escurrimiento  
 RP = Relación pluviométrica

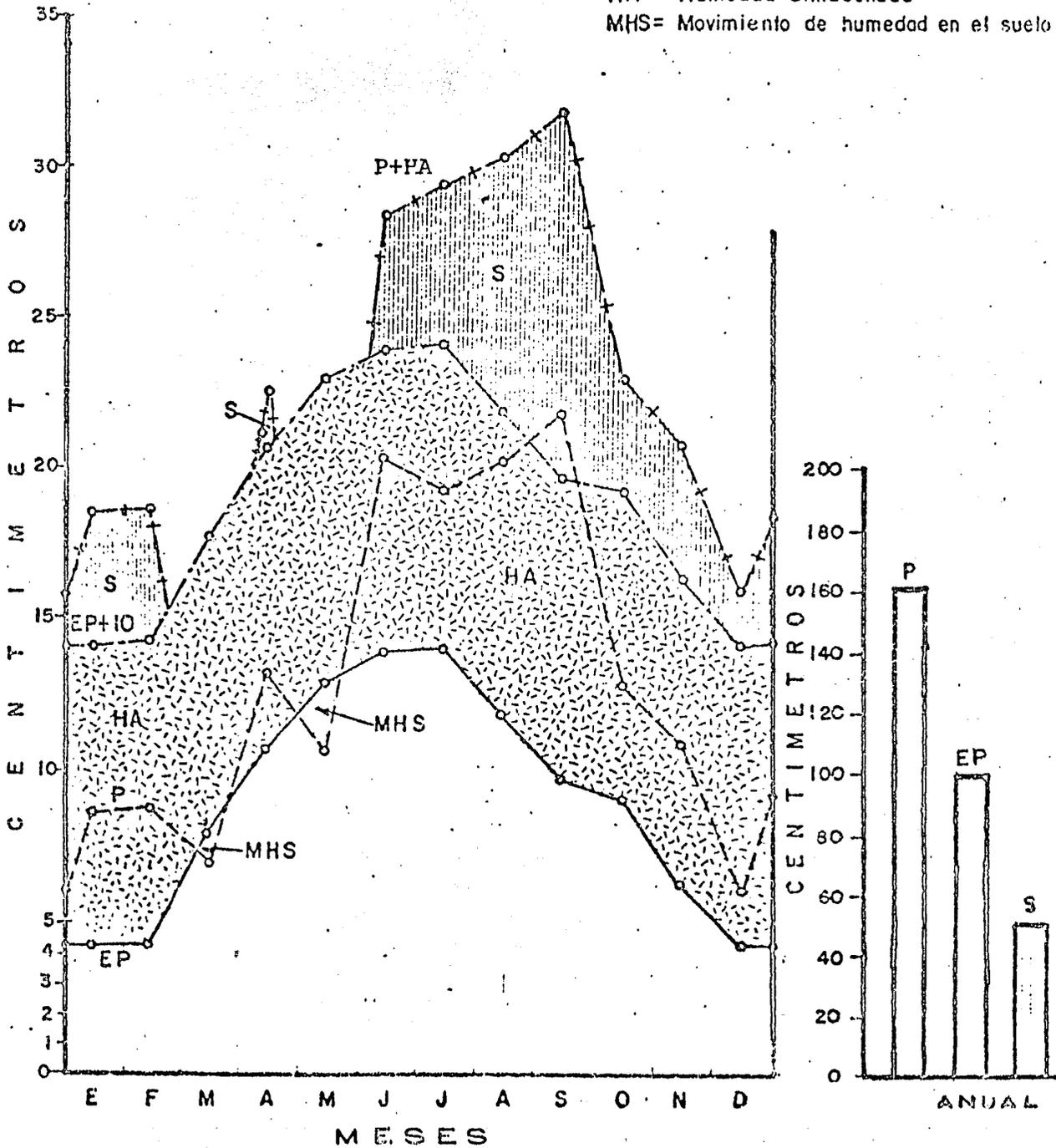
# CLIMOGRAMA 2º SISTEMA DE THORNTHWAITTE

ESTACION: CHICONTEPEC VER.

SIGNOS

- P ○-----○
- EP ○-----○
- EP+IO ○-----○
- P+HA ○+--+--+○

- P = Precipitación
- EP = Evapotranspiración
- d = Deficiencia de humedad
- S = Demasia de agua
- HA = Humedad almacenada
- MHS = Movimiento de humedad en el suelo



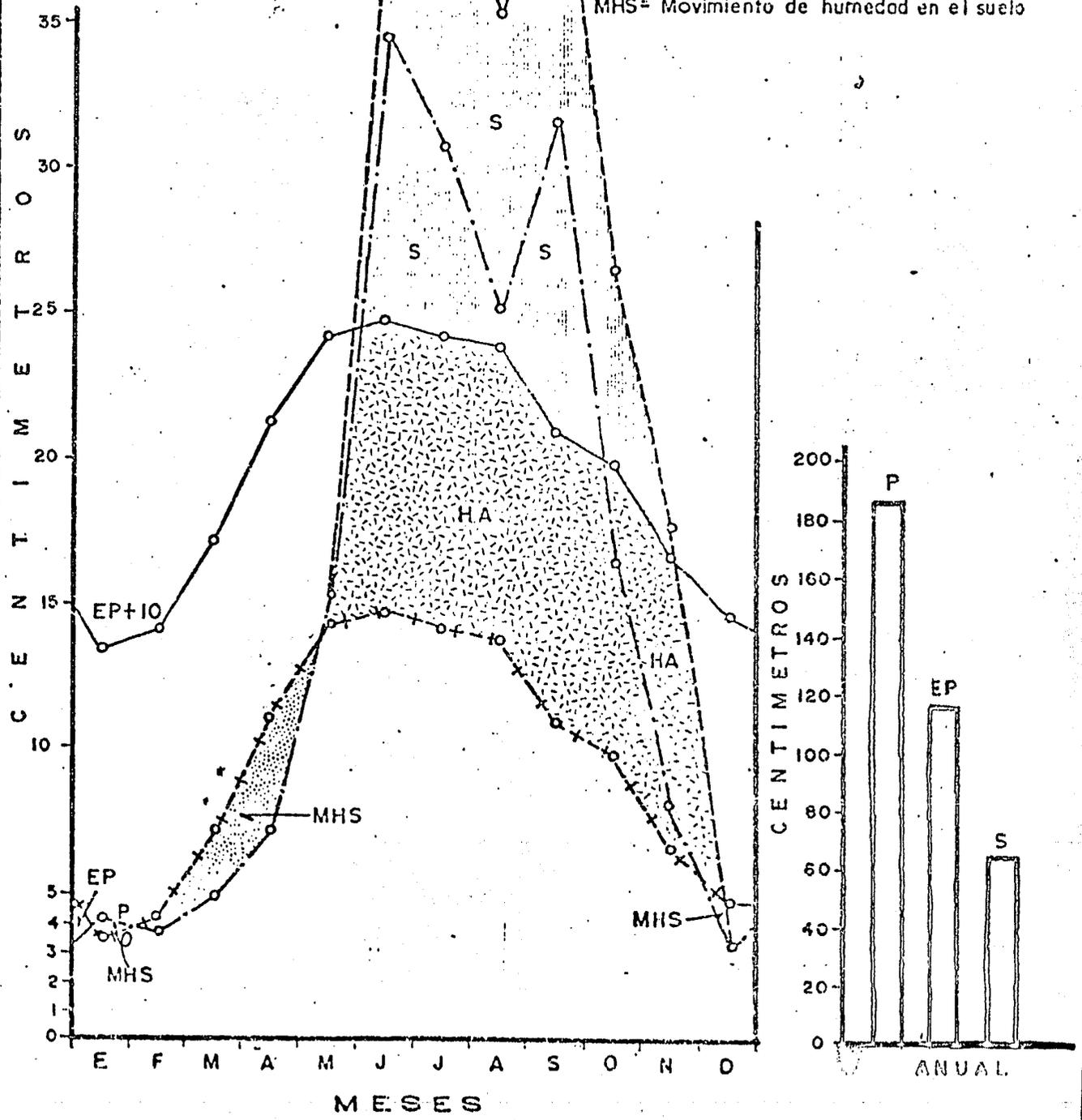
# CLIMOGRAMA 2º SISTEMA DE THORNTHWAITE

SIGNOS

- P ○-----○
- P+HA ○-----○
- EP+IO ○-----○
- EP +--+--+--+

ESTACION: IXHUATLAN DE MADERO, VER.

- P = Precipitación
- EP = Evapotranspiración
- d = Deficiencia de humedad
- S = Demosia de agua
- HA = Humedad almacenada
- MHS = Movimiento de humedad en el suelo





del Vinazco que es de "1 107.58 m<sup>3</sup>". (7)

Existen además numerosos escurrimientos, de carácter permanente e intermitente que integran la red de drenaje de la zona, asimismo, carece de otros tipos de depósitos superficiales como represas, agujajes, estanques u obras de riego excepción hecha de la presa La Mesilla, que es la obra de almacenamiento de mayor volumen cercana al área.

Respecto a las aguas subterráneas, se detectó durante los recorridos de campo la existencia de varios manantiales, cuyas aguas provienen de capas arenosas finas y poco arcillosas, localizadas generalmente cerca de los arroyos y ríos. No se observaron pozos perforados con maquinaria, sino únicamente norias, migmas que se utilizan para el agua de uso doméstico.

Según datos aportados por PEMEX, "las posibilidades de obtención de aguas subterráneas mediante pozos profundos es limitada, ya que la mayor cantidad de estratos con materiales permeables se encuentran distribuidos a lo largo de los ríos en extensiones y espesores muy limitados, por lo que el agua que proporcionarían sería muy limitada. (8)

---

(7) op cit., pág, 1031

(8) op cit., pág, 1116

## 4.2 Vegetación

La mayor parte del área estudiada se encuentra desmontada explotándose principalmente con pastizales y en menor proporción con frutales cultivados de cítricos (naranja y toronja), y caña de azúcar; consecuentemente sólo en las porciones elevadas y en pequeñas áreas aisladas se tiene vegetación secundaria y de los tipos integrados por selva alta y mediana subperennifolia. La descripción de esta asociación vegetal es como sigue:

### Selva alta o mediana subperennifolia

Se localiza generalmente, en todas las variantes fisiográficas de la vertiente oriental y nororiental de la Sierra Madre Oriental, sus ramificaciones y valles intermontanos.

Se encuentra constituida por elementos de fisonomía similar y común en toda el área donde se distribuye; con alturas de 15 a 30 metros. Aproximadamente el 25% de las especies tiran sus hojas en la época de menor precipitación. Las principales especies son:

Nombre vulgar



Nombre científico

Cedro

Cedrela mexicana

Otate

Bambos aculeata

Chaca

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS  
COLEGIO DE GEOGRAFIA

Bursera simaruba

Ojite

Brosinum alicastrum

Huizache

Acacia farnesiana

Chicozapote	<u>Achras zapota</u>
Palo de agua.	<u>Gilbertia arborea</u>
Ramón	<u>Brosinum alicastrum</u>
Caoba	<u>Swietenia macrophyla</u>
Misanteco	<u>Misanteca, sp</u>
Hule	<u>Castilloa elastica</u>
Chancarro	<u>Cecropia peltata</u>
Coyol	<u>Schelea liebmanii</u>
Pata de vaca	<u>Bahuinia mexicana</u>
Cabello de angel	<u>Bombax ellipticum</u>
Jonote	<u>Heliocharpus donell smithi</u>
Palma de sabal	<u>Sabal mexicana</u>
Higuerilla	<u>Ricinus communis L.sp</u>
Sauce	<u>Salix L.sp.</u>
Quebracho	<u>Celtis monoica</u>

Este tipo de cubierta vegetal presenta como consecuencia del clima, dos épocas de crecimiento en el año, una de ellas durante los meses de enero y febrero, promovida por las lluvias de los nortes y la otra durante los meses de marzo a septiembre que son los de mayor cantidad de lluvia y elevadas temperaturas.

#### -Relación suelo-vegetación

El factor físico que más influye en el tipo de vegetación existente en la zona es el clima. Sin embargo, la interacción de factores tales como topografía y suelos es significativa. La intervención de los suelos en el desarrollo de cierto tipo de ve

getación se manifiesta según las características texturales, -- permeabilidad, distribución espacial y profundidad.

En las porciones planas con suelos de textura media la ve getación es de selva baja y matorral, excepto en las cercanías de arroyos y ríos.

En las zonas planas con depresiones, predominan asociaciones de selva alta y plantas tolerantes a condiciones de saturación de humedad como el otate, ya que los suelos que ahí se encuentran son de texturas medias y finas.

En las laderas de lomeríos con suelos profundos, hay selva alta y donde los suelos son poco profundos, del tipo de la rendzina y el litosol, la ve getación es de selva baja y matorral.

La relación suelo-vegetación es más notoria para el caso de los cultivos, manifestada básicamente por sus rangos más estrechos de adaptabilidad. En áreas inundables se tienen establecidas praderas con zacates tolerantes a esta condición. En suelos de textura media, alta permeabilidad y relieve plano, se tienen establecidos pastos con requerimientos hídricos intermedios; además hay frutales.

En suelos con las características anteriores, pero con cier to grado de pendiente, se observan praderas cubiertas con pastos de exigencias hídricas menores, además, de asociaciones de maíz-frijol, maíz-cacahuate y frijol.

En suelos de textura fina y relieve plano o con depresiones, se tienen pastos cuya exigencia de agua es aún mayor que en los anteriores. En zonas con pendientes suaves, hay cultivos cíclicos como maíz, tabaco y caña de azúcar. En los lomeríos que tienen suelos de textura fina, se observan pastos nativos, generalmente, de poco desarrollo y un tanto tolerantes a condiciones de humedad.

En las laderas de suelos moderadamente profundos se observan siembras de maíz, maíz-frijol, y en forma esporádica ajonjolí, así como de pastos resistentes a la sequía.

-Uso actual

En el cuadro 2 pueden observarse los diversos tipos de vegetación que existen en la zona, la superficie que cubren, así como la extensión del área cultivada con sus respectivos porcentajes.

CUADRO 2

U S O A C T U A L (AREA CULTIVADA Y NO CULTIVADA)

Vegetación o uso actual	Superficie en ha.	%
Cultivos cíclicos	1 103.9	9.82
Pastizal	6 584.4	58.57
Frutales	347.5	3.09
Selva baja	1 462.7	13.01
Selva media	888.7	7.91
Matorral	854.5	7.60
<b>TOTAL</b>	<b>11 241.7</b>	<b>100.00</b>

Puede notarse que predominan los pastos, ya que cubren más del 50 % de la superficie total, de ahí que la ganadería sea la actividad que más divisas deja en la región, a la vez, la que ocupa el mayor índice de población económicamente activa. En segundo término se encuentra la superficie ocupada por vegetación natural (3 205.9 ha), lo que significa posibles áreas de desmonte para ocuparlas con plantas cultivadas. Actualmente, el uso -- que se le da a la vegetación natural (arbórea y arbustiva) es para obtener leña y construir casas y cercas. Los cultivos cíclicos y perennes (frutales) ocupan una porción muy reducida, localizándose en las zonas menos accesibles, por lo que sus rendimientos son bajos, consumiéndose a nivel local.

En particular, los frutales se explotan en pequeñas huertas casi siempre combinados con maíz, aguacate o cacahuate. Sin embargo, existe la posibilidad de establecer plantaciones de cítricos como naranja, toronja y limón, puesto que la región se encuentra cerca de uno de los centros más importantes en producción de naranja como es la zona de Alamo-Poza Rica.

#### 4.3 Agricultura

Dentro del área de estudio la agricultura que se realiza es exclusivamente de temporal, con un nivel de tecnificación bastante bajo, puesto que en la actualidad se sigue con el cultivo tradicional de roza-tumba-quema; esto se debe a que la mayor parte de la superficie dedicada a la agricultura se encuentra en terrenos de pendiente pronunciada, donde se dificultan las labores de preparación del terreno. Únicamente pequeñas porciones de

tierras laborables localizadas en zonas planas, reciben prácticas menos rudimentarias como es el uso de animales de tiro o también de tractor

Las labores más comunes de preparación del terreno se llevan a cabo en forma manual y se reducen a siembra por esqueje, de uno a dos deshierbes y a la pizca o cosecha.

A continuación se menciona en forma resumida a los factores de mayor influencia en el bajo desarrollo de la agricultura del área.

- Tenencia de la tierra: en este caso, un gran porcentaje de los terrenos de mejor calidad (planos y ligeramente ondulados) se encuentran bajo el régimen de pequeña propiedad y constituidos, principalmente, en unidades de producción pecuaria.
- Financiamiento: en este caso no se han desarrollado programas crediticios para el desarrollo agrícola de la zona como es la compra de insumos (semillas, fertilizantes, insecticidas, etc), herramientas y maquinaria agrícola.
- Asistencia técnica: prácticamente, no se cuenta con personal dedicado a la difusión y fomento de mejores técnicas de producción.
- Investigación agrícola: no existen programas de investigación básica y de apoyo a la producción que generen reco-

mendaciones cuyo propósito sea incrementar la producción.

-Vías de comunicación: en este caso, los caminos que comunican a los poblados con las áreas de producción son muy escasos.

A pesar de los bajos rendimientos que en general se obtienen de los cultivos, se explotan: maíz intercalado con frijol y chile, tabaco, caña de azúcar, naranja, toronja, cacahuate, papaya y otros. Los rendimientos medios por tonelada de algunos de los cultivos mencionados aparecen en seguida:

Cultivos	Rendimiento medio Ton/ha
Maíz intercalado	0.850
Frijol intercalado	0.250
Maíz	1.250
Frijol	0.450
Chile	3.500

En el cuadro que aparece a continuación, se mencionan las superficies reportadas por el V Censo Agrícola Ganadero y Ejidal de 1970 (SIC) para los dos municipios en los que se encuentra el área.

Cultivos	Benito Juárez sup/ha	Ixhuatlán de Madero sup/ha	Total
Maíz interc.	13.9	7 637.2	7 651.1
Frijol interc.	92.0	4 229.4	4 321.4
Maíz	8 363.1	12 758.0	21 121.1
Frijol	4.004.3	2 399.0	6 403.3
Chile	16.3	704.1	720.4



Estos datos confirman lo observado en campo, sobre los cultivos predominantes, siendo las asociaciones maíz-frijol y frijol-chile las más abundantes.

#### 4.4 Ganadería

Los actuales sistemas de explotación han sufrido muy pocas variaciones respecto a los usados hace algunas décadas, ya que presentan un nivel técnico regular, que se ve limitado a la explotación del ganado bovino, teniendo como propósito principal la producción de carne, aunque algunas veces se obtiene leche como producto secundario; ésto en función de su modalidad o tipo de empresa. En el área se distinguen tres modalidades de producción, las cuales pueden describirse de la siguiente manera:

- 1<sup>a</sup>. Empresas productoras de crías de ganado para engorda. Aquí se venden las crías machos recién destetados (8-12 meses de edad) y una pequeña parte de las crías hembras, ya que la mayoría se destina para reposición. En este caso se obtiene leche como producto secundario.
- 2<sup>a</sup> Empresas criadoras de engorda. En esta modalidad, las crías se engordan hasta alcanzar el peso adecuado para el abasto, también se obtiene leche como producto secundario. Dichas unidades de producción cuentan con mayor superficie o recursos forrajeros.
- 3<sup>a</sup> Empresas criadoras. En este caso se obtienen crías machos re

cien destetados, para engordarse durante un período de 1 1/2 a 2 años, hasta su abasto.

En lo que respecta a otras especies como porcinos y aves, no existe un sistema de producción bien definido, ya que la explotación se realiza con fines de consumo familiar.

El sistema de explotación de bovinos es totalmente extensivo (libre pastoreo), encontrándose en praderas cultivadas con pastos de las variedades: Bermuda cruzada 1, Pangola y Guinea y en menor escala de Estrella Africana, Rodes y asociaciones de Guinea con Leucaena, así como de algunas gramas naturales de los géneros Axonopus y Andropogon.

Las prácticas más comunes de manejo son:

- Rotación de potreros, para evitar el sobrepastoreo en las épocas de chapeos o de lluvias (de las partes bajas a las altas).
- Marcaje, se efectúa en animales de 6 meses a un año de edad.
- Vacunas, cada seis meses contra septicemia hemorrágica y mal de paleta.
- Baños garrapaticidas, se llevan a cabo principalmente por aspersión, aproximadamente cada 15 días.

La alimentación consiste principalmente de lo que el animal consume en el libre pastoreo; solo una pequeña parte de los productores la complementa con sales minerales.

En lo que toca a la reproducción se detectó que el apareamiento libre es por monta directa, manteniéndose a los sementales con las hembras durante todo el año, sin llevar registros adecuados que permitan una buena selección para el mejoramiento genético.

Las líneas de crédito otorgadas, se utilizan en su mayor parte para la compra de ganado para pie de cría. La asistencia técnica se limita a la proporcionada por el personal del Banco de Crédito Rural del Golfo, S.A. y Campaña Nacional Contra la Garrapata.

Por lo que se refiere a las razas y especies existentes, se observó que predominan las cruzas de ganado criollo con cebú y suizo; el ganado puro (cebú) es muy escaso. En otras especies de ganado se detectaron exclusivamente razas criollas.

## CAPITULO V

## LOS SUELOS DE LLANO DE ENMEDIO

## 5.1 Descripción

Las zonas que integran el área estudiada se ubican en la provincia de la Sierra Madre Oriental y de acuerdo a su geología superficial, los suelos, se originaron de materiales resultantes del intemperismo de rocas sedimentarias (calizas y lutitas) y de aportaciones de material ígneo (basalto y andesitas), acarreados y depositados por las corrientes fluviales de la zona. La cual se ubica geológicamente en la cuenca sedimentaria Tampico-Tuxpan en la que predomina la formación de Chicontepec -- (inferior, medio y superior) y las de Aragón y Velasco.

En general, existen suelos variables en cuanto a profundidad (profundos y moderadamente profundos) limitados por un estrato subyacente de piedras, gravas y gravillas, por lo que se consideran con drenaje interno eficiente.

Los tipos texturales que predominan a través del perfil -- son de medios a finos, mientras que en la parte superficial son medios. El relieve es plano cerca de las vegas de los ríos y ligeramente ondulado hacia los límites del área.

Se definieron dos series de acuerdo a su modo de formación, texturas y material del cual provienen. La primera, denominada --

Llano de Enmedio, su modo de formación es aluvial, con suelos profundos (con algunas variantes), predominancia de texturas finas y con la presencia de tres fases, la hidromórfica, la ondulada y la moderadamente profunda. Tiende a localizarse en las partes planas y en los lomeríos.

La otra serie, llamada Naranja Dulce también de formación aluvial con suelos moderadamente profundos y predominio de texturas medias, se ubica generalmente en las vegas de los ríos, presentando las siguientes fases: profunda con variantes de capas texturales en la porción intermedia e inferior del perfil, fase poco profunda, muy poco profunda e hidromórfica.

## 5.2 Series de suelos

Se identificaron dos series y siete fases, mismas que se describen a continuación con todas sus características físicas y químicas (génesis, ubicación, topografía, textura, drenaje, salinidad o sodicidad, etc).

### -Serie Llano de Enmedio

-Superficie y distribución. Comprende un total de 6 908.3 ha equivalentes al 61.5% del total estudiado. Se localiza en ambos márgenes del río Vinazco siguiendo el curso del mismo en dirección SW-NE llegando hasta la parte cerril, por lo tanto cubre el valle aluvial y porciones onduladas. Se extiende por los poblados de Oxitempa y Zapotal y de ahí en la dirección indicada, pasa por los siguientes poblados: Puyecaco, Tizal, El Guayabo, Cacahua-

tengo, Llano de Enmedio (al cual debe su nombre), Zolontla, Aguacapa, Chijolito, Lomas del Dorado, Zapalote y Zocohuite.

Uso del suelo. De acuerdo con el estudio hecho a través de la fotointerpretación con verificaciones de campo, se desprende lo siguiente:

Predominan las áreas cultivadas, ocupando el primer lugar los pastizales, después los cultivos anuales y en tercer término los frutales. Respecto a la vegetación natural, la principal es la selva baja subperenifolia y el matorral inerme y subinerme, en menor proporción la selva media subperenifolia.

Topografía. En general puede considerarse como plana con ligera pendiente, resultando suelos de la clase 3 y 4, cuyos factores de demérito son pendiente y relieve. Los grados de pendiente van de acuerdo con las especificaciones que la Subdirección de Agrología de la SARH, tiene para este factor; para suelos de primera clase las pendientes son menores de 1%, para los de clase dos van de 1 a 3%, para los de tercera de 3 a 5% y de 5 a 10% para los de cuarta clase.

Drenaje superficial. En general es eficiente, variando entre bueno y rápido de acuerdo a la influencia de los factores pendiente y relieve.

Génesis. Estos suelos proceden en general de calizas, areniscas, margas y lutitas; el modo de formación es aluvial y su grado de desarrollo es semimaduro, pues ocasionalmente hay indicios de u-

na formación incipiente del horizonte B.

Características distintivas. Predominan texturas finas, relieve -- ligeramente ondulado, pH moderadamente alcalino, color café en -- distintos tonos y matices, en la parte inferior tienen ocasionalmente un estrato permeable constituido por piedras, gravas y gravillas.

Variaciones del perfil. Las variaciones en profundidad de los diferentes horizontes del suelo, son los siguientes:

<u>Horizontes</u>	<u>Profundidad en cm</u>
A	0-20 hasta 35
C <sub>1-1</sub>	20-35 " 35-105
C <sub>1-2</sub>	35-105 " 95-140
C <sub>2-1</sub>	95-140 " 140-175
C <sub>2-2</sub>	140-175 " 200 o más

Drenaje interno. Se considera como moderadamente lento, debido a la presencia de texturas finas a través del perfil.

Manto freático. Sólo se presentó en uno de los pozos agrológicos (160 cm de profundidad), dando origen a la fase hidromórfica; en todos los demás pozos no apareció incluso a los 200 cm de profundidad.

Salinidad o sodicidad. Estos suelos estan libres de sales solu---

bles o sodio intercambiable. La interpretación de los análisis físicos y químicos indica que las texturas superficiales son medias y las del subsuelo finas; la capacidad de campo es de media a alta; la densidad aparente varía entre 0.90 y 1.20.

La capacidad de intercambio catiónico es de media a alta (esta última en las partes intermedias y profundas del perfil); el pH dominante es moderadamente alcalino (7.9 a 8.4).

El contenido de materia orgánica y de nitrógeno total es de medio a alto en los horizontes superficiales y de bajo a muy bajo en los inferiores. Los contenidos de calcio son de altos a extra-ricos, los de magnesio de altos a muy altos, los de fósforo de bajos a moderados y los de potasio de bajos a muy bajos.

Fases de suelos. Existen en esta serie tres fases: la ondulada, la hidromórfica y la moderadamente profunda (con lente de textura media), las cuales se delimitaron en el plano de series.

Clases agrícolas. En esta serie se delimitaron las siguientes -- clases de suelos: de primera a la cuarta clase, con un predominio de la segunda. Los factores de demérito para las clases 2, 3 y 4 fueron: relieve ( $T_2$ ), pendiente ( $T_1$ ), textura fina ( $S_1$ ) y la permeabilidad moderadamente lenta ( $S_3$ ).

Descripción del perfil representativo, pozo No. 42

Localización: aproximadamente a 900 m al SE de Llano de Enmedio, en la margen izquierda del arroyo Cacahuatengo.



HorizonteProfundidad (cm)

A

0-25

Color café grisáceo (10YR5/2) en seco y café muy oscuro (10YR2/2) en húmedo; franco-arcilloso; estructura granular y en bloque; de chica a moderada, débil; consistencia dura en seco, friable en húmedo y adherente en saturado; poca porosidad; permeabilidad lenta, no presenta manchas; abundantes raíces finas y medias con dirección horizontal y diagonal; sin reacción al ácido clorhídrico; compactación alta, cementado poco húmedo.

C<sub>11</sub>

25-105

Color amarillo olivo (2.5Y6/6) - en seco y café olivo claro ---- (2.5Y5/6) en húmedo; arcilla; estructura granular y en bloques, de chica a moderada; débil; consistencia dura en seco, muy friable en húmedo y muy adherente en saturado; permeabilidad lenta; poca porosidad; presenta abundantes -- manchas color ocre; pocas raíces finas en dirección diagonal; reacción débil al ácido clorhídrico; compactación alta; cementado; poco húmedo.

C<sub>1-2</sub>

25-105

Color amarillo (2.5Y7/6) en seco y café amarillento (10YR5/8) en húmedo; arcilla, estructura en bloques, de chica a moderada, débil; consistencia dura en seco, friable en húmedo y muy adherente en saturado; poca porosidad, permeabilidad lenta, abundantes manchas de color ocre; pocas raíces, finas, diagonales; reacción leve al ácido clorhídrico; cementado, compactación muy alta; poco húmedo.

Modo de formación, aluvial; grado de desarrollo semimaduro, clasificación agrícola: 2T<sub>2</sub> (segunda por relieve) que es ligeramente ondulado.

Geoforma, planicie aluvial, pendiente menor del 2%; vegetación de arbustos (guasima, mora...); estrato herbáceo abundante, con hierbas de hoja ancha dominando.

Uso actual, cultivos anuales (maíz). Las fases que presenta la serie son ondulada, moderadamente profunda e hidromórfica.

Nota aclaratoria final: los datos de análisis del suelo referentes al horizonte  $C_{2-2}$  (el más profundo), se refieren a la matriz del mismo, ya que en dicho horizonte aparece una capa impermeable de piedra, grava y gravilla.

Para establecer las fases de profundidad se tomaron como básicos los rangos de profundidad del Manual de Levantamientos de Suelos, del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos que determina los siguientes límites y la clasificación de fases:

0 a 10-25	Fase muy poco profunda
10-25 a 50-75	Fase poco profunda
50-75 a 125-150	Fase moderadamente profunda
más de 150	Fase profunda

#### 5.2.2 Serie Naranjo Dulce

Superficie y distribución. Comprende una superficie de 4 333.4 hectáreas, equivalentes al 38.5% del total estudiado. Se distribuye de la siguiente forma:

En ambos márgenes del río Vinazco, por su margen derecha -- desde el río hasta la zona acolinada, limitando por el sur con la Mesa de Cacahuatengo; por la margen izquierda, desde el río -- hasta los cerriles (porción suroeste) y límites de la serie Llano de Enmedio. Se extiende desde el poblado de La Jabonera hasta el de Naranjo Dulce, siguiendo el curso del río en dirección

SW-NE, toca además las siguientes poblaciones: Oxitempa, La Gale-  
ra, El Aguacate, Zapalote y Siete Palmas.

Uso actual. De acuerdo con el estudio de fotointerpretación con  
verificación de campo se determinó el uso actual, encontrándose  
la distribución de la vegetación natural y cultivada como apa-  
rece en el cuadro 2, donde puede observarse que predominan los  
pastizales, siguiendo en orden de importancia en cuanto a super-  
ficie ocupada la selva baja subperenifolia, los cultivos cíclicos,  
el matorral, la selva media subperenifolia y en último término -  
los frutales.

Topografía. El relieve varía de ligeramente ondulado a ondulado  
con pendientes que van desde valores menores a 3% hasta el 15%.  
Drenaje superficial. En general es eficiente.

Génesis. Estos suelos provienen de rocas sedimentarias (calizas,  
areniscas, lutitas); su modo de formación es aluvial y por su gra-  
do de desarrollo son inmaduros.

Características distintivas. Tiene relieve de ligeramente ondula-  
do a ondulado, el color es café con distintos tonos y matices: ca-  
fé grisáceo, café olivo claro, café oscuro, café amarillento claro  
y café grisáceo oscuro; tiene dominancia de texturas medias en -  
el perfil, descansando sobre un lecho de gravilla y grava loca-  
lizado entre 85 y 150 cm de profundidad; predomina el pH modera-  
damente alcalino (de 7.9 a 8.4).

Variaciones en el perfil. Las variaciones en profundidad de los

horizontes del suelo son los siguientes:

<u>Horizonte</u>	<u>Profundidad (cm)</u>
A	0-15 a 30
C <sub>1-1</sub>	15-30 a 30-70
C <sub>1-2</sub>	30-70 a 85/100

Drenaje interno. Puede considerarse de moderado a rápido, tomando en cuenta que predominan las texturas medias y que descansan sobre un estrato permeable constituido por piedras, grava y gravilla.

Manto freático. No se presentó a los 200 cm de profundidad, excepto en un sitio (pozo No. 7, a los 185 cm) por lo que origina la fase hidromórfica.

Salinidad o sodicidad. Estos suelos están libres de sales solubles y de sodio intercambiable.

Interpretación de los análisis químicos y físicos. Predominan las texturas medias en el perfil; la capacidad de campo es intermedia; la densidad aparente oscila alrededor de 1.2 y 1.3 g/ml.

La capacidad de intercambio catiónico es intermedia en todo el perfil; el pH es moderadamente alcalino (7.9 a 8.4); los contenidos de materia orgánica y de nitrógeno total son de medios a altos en los horizontes superficiales e intermedios y de bajos a muy bajos en los inferiores, predominan los contenidos bajos.

El contenido de calcio varía entre alto y extra-rico, con predominio del último índice; el magnesio es de alto a muy alto; el potasio es de moderado a muy bajo, con predominancia de valores considerados como "bajos"; el fósforo es de moderado a bajo.

Fases de suelos. Se delimitaron varias fases: la profunda con variantes texturales en el perfil, la profunda hidromórfica, la poco profunda y la muy poco profunda.

Clases agrícolas. En esta serie se delimitaron las clases: de la primera a la cuarta, predominando la primera y segunda; los factores de démerito para las clases segunda, tercera y cuarta son: Pendiente ( $T_1$ ), Relieve ( $T_2$ ), Profundidad ( $S_2$ ), Textura ( $S_1$ ) y -- Permeabilidad rápida ( $S_3$ ).

Descripción del perfil representativo, pozo 43

Localización: aproximadamente a 800 m al este de la población Naranjo Dulce, en la margen derecha del río Vinazco.

Horizonte	Profundidad (cm)	Color café grisáceo en seco --
A	0-20	(2.5Y5/2) en seco y café oscuro (10YR3/3) en húmedo; franco; estructura granular de chica a moderada, débil; consistencia poco dura en seco, friable en húmedo; algo adherente en saturado; poroso; permeabilidad moderada; sin manchas; raíces en canti

dad moderada, finas y medias en dirección oblicua y horizontal; reacción muy fuerte al ácido clorhídrico; poca cementación, poco húmedo; poroso, compactación media.

Horizonte      Profundidad

C<sub>1-1</sub>

20-40

Color café grisáceo (2.5Y5/2) - en seco y café oscuro (10YR3/3) en húmedo; franco; estructura granular y en bloques, de chica a moderada, débil; poroso, consistencia poco dura en seco, friable en húmedo, algo adherente en saturado; permeabilidad moderada; sin manchas; pocas raíces finas y medias en dirección oblicua y horizontal; reacción muy fuerte al ácido clorhídrico; cementación moderada; poco húmedo, poco compactado y con pocas concreciones de calcio.

C<sub>1-2</sub>

40-85

Color café olivo claro (2.5Y5/4) en seco y café oscuro (10YR3/3) en húmedo; franco arenosa; estructura granular chica, débil; consistencia poco dura en seco, friable en húmedo, muy poco adherente en

en saturado; poco poroso; permeabilidad moderada; sin manchas, -- con pocas raíces finas; reacción muy fuerte al HCL; poca cementación ; poco húmedo.

C<sub>2-1</sub>

85-110

Color café olivo claro (2.5YR5/4) en seco y café oscuro (10YR3/3) en húmedo; franco-limosa; sin estructura; consistencia suelta en seco y húmedo; muy poroso; permeabilidad muy rápida; sin manchas; no hay raíces; reacción muy fuerte al HCL; muy poco cementado; seco; muy poca compactación.

Horizonte      Profundidad

C<sub>2-2</sub>

110-200

Color en seco café olivo claro - (2.5Y5/4) y café oscuro (10YR4/3) en húmedo; arena francosa; sin estructura; consistencia suelta en seco y húmedo; muy poroso; muy poco compactado; permeabilidad muy rápida; sin manchas, sin raíces, -- reacción muy fuerte al HCL; seco; cementación baja.

Observaciones generales:

Modo de formación aluvial, grado de desarrollo inmaduro clasificación agrícola, primera. Geoforma, --



planicie; pendiente menor al 2%--  
vegetación, árboles como higuera,  
sauce, otate, chaca, xotes; arbustos  
como guásima; hierbas de hoja an-  
cha como predominantes. Uso actual  
es de frutales (naranja, toronja y  
limón).

### 5.3 Clasificación agrícola de suelos con fines de riego

En el presente trabajo, se usaron 6 categorías para definir las clases agrícolas según la aptitud de los suelos para incorporarse a la agricultura de riego, igual a las empleadas por la Sud-Dirección de Agrología de la SARH; sus linderos se marcan en el mapa respectivo.

Los factores utilizados por la mencionada dependencia para clasificar a los suelos con fines de riego, son los siguientes:

1. Textura ( $S_1$ )
2. Profundidad ( $S_2$ )
3. Permeabilidad ( $S_3$ )
4. Salinidad ( $A_1$ )
5. Sodicidad ( $A_2$ )
6. Pedregosidad en el perfil ( $P_1$ )
7. Pedregosidad superficial ( $P_2$ )
8. Rocosidad (afloramientos) ( $P_3$ )
9. Erosión (hídrica o eólica) (E)
10. Pendiente ( $T_1$ )
11. Relieve ( $T_2$ )
12. Drenaje superficial ( $D_1$ )
13. Profundidad del manto freático ( $D_2$ )
14. Profundidad del estrato impermeable ( $D_3$ )
15. Inundación (I)

Los factores limitantes que se presentan en la zona se mencionan a continuación (aparecen en orden de importancia):

Segunda clase:Relieve ( $2T_2$ ),Textura ( $2S_1$ ),Relieve y Pendiente ( $2T_2T_1$ ),Textura y Permeabilidad ( $2S_1S_3$ ),Profundidad del suelo ( $2S_2$ ),Pendiente y Relieve ( $2T_1T_2$ ),Pendiente ( $2T_1$ ),Textura y Profundidad ( $2S_1S_2$ ),Erosión ( $2E$ ),Relieve y Textura ( $2T_2S_1$ ),Pendiente,Relieve y Profundidad ( $2T_1T_2S_2$ ),Pendiente,Relieve y Erosión ( $2T_1T_2E$ ) y Relieve y Pendiente ( $2T_2s_2$ ).

Tercera clase:Pendiente y Relieve ( $3T_1T_2$ ),Relieve y Pendiente ( $3T_2T_1$ ),Relieve ( $3T_2$ ),Profundidad del suelo ( $3S_2$ ) y Pendiente ( $3T_1$ ).

Cuarta clase:Pendiente y Relieve ( $4T_1T_2$ ),Relieve y Pendiente ( $4T_2T_1$ ),Relieve ( $4T_2$ ),Profundidad ( $4S_2$ ) y Pendiente ( $4T_1$ ).

Sexta clase:Pendiente y Relieve ( $6T_1T_2$ ),Relieve y Pendiente ( $6T_2T_1$ ).

#### 5.4 Salinidad o sodicidad

En las zonas estudiadas no existen problemas debido a excesos de sales o sodio;ya que la conductividad eléctrica del extracto de saturación a  $25^{\circ}C$  determinada en las muestras de suelos,fue menor de 4 milimhos/cm. Respecto al sodio,el porcentaje de sodio intercambiable fue menor de 15.0.

#### 5.5 Superficie de los suelos (series y clases)

Cuadro 5

S E R I E S	S U P E R F I C I E	
	ha	%
Llano de Enmedio	6 908.3	61.5
Naranja Dulce	4 333.4	38.5
T O T A L	11 241.7	100.0

## Cuadro 6

## Superficies de Clases de Suelos por Series

Clase	(ha)	
	(1) Llano de Enmedio	(2) Naranja Dulce
1 <sup>a</sup>	602.2	2,176.2
2S <sub>1</sub>	-	690.8
2S <sub>1</sub> S <sub>2</sub>	-	204.4
2S <sub>1</sub> S <sub>3</sub>	491.2	-
2T <sub>1</sub>	86.0	-
2T <sub>2</sub>	2,489.8	158.0
2T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	45.2	80.8
2T <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	80.0	362.4
2T <sub>1</sub> T <sub>2</sub> E	-	76.4
2E	-	172.8
3T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	55.6	156.4
3T <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	252.8	238.8
3T <sub>2</sub>	161.6	-
4T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1,361.2	16.4
4T <sub>2</sub> T <sub>1</sub>	264.0	-
4T <sub>2</sub>	15.2	-
6T <sub>1</sub> T <sub>2</sub>	1,003.5	-
<b>TOTAL</b>	<b>6,908.3</b>	<b>4,333.4</b>

## CAPITULO VI

## RESULTADOS Y RECOMENDACIONES

## 6.1 Uso y manejo de los suelos

## 6.1.1 Agricultura

## -Cultivos recomendables

De las experiencias obtenidas en el trabajo de campo, de un análisis del clima y de la consulta a la "Guía para la Asistencia Técnica Agrícola del CIASE" (7), del área de influencia del campo Agrícola Experimental de Cotaxtla, Ver., puede concluirse que los cultivos recomendables para la zona, son los que se muestran en el cuadro 7, donde también aparece información sobre las características del terreno.

## -Técnicas de cultivo

Para definir las técnicas de cultivo se tomaron como base las recomendaciones generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) y la información de campo, encontrándose lo siguiente:

---

(7) Guía para la Asistencia Técnica Agrícola del CIASE, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México, 1977, 148 pp.

Preparación del terreno: eliminación de hierbas y residuos del cultivo anterior (desvare) cuando menos 15 días antes del barbecho y uno a dos pasos de rastra, dependiendo del tipo de suelo y del cultivo por establecer.

Métodos de siembra: en cultivos cíclicos como caña de azúcar y sorgo forrajero se sugiere su siembra en surcos transversales al sentido de la pendiente o en contorno cuando así se requiera. Para los frutales (en especial naranjo y aguacate), se construyen cepas de 60x60x60 cm distribuidas por el método de marco real o tres bolillo, a distancias de 10x10 o hasta de --- 12x12 m. Papaya, en cepas de 30x30x30 cm distribuidas en marco real o tres bolillo a distancia de 3x3 m, en suelos de pendiente ligera y a 2.5x2.5 m en lomeríos; zacate al voleo y pasto -- por implantación de estolones.

Fecha de siembra: para cíclicos de temporal con ciclo largo, sus fechas de siembra son de abril a marzo; para los de ---- ciclo intermedio, su fecha es entre junio y julio y para los de ciclo corto de julio a agosto. Para cultivos perennes, las mejores épocas corresponden a los meses de mayo a junio y para cíclicos de riego entre enero y febrero.

Para intentar la alternativa de incorporar áreas con vegetación natural al cultivo, se debe tomar en cuenta el tipo de suelo, grado de pendiente, relieve y tipo de vegetación como principales factores y considerar su interrelación, para decidir cuales áreas desmontar, que cultivos establecer y que medidas tomar para la conservación del medio y propiciar el uso racional

de los recursos.

#### -fertilización

En general los suelos del área muestran contenidos bajos nitrógeno, fosforo y potasio, siendo los nutrientes que en mayor porcentaje consumen las plantas. Sin embargo, por sus características texturales que varían de finas a medias y su capacidad de intercambio de cationes que es de moderada a alta, por lo tanto son potencialmente fértiles, complementando dicha cualidad con las condiciones climáticas, lo que permitirá mediante un adecuado manejo la obtención de cultivos con alto rendimiento.

Cabe mencionar que la sobrefertilización, podría tener consecuencias negativas, donde el daño menor sería el sobregasto de insumos y mayor el deterioro de algunos cultivos en ciertas fases de su desarrollo, por lo tanto es recomendable auxiliarse de los resultados obtenidos en el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas para esa zona, así como de la asesoría técnica de personal calificado para determinar la dosis, métodos y épocas de aplicación adecuada.

Otra fuente de nutrimentos que es recomendable para utilizarse son los residuos de cosechas (abonos verdes), mediante su incorporación al suelo ya sea durante el barbecho o con paso de rastra; esto hay que hacerlo con la anticipación debida, para que el material logre descomponerse antes de la siembra.--- Asimismo, de acuerdo al conocimiento de los suelos de la zona, se sabrá si hay necesidad de incorporar algunos compuestos más.

La práctica de estercolación es igualmente efectiva para incrementar los rendimientos del cultivo.

En el caso de los frutales, se recomienda un análisis de micronutrientes, ya que estos son muy importantes para el desarrollo adecuado de la planta en sus distintas etapas fenológicas, especialmente en la floración y fructificación.

-Mejoramiento de suelos salinos o sódicos.

Los suelos del área no presentan problemas de sales solubles o de sodio intercambiable; por lo tanto, lo que puede sugerirse es precaución sobre el buen drenaje de los suelos cuando éstos tengan riego, ya que de no ocurrir así, estos fenómenos podrían presentarse.



## CULTIVOS RECOMEDABLES EN EL AREA DE ESTUDIO

Tipo de cultivo	Cultivo	Variedades	Habitat
Perennes (frutales)	Cítricos (naranja y toronja)	Criollos	Prosperan en cualquier tipo de suelos, sin problemas de drenaje y/o profundidad; se recomienda no establecer huertos en terrenos con pendientes mayores del 15% para las que se tendrían que tomar medidas extraordinarias contra la erosión. Para ambas series suelos de 1ª 2ª y 3ª clases preferentemente.
	Aguacate		Prosperan en áreas de suelos con buen drenaje interno donde no haya posibilidad de acumulación de sodio, pues es altamente sensible a éste; además que llenen las cualidades que se citan para la plantación de huertos de cítricos. Suelos de 1ª, 2ª y 3ª clases de la serie Naranja Dulce, preferentemente.
	Papaya		Establecer la plantación en suelos de buen drenaje interno y/o superficial dada la susceptibilidad a enfermedades virosas y fungosas de este cultivo propiciadas por un ambiente excesivamente húmedo; además las condiciones de pendiente deben ser menores al 10%, pues su sistema radicular es menos consistente que el de los cultivos anteriores. También es muy susceptible a las sales. Suelos de 1ª y 2ª clases de ambas series, de preferencia.
Perennes (forrajeros o utilizados en la agroindustria)	Caña de Azúcar		Establecerla en suelos de textura fina pero sin problemas de drenaje y/o pendientes fuertes; suelos de 1ª, 2ª y 3ª clases de la Serie Llano de Enmedio.

Continuación

Perennes (forrajeros)	Pastos	Alemán y Pará	En las áreas de bajíos y planos con pendientes cercanas a 0%, y suelos con deficiencias de drenaje interno, ya que son especies tolerantes a condiciones de sobresaturación hídrica temporal o permanentemente. Suelos 2S <sub>1</sub> S <sub>3</sub> y 3S <sub>1</sub> S <sub>3</sub> de la Serie Llano de Enmedio.
		Pangola y Guinea.	En casi todos los tipos de suelo, excepto en áreas donde el problema de drenaje no sea muy acentuado o que bajo condiciones de temporal no se llegue a carencias críticas de agua, para las condiciones específicas de la zona. Preferentemente en suelos de 1 <sup>a</sup> y 2S <sub>1</sub> S <sub>3</sub> de la Serie Llano de Enmedio y partes bajas o próximas a los escurrimientos de carácter permanente de la Serie Naranja Dulce. Suelos de 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup> clases de ambas series.
Perennes (forrajeros)	Pastos	Bermuda Cruza 1, Estrella Africana y Rodes.	En casi todos los tipos de suelos sin problemas de drenaje. Son especies tolerantes a la sequía, en mayor o menor grado, adaptables en las áreas donde por las características específicas del sitio, las deficiencias hídricas son críticas en el período de estiaje. Suelos de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup> clases ambas series.
Perennes asociados (forrajeros)	Pastos-leguminosas forrajeras	Pangola-Centrocema Pangola-Soya Pangola Siratro Guinea-Soya Guinea-Siratro Guinea-Tinaroo Glicyne Guinea-Leucaena Bermuda-Cruza i Siratro.	En suelos de buena calidad (de 1 <sup>a</sup> a 3 <sup>a</sup> clases). Se recomienda que su establecimiento sea bajo condiciones de riego y donde se cuente con una red de drenaje preferentemente.
Anuales (utilizados en la agroindustria)	Yuca	Criollo, Itú, Santa Cruz, Cuba na, Smalling y Guadalupe.	En cualquier tipo de suelos sin problemas de drenaje preferentemente en los de la Serie Naranja Dulce.

Continuación

Anuales (forra jeros)	Sorgo	Sugar Drip, Tracy A, FS-22, Kansas Orange, Atlas, Trudán y Sx-11	Suelos con buen drenaje interno o superfi- cial, sin problemas de fuerte pendiente. Se recomienda la siembra de este cultivo bajo condiciones de riego preferentemente. Suelos de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup> clase de ambas - series.
Cíclicos asocia- dos (granos)	Maíz-frijol	Criollas	Cualquier tipo de suelos sin problemas de drenaje ni de pendientes pronunciadas; - preferentemente suelos de texturas medias. De ambas series, suelos de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup> cla- ses.
Cíclicos (granos)	Maíz (temporal)	Criollo, H-503 V-52 y V-522	En cualquier tipo de suelos sin problemas de drenaje o de fuertes pendientes. Suelos de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup> clase de ambas series.
	Maíz (Riego)	Criollo, H-507 H-510, H-503	Suelos sin problemas de drenaje, ni relie- ve y/o pendiente, que impidan la realiza- ción del riego por gravedad, convenientemente. Suelos de 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup> clases de ambas series.
	Frijol (Temporal)	Criollas	Suelos con buen drenaje interno y/o super- ficial, hasta en laderas de fuerte pen- diente siempre y cuando se tomen las medi- das pertinentes para controlar la erosión. Suelos de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup> clase de ambas - series.
	Frijol (Riego)		Condiciones semejantes a las del maíz de riego, siempre y cuando sean terrenos sin el menor riesgo de anegamiento. Suelos de 1 <sup>a</sup> y 2 <sup>a</sup> clases de ambas series.
	Soya (temporal)		Mismas condiciones de desarrollo que el frijol de temporal.

Cíclicos (granos)	Sorgo (Temporal)	Cobesa-Acco R 1093 y 1029, Dekalb E-57, Asgrow Dorado M, TE- -Total, otras.	Condiciones similares a las del maíz de temporal, aún cuando es un cultivo más resistente a la sequía.
	Sorgo (Riego)	Máster 900, TE-88, Dekalb F-63, Funks, G-522, Máster 950, otras.	Condiciones similares a las del maíz de riego.
Cíclicos (cultivos hortícolas)	Chile serra no (tempo- ral)	Criollas, S-69, Veracruz y Tampiqueño	En cualquier tipo de suelos sin problemas de drenaje; es un cultivo sensible a la salinidad y al anegamiento. Suelos de 1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> y 4 <sup>a</sup> clases de ambas series.
	Chile serra no (Riego)	Las mismas que para temporal	Condiciones semejantes a las de maíz de riego, siempre y cuando no se tenga probabilidad de sobresaturación de agua.
	Chile jala- peño (tempo- ral)	Criolla, Raya- do, Pinalteco y Candelaria.	Mismas condiciones a las del chile serrano de temporal.
	Chile jala- peño (Riego)	Idénticas a las de temporal.	Se desarrolla bajo condiciones similares que el cultivo del chile serrano.
	Calabacita	Zucchini	Se desarrolla bajo condiciones similares a las de los demás cultivos hortícolas. Se recomienda se siembra bajo condiciones de riego.

Continuación

Cíclicos (Oleaginosas - y/o utilizables en la fabrica- ción de dulces y otros)	Cacahuate	Criollas, Georgia 119- 20 y Jumbo-2	Prospera en suelos de textura media. Suelos de 1ª, 2ª y 3ª clase de la serie Naranja - Dulce. (cultivo de temporal por excelencia).
	Ajonjolí	Criollas, charro, Ciano 16, Insti- tuto 15 y Tehuan tepec III	Suelos sin problemas de drenaje y de ladera. Es un cultivo resistente a la sequía. Suelos de 1ª, 2ª, 3ª y 4ª clase de ambas series. (cultivo de temporal).
Cíclicos	Maíz	H-507	Condiciones similares a las del maíz de temporal o de riego para grano, según la - época en que se siembre aunquese recomienda como cultivo de invierno, bajo condiciones - de riego.
	Soya	P1-205 y 207 y Tropicano	Las condiciones donde prospera son idénticas a las requeridas por el frijol de tempo- ral o de riego, recomendándose se dedique - como cultivo de invierno bajo condiciones de riego.
	Frijol	Terciopelo Blan- co de Florencia y Terciopelo - Negro.	Semejante al del cultivo anterior.
Cíclicos (Utilizable en la industria).	Tabaco	Criollas	En áreas sin problemas de drenaje y/o topo- grafía accidentada. Suelos de 1ª y 2ª de - las series Naranja Dulce y Llano de Enmedio preferentemente en los de ésta última.

### 6.1.2 Ganadería

Debido a que en la zona predomina el cultivo de pastos y por ende la presencia de ganado, no resultaría aceptable proponer un cambio brusco en el uso del suelo y recomendar la siembra de cultivos más remunerativos (caña de azúcar, tabaco, naranja, papaya...) puesto que un cambio en la estructura productiva de la región llevaría mucho tiempo, ya que implica modificaciones profundas en la idiosincrasia de la población, de infraestructura, mercado, etc.

Por lo tanto, considerando que la actividad pecuaria es lo tradicional en la zona, se debe tratar de mejorarla mediante la aplicación de técnicas de explotación avanzada como son: inseminación artificial, alimentación balanceada, desparasitismo, rotación de potreros, uso de semillas mejoradas para obtener pastos resistentes a plagas y enfermedades y de alto valor nutricional, fertilización, riego, etc.

De acuerdo al tipo de suelos y características topográficas del área es recomendable la siembra de pastos y leguminosas forrajeras en los suelos de las clases 2, 3 y 4; en los de clase 1 y/o 2, maíz, alfalfa y sorgo para complemento dietético del ganado.

Asimismo, se recomienda la explotación de ganado para la producción de carne, principalmente, y en menor escala para leche y carne. Para la producción de carne se recomienda, el sistema de explotación intensiva con las razas suiza y cebú (Indobra

sil y Brahman) y la cruce de éstas con el ganado criollo existente. Para la explotación de doble propósito se recomienda el sistema intensivo o de estabulado, con las cruces de raza suiza y cebú. (Red Shindi).

Una vez establecidas las praderas, deberán construirse potreros y efectuar su rotación para obtener un aprovechamiento óptimo de los forrajes, Simultáneamente, se podrá determinar la carga animal bajo diferentes condiciones de manejo.

### 6.1.3 Silvicultura

De acuerdo con el significado de la palabra "silvicultura" que es "cultivo del árbol", esta no se realiza en la zona, puesto que no hay reforestación, control de plagas y enfermedades, conservación del suelo, etc, además no hay caminos de acceso, maquinaria y equipo para la tala y el transporte, ni aserraderos para su transformación.

Actualmente, la madera que se obtiene es empleada en la construcción de viviendas, cercas y como leña. Observándose un rápido avance de las tierras para cultivo sobre las áreas de vegetación natural, lo que es sumamente riesgoso para el débil equilibrio que hay entre suelo y vegetación y cuya primer consecuencia negativa es la desaparición del suelo, después o a la par -- vegetales y animales, por lo que se recomienda llevar a cabo un control del desmonte para que las áreas de vegetación natural -- que aún existen, sean conservadas como amortiguador para evitar cambios drásticos en el medio ambiente del área.

## 6.2 Riego

Por las características topográficas, climáticas (principalmente lluvia) y tipos de suelos de la región, la infraestructura de riego y el sistema operativo del mismo deben diseñarse con mucho cuidado, específicamente en lo que se refiere al tipo, ubicación y capacidad de las obras, debiéndose contar a nivel regional con un equipo de asesoría técnica bien estructurado para capacitar debidamente a los usuarios, y tener en ellos unos buenos aliados para el buen uso de los recursos.

Como una alternativa para incorporar las áreas cultivables al riego, se sugiere la construcción de derivadoras aguas arriba del río Vinazco que alimentarán canales paralelos al mismo, debiéndose elegir las cotas y sitios adecuados donde se asentarían las obras para no correr el riesgo que por problemas de lluvias sufrieran algún desperfecto de consideración o consecuencias lamentables; del mismo modo, que por su ubicación sean obras utilizables para el fin que se plantean.

El sistema de riego deberá ser seleccionado a nivel parcelario, tomando en cuenta características de relieve y pendiente del predio, cultivo y algunas características del suelo, para lo que se sugiere se haga un estudio a ese nivel cuando así se requiera, aunque aquí se dan ciertos lineamientos.

### Pruebas de infiltración

En este estudio se realizaron pruebas de campo sobre la ve-



locidad de infiltración para las dos series encontradas. En ambas series de suelos se hicieron las pruebas en los horizontes superficiales de los perfiles más representativos. El método utilizado fué el de doble cilindro, efectuándose un total de 9 pruebas. Los datos obtenidos se mencionan a continuación y se marcan en las gráficas: tres a once. Estas gráficas se elaboraron con la finalidad de mostrar en forma resumida el tiempo empleado por el agua en saturar el suelo (infiltración básica), cuando esto ocurre el agua se estanca y permanece estable su descenso (entre 2 y 3 horas) quedando determinada la infiltración básica, que se marca en la línea de las abcisas.

VELOCIDADES DE INFILTRACION BASICA (I.B.)

Serie	Pozo	cm/h	Clasificación
Naranja Dulce	11	28.0	Muy rápida
Llano de Enmedio	42	1.2	Moderadamente lenta
Naranja Dulce	18	18.5	Rápida
Llano de Enmedio	5	2.9	Moderada
Llano de Enmedio	12	3.2	Moderada
Naranja Dulce	28	9.0	Moderadamente rápida
Naranja Dulce	13	9.2	Moderadamente rápida
Llano de Enmedio	44	2.8	Moderada
Naranja Dulce	15	14.9	Rápida

La clasificación anterior de velocidades de infiltración básica es la considerada en el "Manual de Levantamientos de suelos" (8)

(8) Manual de Levantamientos de Suelos, U.S., Department of Agriculture, Hand Book, No.18, USDA, 1980, 258 pp.

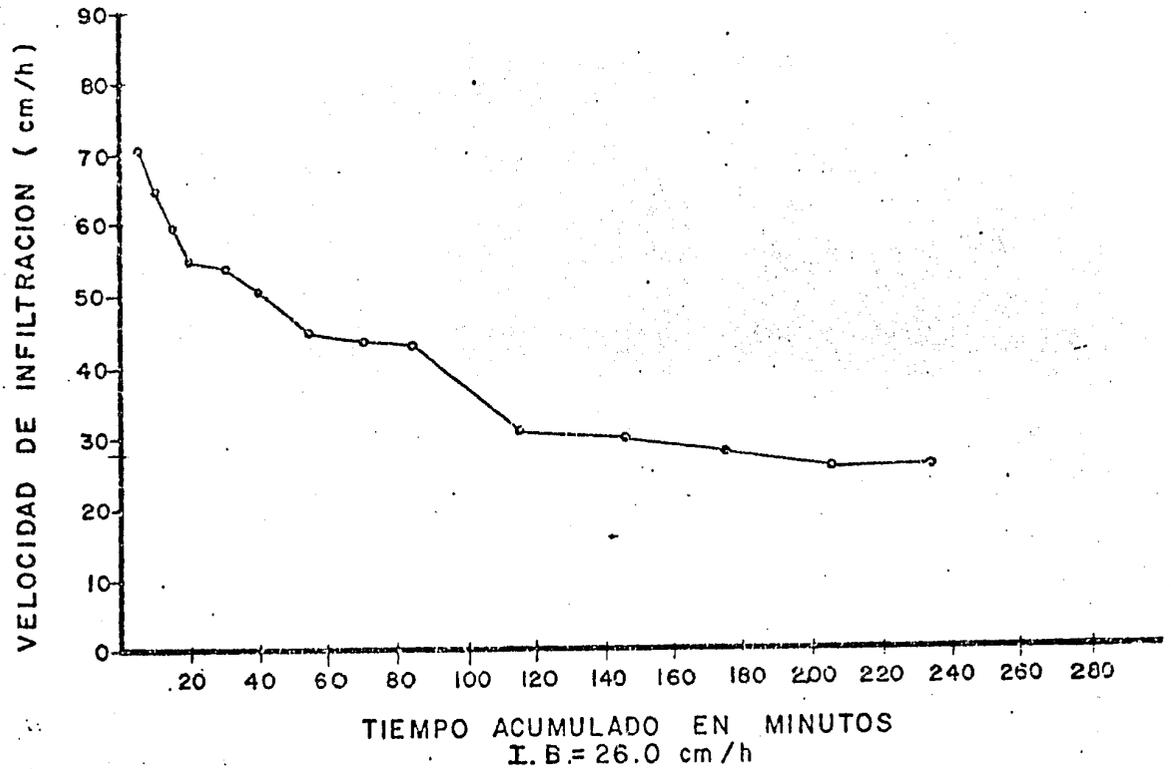
# GRAFICAS DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

ZONTECOMATLAN VER.

POZO No.11

SERIE 2, "NARANJO DULCE"

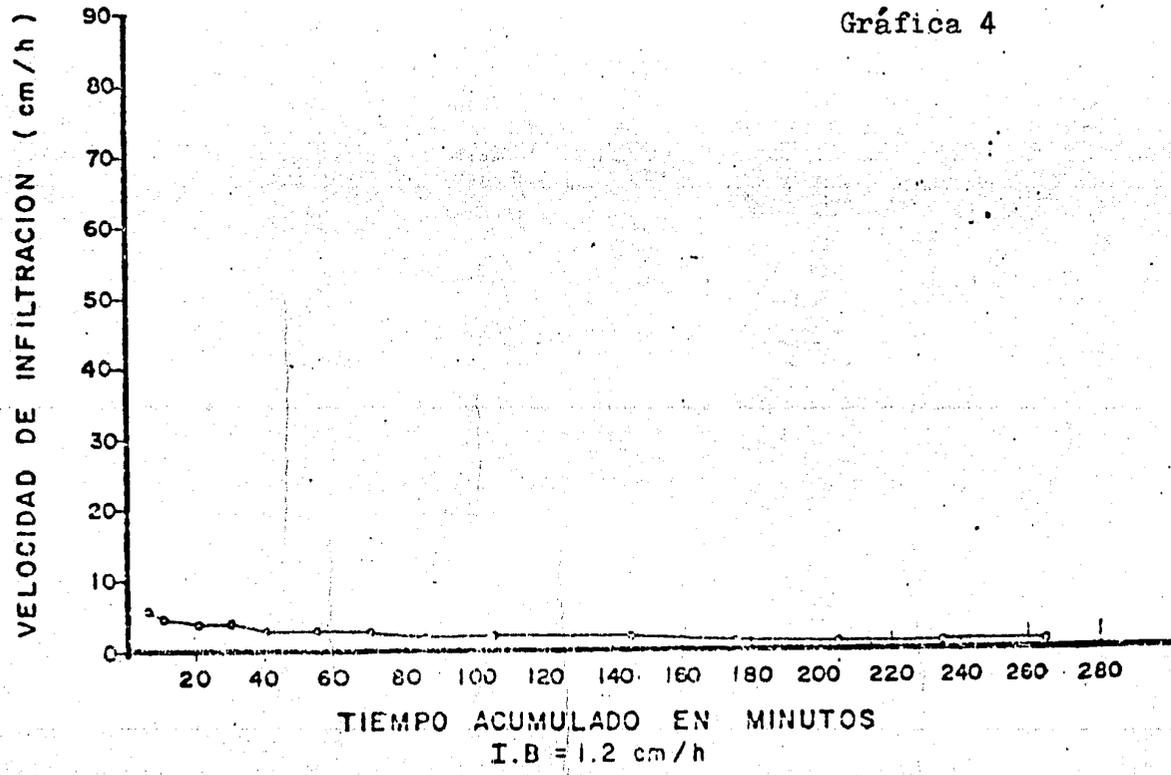
Gráfica 3



POZO No. 42

SERIE 1, "LLANO DE ENMEDIO"

Gráfica 4



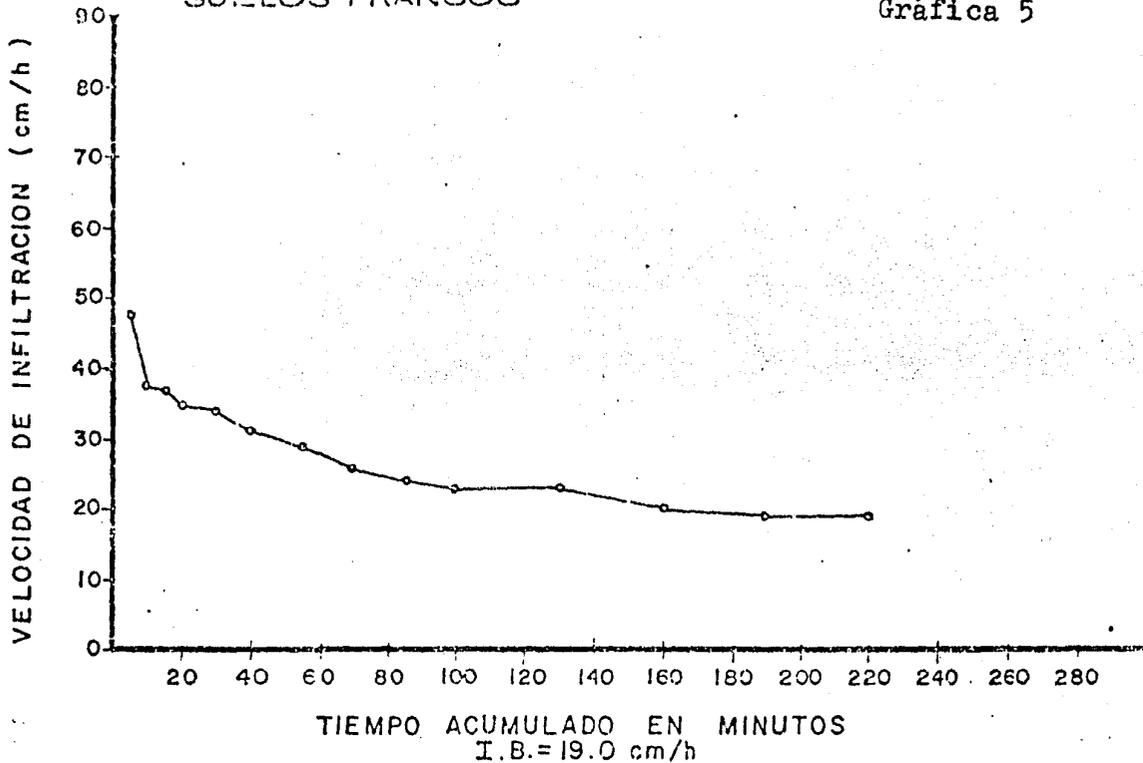
# GRAFICAS DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

ZONTECOMATLAN VER.

POZO N.º 18  
SUELOS FRANCOS

SERIE 2, "NARANJO DULCE

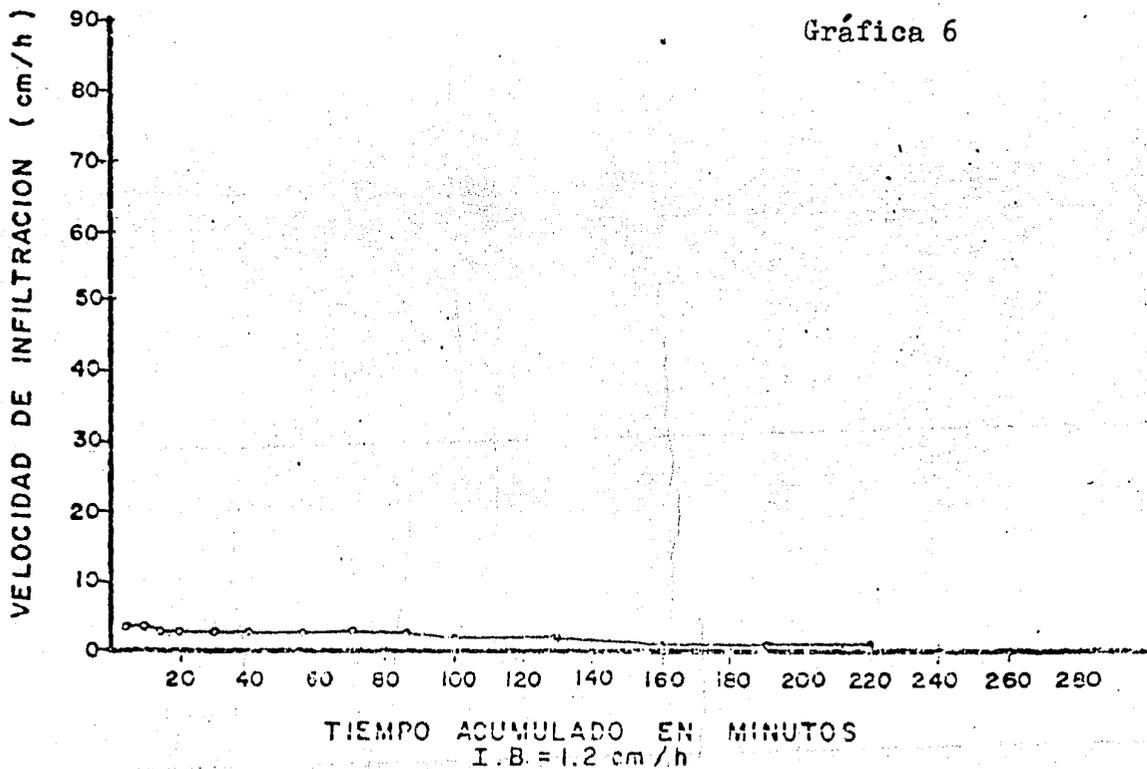
Gráfica 5



POZO N.º 5

SERIE 1, "LLANO DE ENMEDIO"

Gráfica 6



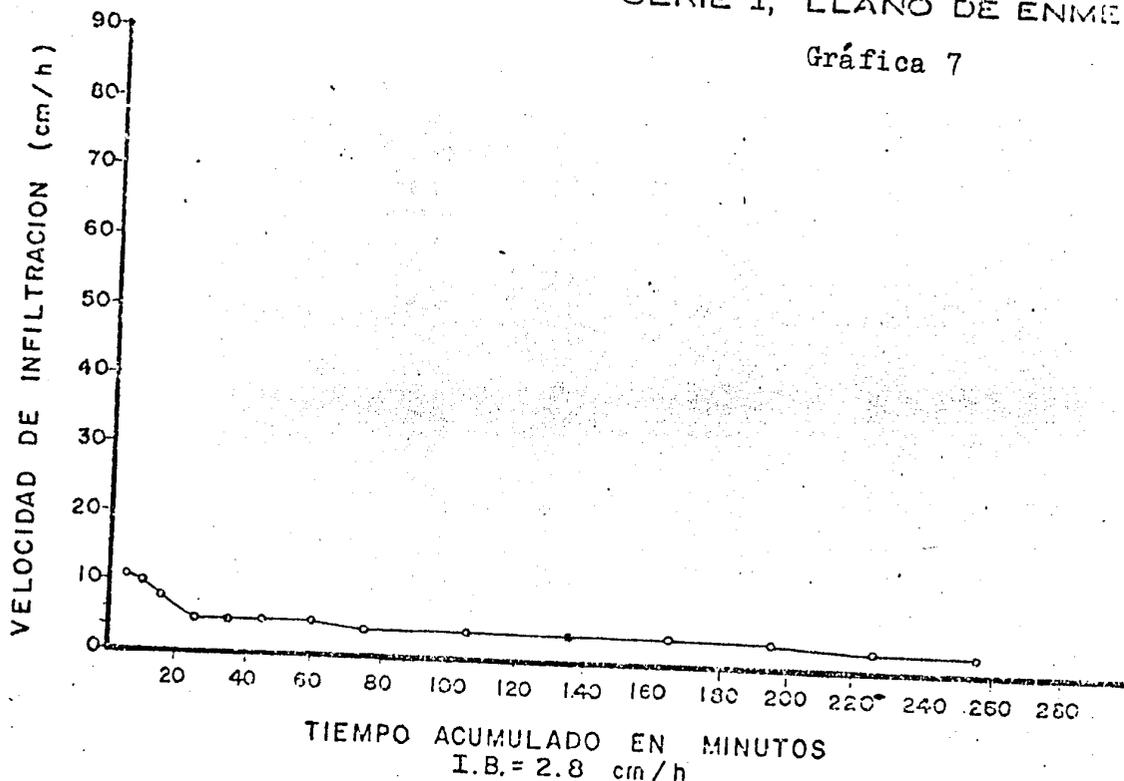
# GRAFICAS DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

ZONTECOMATLAN VER.

POZO N.º 12

SERIE 1, "LLANO DE ENMEDIO"

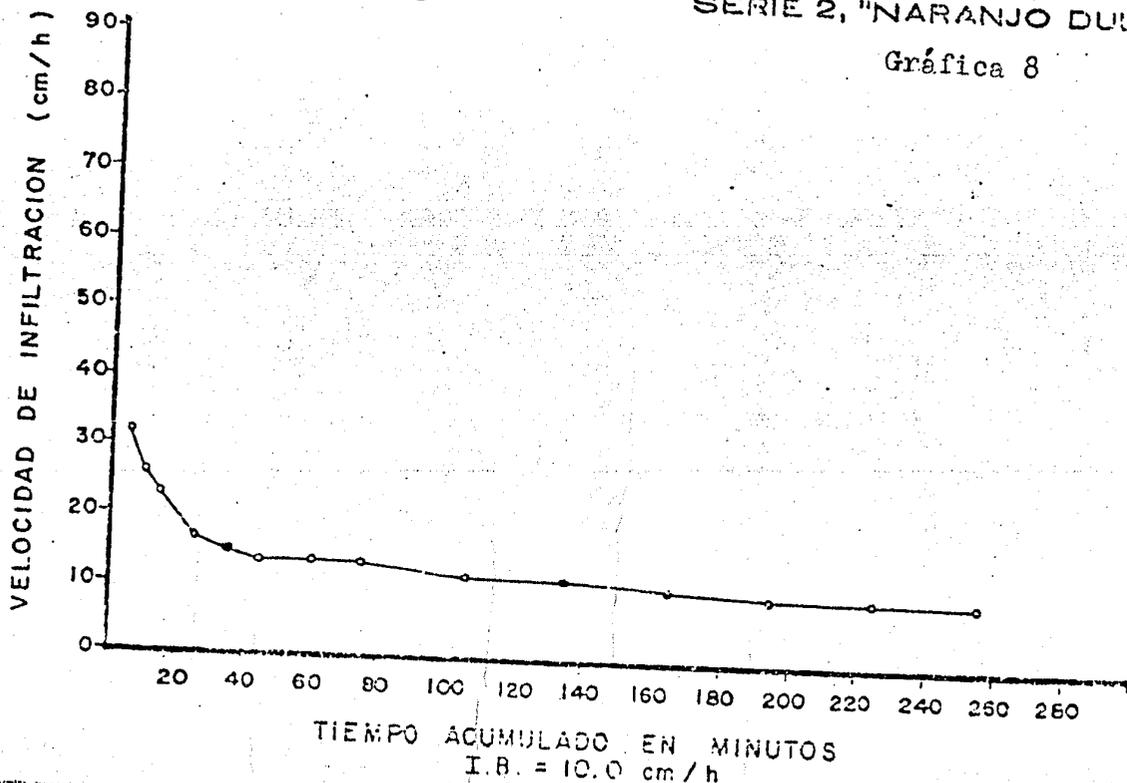
Gráfica 7



POZO N.º 28

SERIE 2, "NARANJO DULCE"

Gráfica 8



# GRAFICAS DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

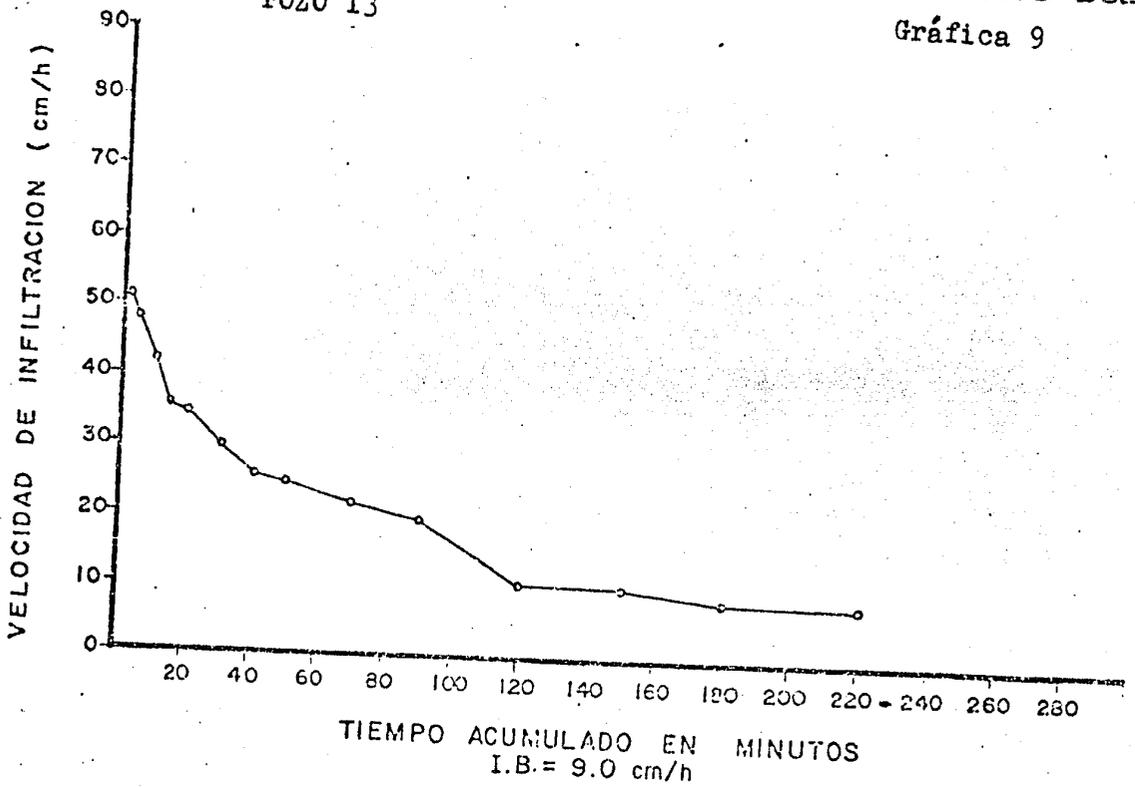
ZONTECOMATLAN VER.

SUELOS FRANCCS

SERIE 2, "NARANJO DULCE"

POZO 13

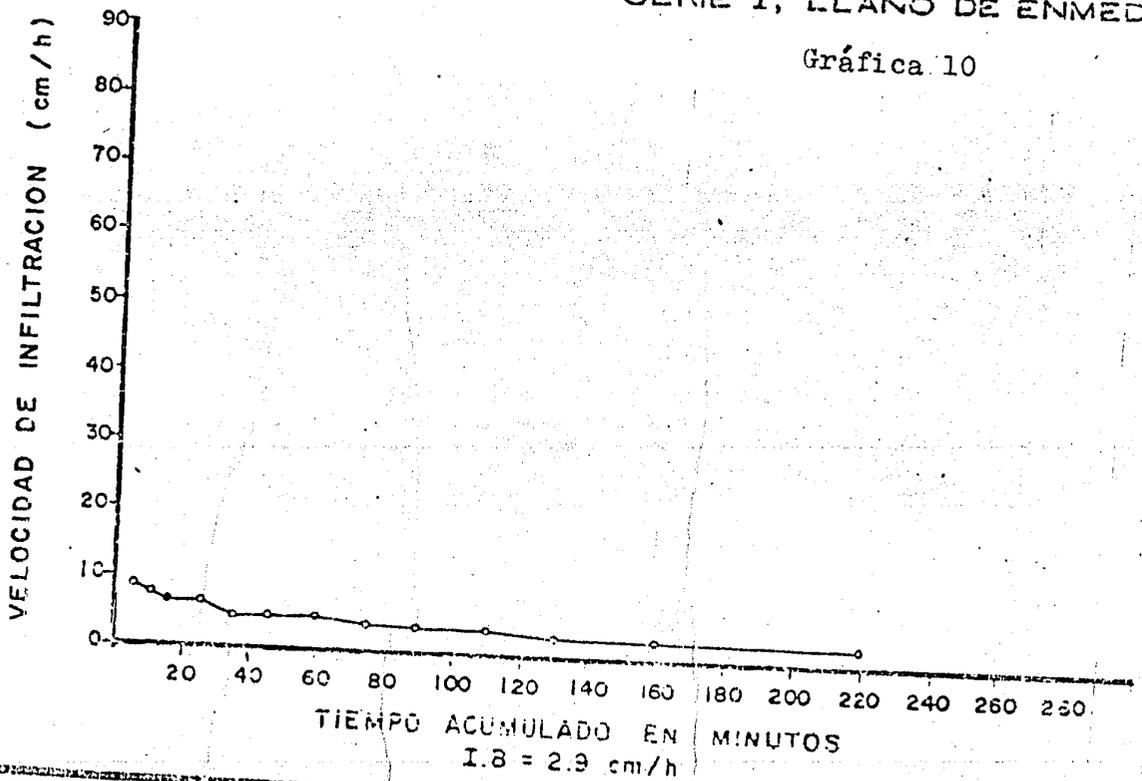
Gráfica 9



POZO No. 44

SERIE 1, "LLANO DE ENMEDIO"

Gráfica 10



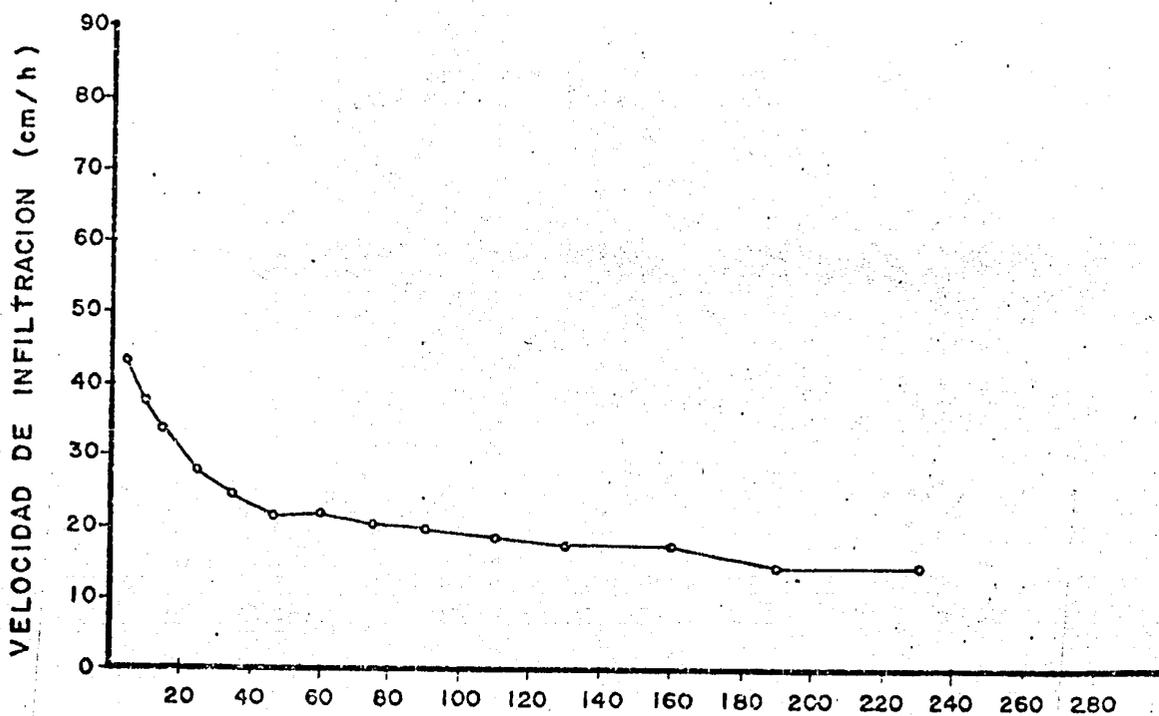
## GRAFICA DE VELOCIDAD DE INFILTRACION

ZONTECOMATLAN VER.

POZO No 15

SERIE 2, "NARANJO DULCE"

Gráfica 11



TIEMPO ACUMULADO EN MINUTOS

I. B. = 14.9 cm/h

-Calidad de aguas para fines de riego

Para clasificar el agua con fines de riego, se tomaron 10 muestras de agua en diferentes lugares y profundidades del río Vinazco, afluentes; pozos y norias de la zona.

El sistema empleado en la clasificación del agua (para riego) es el mencionado en el "Manual no.60 del U.S.D.A." (9), el cual se basa en la aplicación de dos criterios:

1. Determinación del contenido de sales a través de la medición de la conductividad eléctrica en micromhos/cm -- ( $CE \times 10^6$ ).
2. Cálculo de la relación de adsorción de sodio (RAS) en base a los datos de laboratorio de los contenidos de calcio, sodio y magnesio, medidos en me/l, esta relación nos permite estimar el peligro del sodio intercambiable, al actuar sobre un suelo y deteriorar sus condiciones físicas (defloculación) o pérdida de la estructura o espacio poroso.

Este sistema se complementa con el cálculo (a partir de los datos del análisis de cationes y aniones) de los siguientes índices:

Carbonato de sodio residual (CSR)

Porcentaje de sodio posible (PSP)

---

(9) Manual No.60 del Laboratorio de Salinidad, U.S., Department of Agriculture, USDA, 1981, 142 pp.

Porcentaje de sodio encontrado (PSE)

Salinidad efectiva (SE)

Salinidad potencial (SP)

Contenido de boro (B)

Contenido de cloruros (Cl)

Estos índices se utilizan para complementar o afinar la clasificación y sirven para definir cuándo el agua, es "condicionada", "buena" ó "no recomendable", aunque aparentemente sea --- de buena calidad al aplicar los dos criterios antes mencionados. En este caso, no se detectan problemas en el agua de acuerdo a los valores indicados.

Los resultados obtenidos en laboratorio sobre las muestras de agua indican la siguiente fórmula:  $C_2S_1$ , que se define como:

- $C_2$ . Agua de salinidad media. Puede usarse siempre y cuando haya un grado moderado de lavado. En casi todos los casos y sin necesidad de prácticas especiales de control de la salinidad se pueden producir las plantas que son moderadamente tolerantes a las sales.
- $S_1$ . Agua baja en sodio. Puede usarse en el riego para la mayoría de los suelos con poca probabilidad de alcanzar niveles peligrosos de sodio intercambiable. No obstante, los cultivos sensibles como algunos frutales y aguacate, pueden acumular cantidades perjudiciales de sodio.

Estas aguas pueden emplearse para el riego en suelos con buen drenaje interno, evitando de este modo una excesiva acumula



ción de sales en las capas superficiales, en las que generalmente se desarrolla la mayor parte del sistema radicular de los cultivos y donde se lleva a cabo la actividad más intensa de los microorganismos. Por otra parte, sería conveniente seleccionar cultivos tolerantes a las sales procurando con ésto obtener la máxima redituabilidad bajo estas condiciones.

#### -Métodos de riego

De acuerdo con las condiciones topográficas y las características físicas que presentan la mayor parte de los suelos -- del área (pendientes moderadas, texturas medias y finas, velocidades de infiltración moderadas, etc) y los tipos de cultivo -- que ahí existen o se recomiendan se tiene que, uno de los métodos de riego más recomendables es el de gravedad, ya que es el más económico y el que representa menor grado de dificultad para su manejo, Sin embargo, se debe sugerir para toda el área como medida de seguridad que la distribución del agua se haga -- siempre con métodos de conservación de suelos, como son surcos a nivel o al contorno para evitar la erosión, sobre todo en las áreas donde la pendiente sea muy pronunciada.

Para los sitios que presentan limitaciones moderadas o severas en la topografía o relieve se propone el riego por aspersión o por goteo de acuerdo al cultivo y redituabilidad del mismo.

A continuación se mencionan los métodos de riego que pue--

den emplearse en algunos cultivos de la zona:

En pastizales se recomienda el riego por aspersión, sin descartar el de gravedad, de acuerdo a las condiciones topográficas y del suelo. Los cultivos hortícolas se riegan por gravedad o aspersión según sean las condiciones del terreno y el valor de los cultivos sembrados. Para frutales es factible el riego por gravedad siempre y cuando las condiciones lo permitan; a través de melgas preferentemente angostas, de una longitud entre 60 y 70 metros; por cajetes, empleando de preferencia el método de -- "espina de pescado", donde las regaderas secundarias no tengan longitudes mayores a los 100 metros. Estos son algunos de los métodos más convenientes a usarse en la zona, por ser los más accesibles en su manejo.

### 6.3 Drenaje

#### -Drenaje superficial

Las condiciones naturales del drenaje superficial en la zona son variadas, dada la diversidad de pendientes, formas de relieve y características texturales de los suelos, aún cuando en general se pueden describir de la siguiente manera:

En áreas onduladas y ligeramente onduladas el drenaje superficial es eficiente ya que la misma condición topográfica lo permite. Sin embargo, algunas porciones reducidas tienen encharcamiento temporal.

Las porciones de relieve plano pero con cierto grado de pendiente (menos del 3%) el drenaje es eficiente. En pendientes

den emplearse en algunos cultivos de la zona:

En pastizales se recomienda el riego por aspersión, sin descartar el de gravedad, de acuerdo a las condiciones topográficas y del suelo. Los cultivos hortícolas se riegan por gravedad o aspersión según sean las condiciones del terreno y el valor de los cultivos sembrados. Para frutales es factible el riego por gravedad siempre y cuando las condiciones lo permitan; a través de melgas preferentemente angostas, de una longitud entre 60 y 70 metros; por cajetes, empleando de preferencia el método de "espinas de pescado", donde las regaderas secundarias no tengan longitudes mayores a los 100 metros. Estos son algunos de los métodos más convenientes a usarse en la zona, por ser los más accesibles en su manejo.

### 6.3 Drenaje

#### -Drenaje superficial

Las condiciones naturales del drenaje superficial en la zona son variadas, dada la diversidad de pendientes, formas de relieve y características texturales de los suelos, aún cuando en general se pueden describir de la siguiente manera:

En áreas onduladas y ligeramente onduladas el drenaje superficial es eficiente ya que la misma condición topográfica lo permite. Sin embargo, algunas porciones reducidas tienen encharcamiento temporal.

Las porciones de relieve plano pero con cierto grado de pendiente (menos del 3%) el drenaje es eficiente. En pendientes

de menor gradiente, el drenaje superficial se presenta como un fenómeno asociado a la textura, ya que cuando ésta es fina el drenaje tiende a ser deficiente, a diferencia de suelos con texturas medias donde es eficiente.

En áreas planas con pendientes menores de 1%, el drenaje superficial es deficiente, pero debido a que predominan en ellas suelos de texturas medias no hay problemas de inundación o estos son mínimos, presentándose durante la época de lluvias y afectando a superficies muy reducidas.

De lo anterior, se deduce que el problema de áreas inundadas no reviste importancia como lo son otros factores.

#### -Manto freático

Durante el trabajo de campo se observó que había fluctuaciones periódicas en el manto freático, sin embargo, esto no constituye una limitante de peso para el buen desarrollo de los cultivos adaptados a la zona. Dentro de todos los pozos muestreados solo dos de ellos mostraron el manto freático a profundidad menor de 200 cms dando origen a la fase hidromórfica en cada una de las series (Naranja Dulce y Llano de Enmedio)

También se observó durante la descripción de los perfiles, un proceso de hidromorfismo en su etapa inicial, donde la profundidad del manto freático fue a los 160 cms. Cabe hacer notar que la comprobación de campo se llevó a cabo entre los meses de octubre a noviembre que son los de mayor precipitación pluvial

en consecuencia el nivel freático subió de nivel, debiéndose ser menor de 200 cms en la época de secas o de menos lluvia.

#### -Drenaje subterráneo

El drenaje subterráneo en casi toda la zona estudiada es eficiente, excepto en aquellas partes en que se marcaron fases hidromórficas, ya que la topografía y modo de formación de los suelos así lo permite. Cabe mencionar que se encontraron perfiles de la serie Llano de Enmedio con cierto contenido de óxido de fierro y/o carbonato de calcio cementados en la parte inferior del perfil, pero que en ningún momento pueden ser considerados como estratos impermeables y evitar un drenaje interno eficiente.

#### 6.4 Control de erosión

Debido a que los principales factores limitantes de las clases 2, 3 y 4 son la pendiente y el relieve, al ponerlos bajo riego deberán tomarse en cuenta estos elementos y aplicar las prácticas de conservación y manejo de suelos de acuerdo a la influencia de los mismos. Es recomendable que las plantaciones que se lleven a efecto se hagan en curvas de nivel, en contorno, en fajas o terracedo según se crea conveniente.

Con lo anterior se lograrán dos objetivos: control de la erosión y mejor aprovechamiento de la humedad, prácticas que se reflejarán en una producción más alta, siempre que se atiendan simultáneamente otras técnicas complementarias.

## C O N C L U S I O N E S

A raíz del inicio de la etapa moderna en la construcción de obras de riego por la Comisión Nacional de Irrigación (1926), se manifestó la necesidad de realizar estudios agrológicos para este fin. Sin embargo, en esa época un estudio de suelos resultaba muy costoso y tardado porque se carecía de equipo e implementos necesarios y/o no se manejaban con profundidad algunas herramientas y técnicas que hoy nos resultan familiares como es la fotografía aérea y la fotointerpretación. Mediante las cuales, los estudios del suelo y otros elementos del paisaje se realizan en menor tiempo y con ahorro en costos, que si únicamente se realizaran en campo. Tal es el caso del método Fotopedológico, implementado por los Ingenieros Ortiz Monasterio y Peña Rodríguez en la década de 1960-1970 que cumple con los cometidos mencionados (disminuir costos y tiempo).

Como se planteó en un principio, con la aplicación del método mencionado se pretendía conocer con cierta profundidad las características no solo del suelo, sino también de las condiciones generales de desarrollo que hay en la zona, para poder justificar la implantación del riego en ese lugar y los resultados fueron positivos.

De un total de 11 241.7 ha estudiadas, 6 584.4 están cubiertas de pastos, siguiendo en orden de importancia las porciones cubiertas con selva baja y en tercer término las zonas sembradas con cultivos cíclicos (1 462.7 ha). Como se puede observar, una porción considerable esta cubierta de pastizales en consecuen-

cia predomina la actividad ganadera sobre la agrícola, sin embargo, como aquí se plantea, se pretende que haya un mayor equilibrio entre ambas.

Respecto a los suelos, se encontraron dos series que llevan el nombre de Llano de Enmedio y Naranjo Dulce, cubriendo una superficie de 6 908.3 y 4 333.4 hectáreas respectivamente. Dentro de estas series se encontraron las siguientes clases agrícolas:

Clase	SUPERFICIE	
	há	%
1	2 778.4	24.7
2	4 937.8	43.9
3	865.2	7.8
4	1 656.8	14.7
6	1 003.5	8.9
TOTAL	11 241.7	100.0

De acuerdo a los datos anteriores, se observa que predominan los suelos de la clase 1 y 2, que son los más aptos para la agricultura de riego y con esto se justifica de manera importante el establecimiento de riego en la zona.

Los suelos de las clases 1, 2 y 3 que cubren una superficie de 8 581.4 ha equivalentes al 76.4% del área total son suelos apropiados para establecer cultivos anuales, pastos, leguminosas forrajeras y frutales bajo riego.

Los suelos de la clase 4, comprenden una superficie de ---

1 656.8 ha equivalentes al 14.7% del área total; estos suelos no son apropiados o recomendados para establecer cultivos anuales, pero si, para leguminosas forrajeras, pastos y frutales, bajo riego.

Los suelos de la clase 6, cubren una extensión de 1 003.5 hectáreas, equivalentes al 8.9 % del total estudiado; por sus características acentuadamente negativas, no son apropiados para el riego, pero representan parte de la reserva ecológica de la zona.

Considerando los datos citados y como las condiciones de temperatura, lluvia y evapotranspiración no permiten satisfacer la demanda de agua de los cultivos, se concluye que es indispensable el riego para asegurar cosechas, así como para incrementar sus rendimientos para que sea costeable el proyecto. Por otra parte, al establecerse el riego sería posible la siembra de 2 o 3 ciclos agrícolas por año.

Debido a las características generales y agronómicas de los suelos, en especial los de segunda a cuarta clase, deberán manejarse cuidadosamente cuando estén bajo riego para evitar su erosión y obtener altos rendimientos en los cultivos recomendados. Como los principales factores limitantes son la pendiente y el relieve deberá ponerse especial atención en la aplicación de los métodos de manejo y conservación de suelos más adecuados, así como en el suministro de agua de riego por los métodos más apropiados para evitar lo que ya se indicó.



Simultáneamente, deberán emplearse las demás técnicas complementarias de la agricultura para asegurar los rendimientos como son: uso de semillas mejoradas, combate de plagas y enfermedades, exterminio de malas hierbas y otras labores culturales; épocas de siembra y cosecha adecuadas, aplicación de fertilizantes, etc.

Respecto a la ganadería, se observó que es la actividad tradicional del área, sin embargo, pocos son los potreros que se explotan en forma adecuada y donde se obtienen elevados rendimientos, como se observó durante la visita de campo (hay sobre pastoreo y predomina el ganado criollo).

Con la introducción de riego en pastizales y cultivos forrajeros, se obtendrá mayor rendimiento en carne y leche a pesar de tener el mismo ganado porque se incrementarán las posibilidades de alimentación en cantidad y calidad.

Una vez establecido el sistema de riego se deberá proporcionar ayuda a los usuarios en aspectos tales como: métodos de riego y manejo de equipo, crédito agrícola y pecuario (que sea oportuno y en cantidades suficientes) considerando tanto el de avío como el refaccionario; tenencia de la tierra (que este bien definida a fin de evitar problemas de invasiones u otro tipo; experimentación y enseñanza agrícola y pecuaria (establecer por lo menos una escuela relacionada con estas actividades) y si es posible un campo experimental sobre aspectos agropecuarios.

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

- Aceves, N., Notas sobre Salinidad, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 1974, 158 pp.
- Bennet, Hugh, Elementos de Conservación del Suelo, Editorial Fondo de Cultura Económica, México, 1974, 427 pp.
- Buol, S.W., et al., Génesis y Clasificación de Suelos, Editorial Trillas, México, 1981, 432 pp.
- Cárdenas, Adalberto, Fotointerpretación y Sensibilidad Remota, como Instrumentos valiosos en la Agricultura, Tesis (inédita), Escuela de Agricultura, Universidad de Guadalajara, México, 1983, -- 189 pp.
- Castilla, Oscar, Determinación Práctica de Uso Consuntivo, Ingeniería Hidráulica, Vol. 9, No. 4, México, 1969, 22 pp.
- Cuanalo, Cerda de la, Heriberto, Manual para la Descripción de Perfiles de Suelos en Campo, Centro de Edafología, Colegio de Postgraduados, 2<sup>a</sup> ed, Chapingo, México, 1981, 37 pp.
- Derruau, Max, Geomorfología, Editorial Ariel, 2<sup>a</sup> ed, México, 1978, -- 528 pp.
- Duchaufour, Pierre, Manual de Edafología, Traduc. T. Corballas, Editorial Toray-Masson, España, 1978, 376 pp.
- García, Enriqueta, Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koeppen, 2<sup>a</sup> ed, Ciudad Universitaria, UNAM, México, 1973, 75 pp.
- García, Felipe, La Fotointerpretación Aérea y su Aplicación a los Estudios de Suelos, Tesis, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1966, 257 pp.
- Goosenn, Dooko, Interpretación de Fotografías Aéreas y su Importancia en los Estudios de Suelos, Boletín sobre Suelos, No. 6, --

FAO, Roma, 1968, 118 pp.

Jackson, M., Análisis Químico de Suelos, Editorial Omega, Barcelona, 1964, 162 pp.

Leet y Judson, Fundamentos de Geología Física, Editorial Limusa, México, 1974, 438 pp.

Lobeck, A., Geomorphology, Editorial McGraw Hill, New York, 1939, --- 425 pp.

Manual de Conservación de Suelos, Servicio de Conservación de Suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Editorial Limusa, México, 1977, 324 pp.

Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1977, 585 pp.

Manual de Conservación del Suelo y del Agua, Instructivo, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1977, 227 pp.

Miranda, F. y Hernández, X., Los tipos de Vegetación de México y su Clasificación, Vol. Sociedad Botánica Mexicana, México, 1963, 28 pp.

Munsell, Soil Color Chart, Baltimore-Maryland, U.S.A., 1966, 36 pp.

Ortiz, Carlos y Cuanalo Cerda, de la, Heriberto, Metodología del Levantamiento Fisiográfico, Un Sistema de Clasificación de Tierras, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México, 1978, 34 pp.

Ortiz, Bonifacio y Ortiz, Carlos, Edafología, Universidad Autónoma de Chapingo, 3<sup>a</sup> ed, México, 1980, 205 pp.

Peach, English, Rapid Microchemical Soil Test, Soil Science, U.S.A., 1944, 258 pp.

Peña, Federico, Fotopedología. 15 Años de Fotointerpretación Aérea Aplicada a la Ciencia del Suelo en México, EYPSA, México, 1974, --- 552 pp.

Richards, L., Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y Sódicos, U.S.D.A., Manual 60, Caracas, 1954, 131 pp.

SARH, Subdirección de Agrología, Especificaciones Generales para Estudios Agrológicos, México, 1973, 22 pp.

SARH, Metodología para el Informe de un Estudio Agrológico Semidetallado, Subdirección de Agrología, Publicación No.4, 3<sup>a</sup> ed, México, 1976, 18pp.

SARH, Guía para la Asistencia Técnica Agrícola en el CIASE, Instituto de Investigaciones Agrícolas, México, 1977, 137 pp.

SARH, Métodos para Análisis de Suelos y Aguas, México, 1979, 97 pp.

SARH, Instructivo para el Muestreo, Registro de Datos e Interpretación de la Calidad del Agua para Riego Agrícola, México, 1970, --- 53 pp.

SARH, Factores y Parámetros para la Clasificación de los Suelos con Fines de Riego Aprobados por la Dirección de Agrología, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, México, 1978, 45 pp.

SRH, Metodología para el Informe de un Estudio Agrológico Detallado, Pub. No. 3, 3<sup>a</sup> ed, Subsecretaría de Planeación, Dirección General de Estudios, Dirección de Agrología, México, 1976, (s.p)

Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas, Mapa de Carreteras, Esc. 1:1 000 000, México, 1980.

Secretaría de la Defensa Nacional, Carta de Curvas de nivel cada 50 metros, Esc. 1:1 000 000, México, 1970.

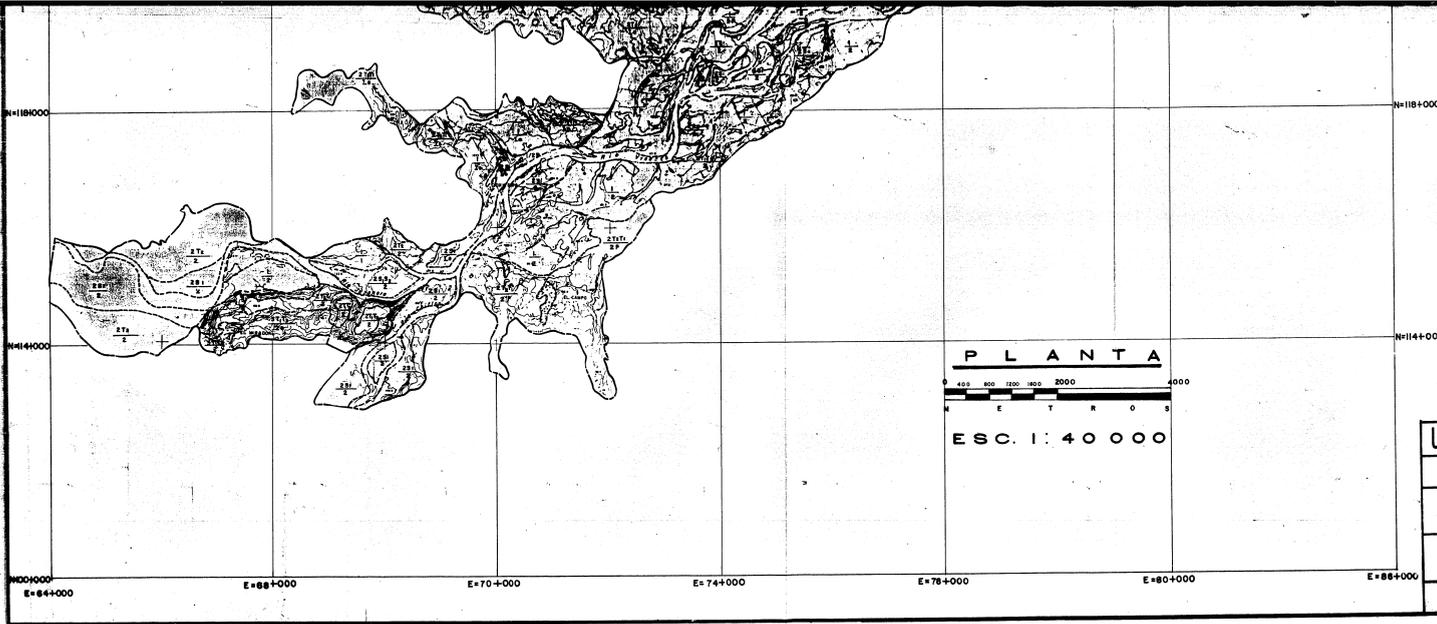
Strandberg, Carl, Manual de Fotografía Aérea, Editorial Omega, Barcelona, 1975, 372 pp.

USDA, Soil Survey Manual, Soil Survey Staff, Editorial, Ministerio de Obras Públicas de la República de Venezuela, Caracas (s.f)





2



ver mapa. Ver en el anexo para otros datos.

**FACTORES DE CLASIFICACION**

- |                                 |                                      |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| St = Textura                    | Ti = Pendiente                       |
| Se = Profundidad del Suelo      | Tr = Relieve                         |
| Sp = Permeabilidad              | Ar = Sotiledad                       |
| Pr = Pedregosidad (Perfil)      | As = Sotiledad                       |
| Ps = Pedregosidad (Superficial) | Ds = Drenaje superficial             |
| Pa = Rocasidad                  | Dm = Profundidad manto freático      |
| Et = Erosión                    | Dp = Profundidad estrato impermeable |

EjemPLO  $\frac{45 \text{ T}_1}{2}$  Cuarta clase con pendiente y relieve  
 Serie de

**PLANTA**

0 400 800 1200 1600 2000 4000

ESC. 1:40000

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO</b>	
COLEGIO DE GEOGRAFIA	
PLANO DE SERIES Y CLASES DE SUELOS DE LLANO DE ENMEDIO, VER.	
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	
REALIZO Y DIBUJO	MEXICO
VERONICA L. MARTINEZ G.	1984