

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA



Seguimiento Metodológico para la Ejecución de un  
Levantamiento de suelos.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

“Orientación Suelos”

P r e s e n t a n :

J. Jesús Virgen González

y

Francisco Copado González

Guadalajara, Jal., Enero de 1984



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Escuela de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Octubre 20, 1983.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA,  
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis conjunta de los PASANTES  
FRANCISCO COPADO GONZALEZ y J. JESUS VIRGEN GONZALEZ titulada  
"SEGUIMIENTO DE LA METODOLOGIA PARA LA EJECUCION DE UN LEVANTAMIENTO  
DE SUELOS."

Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

ING. RAFAEL ORTIZ MONASTERIO.

ASESOR

ING. FLORENTINO SANCHEZ SAMANIEGO.

ASESOR

ING. BONIFACIO ZARAZUA CABRERA.

hlg.

D E D I C A T O R I A S

EN MEMORIA DE MI PADRE: JOSE VIRGEN GONZALEZ Y MI -  
HERMANA Ma. DE LA LUZ.

CON MUCHO CARIÑO A MI MADRE: MICAELA GONZALEZ

A MI ESPOSA: IRMA SANCHEZ POR SU GRAN APOYO Y COM -  
PRENSION

Y ESPECIALMENTE A MI HIJA: PAULINA MICAELA POR RE -  
PRESENTAR ANTE MI EL ESTIMULO MAS GRANDE HACIA LA --  
SUPERACION.

A MIS HERMANOS

RAMON

JORGE

ZENAIDA

PABLO

JUVENAL

EZEQUIEL

SUSANA

ELVIRA

HECTOR

OSCAR

POR SU GRAN APOYO Y POR SU EJEMPLO

A LA ESCUELA DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADA -  
LAJARA

POR SU NOBLE LABOR.

## A G R A D E C I M I E N T O S

A través de este documento quiero manifestar mi agradecimiento al Personal Directivo y Docente de la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, por el gran esfuerzo que realizan tendiente a la formación de buenos Profesionistas. En particular al Ing. Gabriel Martínez González de quien a lo largo de mi formación académica recibí amistad y estímulo a la superación.

De igual manera quiero agradecer los valiosos consejos de mi Director y Asesores para desarrollar el presente Trabajo de Tesis.

Al Departamento de Agricultura, Ganadería e Irrigación del Estado por proporcionarme todas las facilidades para cumplir con este trabajo profesional.

Mi profundo agradecimiento a mis compañeros y amigos Rosa Elena Ramírez Lara y Armando Ledezma Ríos por su valiosa ayuda en la mecanografía y dibujo que desinteresadamente me proporcionaron.

Finalmente expreso mi agradecimiento a todas aquellas personas que de alguna manera colaboraron a la realización del presente trabajo.

D E D I C A T O R I A S

A MI PADRE: JOSE NATIVIDAD COPADO BRISEÑO, POR SU INQUEBRANTABLE ESPIRITU COMBATIVO EL CUAL ME HA INSPIRADO TODA MI VIDA.

A MI MADRE: FELIPA GONZALEZ VELEZ, QUIEN HA SABIDO COMBINAR HABILMENTE EL AMOR Y LA FIRMEZA DE CONVINCIONES.

A MI ESPOSA: DALILA LEOS CHAVEZ, POR SU APOYO Y ESTIMULO.

A MIS HIJOS: DALILA ADRIANA Y LUIS FRANCISCO

A MIS HERMANOS:

LUIS

MERCEDES

CARMEN

LAURO

ESPERANZA

EZEQUIEL

ELENA

ANTONIO

JOSE

## A G R A D E C I M I E N T O S

Al hombre que por su autenticidad me ha inspirado en la vida profesional y de quién he recibido los principios filosóficos de la Agrológica, con respeto y cariño al Ingeniero Rafael Ortiz Monasterios.

A la Escuela de Agricultura de la Universidad de -  
Guadalajara.

# I N D I C E

| CONTENIDO  | PAGINA |
|--|--------|
| PREFACIO   | I      |
| ANTECEDENTES   | III    |
| INTRODUCCION   | IV     |
| OBJETIVOS  | V      |
| MATERIALES Y METODOS   | VI     |
| RESUMEN  | X      |
| 1.- REVISION DE LITERATURA                                       | 12     |
| 1.1 Concepto Suelo   | 12     |
| 1.2 Clasificación de Suelos                                      | 15     |
| 1.2.1 Continuidad y Complejidad                                  | 16     |
| 1.2.2 Finalidad Científica y Aplicada                            | 17     |
| 1.2.3 Objetivos Generales de las Clasifi -<br>caciones de Suelos | 18     |
| 1.2.4 Forma de Expresión de las Clasifica -<br>ciones            | 20     |
| 1.2.5 Sistemas de Clasificación                                  | 21     |
| 1.2.5.1 Clasificaciones Rusas                                    | 23     |
| 1.2.5.2 Clasificaciones Americanas Ante -<br>riores a 1960       | 27     |
| 1.2.5.3 Unidades de Suelo de la FAO                              | 39     |
| 1.3 Clasificación de Tierras                                     | 47     |
| 1.3.1 Clasificación de Tierras por Capaci -<br>dad de Uso        | 50     |
| 1.3.2 Clasificación de Tierras por su Rega -<br>bilidad          | 52     |
| 1.3.3 Factores Económicos  | 53     |
| 1.3.4 Factores Físicos   | 54     |
| 1.3.4.1 Factor Topográfico                                       | 56     |
| 1.3.4.2 Factor Drenaje   | 58     |
| 1.3.5 Clases de Tierra Para Fines de Riego                       | 59     |



|         |  |    |
|---------|--|----|
| 1.3.5.1 | Clase I Arable   | 60 |
| 1.3.5.2 | Clase II Arable  | 60 |
| 1.3.5.3 | Clase III Arable                                       | 61 |
| 1.3.5.4 | Clase IV Arable Limitada o de uso -<br>Especial        | 61 |
| 1.3.5.5 | Clase V no Arable                                      | 62 |
| 1.3.5.6 | Clase VI no Arable                                     | 62 |
| 1.4     | Cartografía de Suelos                                  | 63 |
| 1.4.1   | Formación de las Unidades Cartográficas                | 64 |
| 1.4.1.1 | Impureza de las unidades Cartográficas                 | 65 |
| 1.4.2   | Unidades Para la Clasificación y Cartografía de Suelos | 65 |
| 1.4.3   | Unidades Taxonómicas y Cartográficas                   | 66 |
| 1.4.4   | La Representación y la Memoria del Mapa                | 67 |
| 1.5     | Tipos de Levantamientos de Suelos                      | 69 |
| 1.5.1   | Tipos de Escalas en los Levantamientos                 | 69 |
| 1.5.2   | Compilación  | 69 |
| 1.5.3   | Exploratorios  | 69 |
| 1.5.4   | De Reconocimiento                                      | 70 |
| 1.5.5   | Semidetallados   | 70 |
| 1.5.6   | Detallados   | 70 |
| 1.5.7   | Intensivos   | 70 |
| 1.5.8   | Tipos de Objetivos en los Levantamientos               | 71 |
| 1.5.9   | Levantamiento Para Inventario de Recursos              | 71 |
| 1.5.10  | Levantamiento Para Localización de Proyectos           | 71 |
| 1.5.11  | Levantamiento de Factibilidad                          | 72 |
| 1.5.12  | Levantamiento de Desarrollo                            | 72 |
| 1.5.13  | Levantamiento Para fines de Manejo                     | 72 |
| 1.6     | Fotointerpretación de Suelos                           | 76 |
| 1.6.1   | Técnicas de Interpretación de Imágenes                 | 77 |
| 1.6.2   | Planeación y Equipo Para la Fotointerpretación         | 78 |

|       |  |            |
|-------|--|------------|
| 1.6.3 | Elementos Para la Fotointerpretación de -<br>suelos                              | 82         |
| 1.6.4 | Características Deseables de las Fotogra-<br>fías Aéreas                         | 83         |
| 1.6.5 | Elementos Utilies en Fotointerpretación -<br>Para la Caracterización del Paisaje | 86         |
| 1.6.6 | Características Visibles del Paisaje   | 89         |
| 1.6.7 | Técnicas Utilizadas en el Presente Traba-<br>jo                                  | <u>90</u>  |
| 2.-   | LOCALIZACION DEL AREA  | 93         |
| 2.1   | Situación Geográfica   | 93         |
| 2.2   | Situación Política   | 93         |
| 2.3   | Superficie Estudiada y Límites   | 93         |
| 2.4   | Vías de Comunicación   | 94         |
| 3.-   | ASPECTOS SOCIOECONOMICOS   | 96         |
| 3.1   | Generalidades  | 96         |
| 4.-   | ASPECTOS FISIOGRAFICOS   | 109        |
| 4.1   | Generalidades  | 109        |
| 4.2   | Geología Superficial   | 109        |
| 4.3   | Geomorfología  | 111        |
| 4.4   | Sistema de Lomeríos  | 112        |
| 4.5   | Diques Naturales   | 112        |
| 4.6   | Planicie de Inundación   | 123        |
| 4.7   | Topografía   | 114        |
| 4.8   | Hidrografía  | 115        |
| 4.9   | Descripción de las Corrientes  | 115        |
| 5.-   | VEGETACION   | 120        |
| 5.1   | Generalidades  | 120        |
| 6.-   | CLIMATOLOGIA AGRICOLA  | <u>123</u> |
| 6.1   | Generalidades  | 123        |
| 7.-   | AGRICULTURA Y GANADERIA  | 127        |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 8.-     | SUELOS   | 130 |
| 8.1     | Descripción General de los Suelos                                  | 130 |
| 8.2     | Descripción de Perfiles  | 131 |
| 8.3     | Series de Suelos   | 132 |
| 8.3.1   | Serie Uno: Jamapa  | 132 |
| 8.3.1.1 | Uso Actual   | 133 |
| 8.3.1.2 | Topografía   | 133 |
| 8.3.1.3 | Drenaje Superficial  | 133 |
| 8.3.1.4 | Génesis  | 133 |
| 8.3.1.5 | Características Distintivas  | 134 |
| 8.3.1.6 | Salinidad y/o Sodicidad  | 134 |
| 8.3.1.7 | Clases Agrícolas Para Fines de Riego                               | 134 |
| 8.3.1.8 | Variaciones del Perfil   | 135 |
| 8.3.1.9 | Descripción del Perfil Representativo                              | 135 |
| 8.3.2   | Serie Dos: El Mangal   | 150 |
| 8.3.3   | Serie Tres: El Moralillo   | 150 |
| 8.3.4   | Serie Cuatro: El Roble   | 150 |
| 8.3.5   | Serie Cinco: Capulines   | 151 |
| 9.-     | CAPACIDAD DE USO Y MANEJO DE SUELOS                                | 152 |
| 9.1     | Cultivos Recomendables   | 152 |
| 9.2     | Técnicas de Cultivo  | 157 |
| 9.2.1   | Siembra  | 159 |
| 9.2.2   | Labores Culturales   | 159 |
| 9.3     | Métodos de Riego   | 163 |
| 9.4     | Fertilización  | 165 |
| 9.5     | Drenaje Agrícola   | 165 |
| 9.6     | Control de la Erosión  | 165 |
| 9.7     | Ganadería (sistemas de explotación especies y razas recomendables) | 166 |
| 9.7.1   | Unidad Productora de Carne   | 167 |
| 9.7.2   | Unidad Productora de Leche   | 168 |
| 9.7.3   | Otras Especies   | 168 |
| 9.8     | Silvicultura   | 169 |
| 10.-    | CONCLUSIONES   | 171 |
|         | BIBLIOGRAFIA   | 177 |

## P R E F A C I O

La agrología en nuestro País aún no ha logrado superar las barreras que el sistema le impone. Para toda-planeación y ejecución de una obra de riego, debiera, - considerarse como fundamental su inclusión.

Es deber de los profesionistas dedicados a esta - disciplina patentizar su importancia en el respaldo téc: nico de las inversiones que con fines de riego se reali-zan en el agró; ya que un documento de esta naturaleza- pone a la vista las características de la zona por bene-ficiar y manifiesta bajo consideraciones técnicas la - viabilidad o incosteabilidad del Proyecto.

El estudio Agrológico Cotaxtla-Jamapa fue realiza-da en el año de 1981, y dado a contrato para conocer la viabilidad de realizar un Proyecto de Riego. Los resul-tados generados a partir de dicho estudio fueron en el-sentido positivo, la superficie beneficiable sí justifi-ca la inversión por ser potencialmente productiva.

El anterior punto de vista corresponde al agrológi-co y como tal tiene un carácter técnico. Sin embargo, - una obra de esta naturaleza conlleva cambios en el sis-tema de vida y sistemas de producción en el área de in-tereses; por tanto consideramos que junto con la ejecu-ción del proyecto de riego se deben realizar programas-encaminados al desarrollo de la comunidad, así como tam-bién se acentúe aún más la asesoría del personal técni-co capacitado dirigida al productor que experimentará - un cambio en elsistema de manejo de sus suelos.

La experimentación agrícola no sólo deberá realizarse en los campos trabajados para tal fin, sino que será necesario se realice también en las áreas donde se localicen variaciones climáticas y edáficas que influyen en el desarrollo de los cultivos. Con esto se logrará detectar condiciones adversas que repercuten en la producción; y no menos importante la demostración para los agricultores de las técnicas seguidas en el mejor aprovechamiento de los suelos.

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

El presente estudio fue realizado por los autores en la compañía Estudios y Proyectos, S. A. para la Sub Dirección de Agrología de la Dirección de Estudios de la S.A.R.H.

La Dirección de Estudios de la S.A.R.H., pretende establecer un Distrito de Riego en la zona denominada Cotaxtla-Jamapa, localizada al Oeste y Sureste de las inmediaciones del puerto de Veracruz; dicho Proyecto - comprende 50,000 hectáreas de cultivo aproximadamente; para conocer la conveniencia y factibilidad de la obra así como asegurarse que los posibles terrenos beneficiados fueran verdaderamente potenciales para la explotación agropecuaria, se le otorgó a la compañía contratista la responsabilidad de realizar un estudio agrológico en dicha zona para conocer sus características y dar a través de sus estudios, alternativas y/o sugerencias para la realización o inconveniencia de dicha obra.

Los autores como integrantes del Departamento de Agrología de la compañía contratista, fueron los responsables en la realización del estudio agrológico.

Con algunas modificaciones practicadas en el presente trabajo, decidimos darle formato de Tesis Profesional; justificándose por no ser un estudio agrológico, sino que exhibe ciertos virages que lo inclinan a la descripción del desarrollo de técnicas seguidas en un levantamiento de suelos.

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

El levantamiento de los suelos es una técnica -- que nos permite localizar geográficamente los diferentes suelos, describir sus características más relevantes, predecir su comportamiento bajo diferentes sistemas de manejo y sugerir obras que mejoren su productividad, así como nuevas prácticas que optimicen los -- sistemas de producción que ya se estén implementando.

El levantamiento de suelos permite también conocer alternativas de uso del recurso en lo agrícola, -- pecuario y sivilcola, así como en la expansión urbana, -- industrial y otras obras de ingeniería.

Dada la importancia del levantamiento de suelos -- creémos será de interés para los técnicos relacionados con el tema conocer pormenorizadamente su seguimiento -- metodológico.

El presente trabajo, si bien es parte un levanta -- miento de suelos, no tiene como objetivo central pre -- sentar un reporte de los suelos identificados, sino si -- tuándose en el contexto general de los levantamientos -- de suelos, se ha escrito con la finalidad de demostrar -- detalladamente la metodología. Así, se ha dado énfasis -- a los conceptos en que se basa cada etapa del estudio, -- es decir, el ¿Por Qué? realizarlo; a la utilización -- que se hará de la información resultante el ¿Para Qué? -- y finalmente el Cómo realizar cada etapa o paso del -- levantamiento.

O B J E T I V O S

Los objetivos perseguidos en el presente trabajo son:

- 1.- Mostrar detalladamente la metodología para la elaboración de un estudio agrológico, dando énfasis a los conceptos básicos en que se apoya cada etapa del estudio.
  
- 2.- Contribuir a despejar algunas dudas a aquellos que se inicien en el estudio de los suelos y al mismo tiempo promover la reflexión entre los técnicos con experiencia.



## M A T E R I A L E S   Y   M E T O D O S

Consideramos que para la elaboración de un estudio agrológico es conveniente conocer los alcances de los diferentes métodos para esta actividad; por otro lado, identificar las características más sobresalientes del área por estudiar, el nivel de detalle que se requiera y los posibles usos de la tierra que se pretendan establecer. Lo anterior permite seleccionar el método de trabajo más adecuado y su material a utilizar, todo ello que se ajuste a las necesidades exigidas por el estudio.

En lo referente a métodos de trabajo para estudios agrológicos, el lector podrá comprobar que los técnicos empeñados en ello, realizan dicha actividad por la vía de tres etapas de trabajo.

La primera, consiste en el acopio de información básica disponible de la región por estudiar y su análisis, lo que permite elaborar hipótesis y supuestos de las características de los suelos de la zona bajo estudio; importante esto último para localizar los sitios de muestreo.

La segunda etapa, es la que se conoce como "trabajo de campo", la cual consiste en visitar el sitio para contrastar la hipótesis y supuestos previamente elaborados en la etapa anterior. En esta etapa se toman muestras de suelo, plantas y agua, según sean los objetivos que rijan el estudio. También se hacen observaciones de las respuestas de los cultivos a los diferentes tipos de suelos y de su manejo. Por otro lado, se caracterizan los suelos para fines de uso de acuerdo a sus deme-

-ritantes y simultáneamente se intenta incluirlos de acuerdo a sus semejanzas en agrupaciones definidas por un sistema de clasificación conocido.

Tercera etapa, Post-campo. Con todos los elementos conseguidos en las dos etapas anteriores se elabora la presentación final del estudio, el cual consta en general de dos partes complementarias; el mapa de los suelos que es donde se muestra gráficamente la distribución geográfica de las unidades cartográficas de los suelos y sus relaciones con sus demás aspectos físicos y culturales del paisaje; y la memoria o informe que es donde se describen las características de los suelos y las áreas que ocupan. (35)

Con el estudio hasta aquí elaborado emprendimos la tarea de analizarlo y discutirlo; después a nuestras observaciones les dimos apoyo bibliográfico para luego pasarlas por escrito, buscando en lo posible que en cada capítulo el lector conozca los pormenores de la elaboración de un estudio agrológico desprendiéndose además opiniones para futuros estudios de esta naturaleza.

Los materiales que empleamos para el estudio agrológico son los que a continuación se enlistan:

a) 196 fotografías aéreas blanco y negro a escala aproximada de 1:20 000 tomadas por la compañía Aerofotogrametría, S.A durante los meses de mayo a junio de 1980.

b) 5 mosaicos de contacto a escala aproximada de 1:20 000.

c) 6 planos topográficos a escala 1:20 000 con curvas de nivel a cada metro, elaborado por dicha compañía

d) 2 estereoscópias de espejos marca Wild con binoculares de 3 y 8x.

e) un estereoscopio doble marca Alan Gordon Enterprises Inc. y equipo convencional de campo.

Las 196 fotografías aéreas que cubren la zona estudiada, son de vital importancia debido a que observadas de par en par con el estereoscopio posibilitan ver: el relieve del paisaje, el uso actual del suelo, la erosión, forma geológicas típicas, humedad, vías de comunicación y otras actividades humanas.

La conjugación de los rasgos aquí descritos y su análisis posibilitan al técnico delimitar tentativamente las variaciones de los suelos y plantear hipótesis y supuestos de sus características.

Utilizando el mínimo de fotografías aéreas procedimos a armarlas, pegándolas entre sí hasta formar un mosaico de toda la zona de estudio, seguidamente cortamos en pliegos cuyas dimensiones pueden ser variables pero tratando de que sean fácilmente manejables en campo. De esta manera elaboramos los mosaicos de contacto, sobre éstos marcamos los sitios de muestreo y las variaciones posibles de los suelos planteadas previamente en gabinete, son útiles también para indicar las vías de acceso a la zona de trabajo.

Los estereoscópios son herramientas utilizadas durante todo el desarrollo del estudio, son usadas intensivamente en la primera y tercera etapa de trabajo determinadas de gabinete y eventualmente en la etapa de campo como auxiliar en el esclarecimiento de dudas localizadas en el sitio. El estereoscopio doble permite observar el mismo par fotoaéreo simultáneamente por dos per-

-sonas, ventaja útil en las discusiones y para información de criterios con respecto al trabajo mismo.

Los planos topográficos nos permite vaciar la información obtenida en las tres etapas mencionadas con precisión de escala y presentación adecuada.

Cuando hablamos de equipo convencional de campo nos referimos entre otros a: herramientas para excavación, martillo de suelos, tablas de colores Munsell, reactivos, cuestionarios de prácticas agrícolas y manejo de suelos principalmente.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## R E S U M E N

Los puntos que a continuación se mencionan corresponden a los principales apartados contenidos en el presente trabajo.

El espacio ocupado por la revisión bibliográfica pretende exponer de manera clara y sencilla los diferentes conceptos afines a la agrología; así el concepto suelos, clasificación de tierras, clasificación de suelos y fotointerpretación sentarán las bases para la mejor comprensión de los estudios agrológicos.

El estudio agrológico realizado consistió de tres fases o etapas que son:

1.- Etapa de Gabinete.

En la cual se realizó el acopio informativo de todo lo correspondiente a la zona de interés, así como también los trazos tentativos sobre la localización de posibles unidades de suelos.

2.- Etapa de Campo

Que consiste en la verificación física de los trazos de las unidades tentativas de suelos, las cuales sufrirán las modificaciones que sean necesarias. Igualmente se realizan las descripciones de los perfiles de suelos, se toman muestras para su análisis y se levantan cuestionarios agropecuarios que servirán de apoyo para el apartado de recomendaciones de manejo de suelos.

### 3.- Post-Campo

Consiste en la afinación de los trazos de las unidades de suelos, la elaboración de los planos de uso de suelo, clasificación de tierra y series de suelos; así como también comprende la elaboración de la memoria final, la cual encierra lo referente a las principales características del suelo; apartados tales como: localización del área, vías de comunicación, demografía y demás aspectos relativos a la población que nos permiten visualizar y percatarnos de los principales problemas socioeconómicos y sistema de vida existente en el lugar de interés. Lo referente a aspectos fisiográficos, climatología agrícola, agricultura y ganadería nos describe lo relacionado a los rasgos físicos y culturales del paisaje, el aprovechamiento de los suelos y los sistemas actuales de explotación y manejo de los mismos. El apartado dedicado a suelos, nos detalla las características principales de éstos y su interacción con los demás aspectos físicos y culturales del paisaje; nos describe su génesis y desarrollo y los agrupa en series y fases de acuerdo a sus semejanzas.

Con los conocimientos hasta aquí obtenidos estaremos en la posibilidad de sugerir donde se requiera nuevas técnicas de manejo de suelos.

# 1.- REVISIÓN DE LITERATURA

## 1.1 CONCEPTO SUELO.

La concepción del carácter suelo.

Los primeros conceptos de suelos definían a éstos como almacenes más o menos estáticos de nutrientes vegetales que pudieran ser usados por las plantas, pero los cuales debían reabastecerse conforme fueran usados USDA 1951. (43).

En los primeros levantamientos de suelos, los suelos eran concebidos como productos de la meteorización de formaciones geológicas reconocidas, definidos por la forma de paisaje y la composición litológica USDA, - - 1951. (43).

En el concepto ruso, los suelos eran esencialmente concebidos como cuerpos naturales independientes, cada uno con una morfología única resultante de una combinación también única de clima, materia viviente, material rocoso originario, relieve y tiempo. La morfología de cada suelo, expresada en su perfil, reflejaría la acción combinada del conjunto particular de factores genéticos responsable de su desarrollo USDA 1951. (43)

Este concepto no solo hizo posible sino necesario, considerar las características del suelo en forma colectiva, en términos de un cuerpo completo, naturalmente integrado y no en forma individual.

Este fue un concepto revolucionario de gran trascendencia para lo que hoy conocemos como la ciencia del suelo, ya que con esta base el edafólogo no necesitaba-

depender totalmente de las deducciones hechas a partir de la naturaleza geológica de las rocas, el clima u otros factores ecológicos, ya que únicamente los geólogos o edafólogos entrenados en Geología conocían los métodos de campo y el método científico de correlación apropiado al estudio de los levantamientos de suelos.

Con este nuevo concepto y apoyados en los subsecuentes descubrimientos de que muchas características importantes del suelo no estaban íntimamente relacionados con las formas del terreno ni con el tipo de roca, el edafólogo ahora podría ir directamente al suelo mismo y ver la expresión de todo ello integrado en su morfología, en la cual encontraría una base firme sobre la cual clasificar los resultados de las observaciones, experimentación y experiencia práctica sobre la cual desarrollar principios de valor que apoyen las predicciones relacionadas con los suelos.

Con las aportaciones del geólogo ruso Vasilli Vasilievich Dokuchaev (1846-1903) considerado el padre de la Pedología Genética, el concepto suelo fué revolucionado ya que lo definió como las formaciones superficiales minerales y orgánicas siempre más o menos coloreadas por el humus, las cuales constantemente se manifiestan ellas mismas como un resultado de la actividad combinada de los siguientes agentes; organismos vivos y muertos (plantas y animales), material parental, clima y relieve. Joffe, 1949 citado por R. Ceja 1980 (4).

Esta definición ha llegado a ser la base de la pedología genética, y le ha dado al suelo un estatus independiente, diferente al material que le ha dado origen. A partir de las contribuciones de Dokuchaev a la Ciencia del Suelo, éstos han sido vistos y estudiados como



organismos independientes en la naturaleza.

Joffe, 1949, en su análisis sobre el concepto suelo expone: fué Marbut quien dió un decidido paso hacia adelante al definir al suelo en términos de características en vez de procesos formadores; así según Marbut el suelo consiste de la capa exterior de la corteza terrestre usualmente inconsolidada, variable en espesor, desde una mera película hasta un máximo de algo más de tres metros, lo cual difiere del material que la sostiene usualmente también inconsolidado, en color, estructura, textura, constitución física, composición química, reacción y morfología (4)

En base a lo anterior y aportando sus propias deducciones Joffe define el concepto suelo como un cuerpo natural de constituyentes orgánicos y minerales; diferenciado en horizontes, variable en profundidad y que difiere del material subyacente en morfología, composición física, composición y propiedades químicas y características biológicas.

Como podrá observarse, Dokuchaev, Marbut y Joffe definen al suelo en base a procesos de formación y a sus características resultantes por la acción de estos procesos; ubican a los suelos como cuerpos naturales tridimensionales, de constitución interna definida, diferenciados por horizontes, a lo cual habría que agregarle solamente su principal función como lo es el ser hábitat para las plantas, lo cual lo relacionan con la actividad agrícola, principal fin del estudio de suelos.

## 1.2 CLASIFICACION DE SUELOS

El presente capítulo tiene como objetivo presentar en forma generalizada la sistemática a que se ha sometido la clasificación de suelos desde su origen, así como también la utilidad que el edafólogo ha obtenido de ella.

Las clasificaciones responden a la necesidad que tiene el hombre de ordenar sus conocimientos, para poder comprenderlos mejor y a su vez hacerlos comprender a los demás. En consecuencia, todas las clasificaciones responden a una necesidad humana. Una clasificación no es una verdad puesta al día, sino una creación del hombre en su afán de organizar sus ideas, de la manera que considere más juiciosa y útil. (37)

Los datos que consideramos como hechos lo son solo dentro del contexto y las perspectivas de las operaciones mediante las que se obtuvieron esos datos. Bridgman 1927 citado por P. Segalen. (37)

En el desarrollo del campo total de la ciencia, podemos percatarnos de algunos ejemplos de descubrimientos de nuevos hechos que requieren una reorganización bastante completa de las teorías y las leyes que constituyen el caudal de conocimientos en un campo dado y que por ende, requieren cambios amplios en las clasificaciones basadas en este entendimiento. Cline, 1961 citado por P. Segalen. (37)

Así, el punto importante en este caso es el de que debemos aceptar el estado provisional, efímero y cambiante de los conocimientos actuales y en consecuencia, de las clasificaciones basadas en ellos, sobre todo en

un campo relativamente nuevo y de desarrollo rápido como lo es el de la Ciencia del suelo. Debemos estar dispuestos a aceptar cambios adicionales en la clasificación de los suelos; de hecho, debemos contribuir a efectuarlos.

Desde los comienzos de la edafología, ha existido una gran preocupación por la clasificación de los suelos. Así, las primeras clasificaciones fueron hechas por Dokuchaev y Sibiirtseb y posteriormente numerosos discípulos continuaron estos trabajos. Los sistemas propuestos han tenido por objeto clasificar los suelos de un país o región geográfica delimitada; o bien la totalidad de los suelos a nivel mundial. Ninguna de las clasificaciones propuestas hasta el momento han sido universalmente adoptadas, mientras las clasificaciones de plantas o animales, propuestas hace aproximadamente dos siglos, siguen siendo utilizadas, incluso después de descubrimientos importantes que pudieron haberlas modificado. (37)

Para entender estas circunstancias hemos de tener en cuenta la naturaleza misma de los objetos que han de ser clasificados, su número, su dificultad de delimitación, de denominación entre otros.

#### 1.2.1. Continuidad y Complejidad

A diferencia de las plantas o animales, los suelos como las rocas no constituyen una entidad limitada en el espacio. Los suelos se extienden en tres direcciones formando un todo continuo, en el que es necesario precisar límites que han de ser forzosamente arbitrarios.

El número de unidades creadas, muy diferentes en sus características, se suceden una a otras de una manera gradual; sin embargo, Kovda y Col citados por Phillipa ----

Segalen. (37), han indicado que si bien la cobertura del suelo se caracteriza por una transición gradual sin límites precisos, esta circunstancia no ha impedido a los edafólogos distinguir un suelo de otro. Esta misma dificultad se encontró en el estudio de los climas, donde las transiciones graduales constituyen la regla general. Sin embargo, esta circunstancia no impidió su definición y clasificación.

Como hasido señalado por numerosos edafólogos, el elevado número de suelos diferentes es igualmente una gran dificultad. Kellogs ha dicho "cada vez que examinamos un suelo, lo encontramos diferente de cualquier otro"; no existen límites al número de suelos que pueden dibujarse en un mapa.

### 1.2.2 Finalidad Científica y Aplicada de las Clasificaciones

Las clasificaciones de animales, plantas y rocas han sido hechas con una finalidad puramente científica; en ningún momento se ha previsto una categoría que tenga en cuenta la utilidad que el hombre puede obtener de ella. Por el contrario, en lo que se refiere a los suelos, han sido propuestas clasificaciones con una o varias aplicaciones, sin descuidar los aspectos científicos. Los criterios de utilización son casi siempre incluidos en el sistema. Estos criterios se presentan, o bien separadamente o íntimamente ligados a los datos científicos. Teniendo en cuenta que la cartografía es la principal aplicación de las clasificaciones, algunos edafólogos piensan que ésta debe ser su única finalidad. Sin embargo, otros autores como Leeper, considera que las finalidades prácticas no deben constituir una preocupación, y una clasificación ha de evidenciar todas sus posibles aplicaciones. (37)

### 1.2.3. Objetivos Generales de la Clasificación de Suelos

De acuerdo con P. Segalen (37), los objetivos de una clasificación de suelos han de satisfacer dos finalidades. A) Finalidad Científica y B) Finalidad Práctica.

**Finalidad Científica.** Se trata de una organización del conocimiento, de tal manera que las propiedades de los objetos puedan ser recordadas y las relaciones mutuas comprendidas más fácilmente con un objetivo específico. Para Kellog, la clasificación permite situar los suelos en categorías convenientes para estudiarlos señalar sus relaciones, recordar las principales características, hacer la síntesis de su conocimiento y comprender las relaciones entre los suelos y su medio ambiente. En síntesis, estos autores ven a las clasificaciones como el reflejo de los conocimientos al momento en que fueron establecidas, y que son, por lo tanto revisables.

**Finalidad Práctica.** Bajo este punto de vista, la clasificación debe tener ante todo un objetivo práctico. El primero de ellos, es sin duda la cartografía, que ha constituido un motivo importante de reflexión para los edafólogos, preocupados por los objetivos de las clasificaciones. La clasificación debe servir a los cartógrafos como un instrumento para confeccionar mapas y permitir la transferencia de los resultados, así mismo debe aportar una base sistemática a las leyendas de mapas de los suelos de un país (37).

G. Smith va aún más lejos y considera que los elementos de referencia de la clasificación, deben ser tomados de tal manera que ésta sirva lo mejor posible a las técnicas encargadas de utilizar los suelos desde un punto de vista agronómico, la mejor utilización de

los suelos en el sentido más amplio.

Como hemos podido apreciar, existe un gran contraste entre los dos tipos de clasificaciones a que hacemos referencia. Por una parte, las que se caracterizan por un contenido científico, universal, general y apto para poder incluir a todos los suelos conocidos o por conocer, pero también que sirvan a diferentes aplicaciones. Por otra parte, aquellas en que el aspecto práctico es considerado desde el principio. Los edafólogos que siguen esta tendencia piensan que cualquier sistema que no está concebido sobre esta base, dejará de tener un interés general y por lo tanto será poco utilizada.

Macvicar, citado por P. Segalen (37), intentó alcanzar estos dos puntos de vista e indicó que la clasificación debía proporcionar:

- La comprensión de todos los suelos y sus propiedades
- Un sistema que puede ser adoptado, con un esfuerzo adicional mínimo, a las necesidades de todos los posibles usos.
- La posibilidad de ordenar todos los suelos de manera satisfactoria, que permita proponer leyendas de mapas inteligibles y equilibradas y
- La posibilidad de preveer la existencia de un suelo que no ha sido observado, pero cuya presencia en la naturaleza puede ser posible.

La investigación de este aspecto sintético de las clasificaciones es uno de los problemas importantes de la edafología actual. El medio natural aparece cada vez más complejo, a medida que se examina con más detalle y que se le conoce mejor.

#### 1.2.4 Forma de Expresión de las Clasificaciones

La forma de expresión que debe adoptar una clasificación está muy relacionada con el tipo de clasificación que se haya elegido.

Para algunos autores (1), es preciso atenerse a los nombres vernáculos o corrientes, bien conocidos por quienes han de utilizar la clasificación. La tarea de los agricultores se facilita grandemente cuando el vocabulario es simple y bien conocido. Estos autores están en la misma línea de los que piensan que lo ideal sería una clasificación en que todas las unidades pudieran ser determinadas en el campo sin recurrir al laboratorio. No obstante, esta idea no satisface plenamente.

Para otros autores (37), estas bases no son posibles ni deseables. La clasificación no se dirige únicamente a un tipo de aplicación; por encima de todo, se dirige a aquellas personas que para comunicarse deben utilizar un mismo lenguaje. No es deseable recurrir a palabras tan utilizadas como "laterita", "suelo pardo" o "podzol" ya que en los diferentes países tienen diversas acepciones y por lo tanto crearían confusión.

Por su parte el Dr. Cuauhtlémoc de la Cerda (5) en 1978 al definir los usos del sistema de clasificación dice:

"La clasificación, mediante la denominación de clases nos genera un lenguaje riguroso que permite la comunicación entre profesionales de idioma similar o diferente que requieren del conocimiento.

(1) G. Smith, 1963; Avery, 1973; citados por P. Se galen, (37).

### 1.2.5 Sistemas de Clasificación

Young, citado por R. Ceja (4), resume los sistemas de clasificación de suelos en cuatro tipos: a) Sistema Artificial, b) Sistema Natural, c) Sistema Morfológico y d) Sistema Genético.

**Sistema Natural.**- Está basado sobre todas las propiedades del perfil del suelo, consideradas no como variables independientes sino como una entidad.

**Sistema Artificial.**- Está basado en el uso de un pequeño número de propiedades seleccionadas o de una sola propiedad, utilizadas para diferentes clases.

**Sistema Morfológico.**- Está basado sobre las propiedades del perfil del suelo por sí mismo, independiente de su origen, esto es, en propiedades detectables en el levantamiento de campo y pueden incluir aquellas para las cuales los análisis de laboratorio son necesarios.

**Sistema Genético.**- Están basados en el presunto origen del suelo, ellos deben ser estrictamente definidos en términos de procesos, pero en la práctica debido a las dificultades de observar los procesos, estos sistemas se basan en los factores de formación de suelos.

**Sistema Natural.**- Algunos investigadores (1) concuerdan en que una característica importante de la clasificación es la de ser natural. Debe estar basada en propiedades naturales inmediatamente perceptibles. Una clasificación de esta naturaleza podrá incorporar y utilizar todas aquellas propiedades que vayan siendo descubiertas. Un sistema de este tipo no debe ser considerado como cerrado o completo, debe estar abierto a los nuevos conocimientos.



**Sistema Artificial.-** Entre los defensores de los sistemas artificiales se encuentran principalmente los autores australianos, Leeper, 1956 y Northcote, 1960--65, citados por P. Segalen (37), sus portavoces más importantes. Leeper considera que una clasificación se establece por razones de conveniencia. Ha de estar basada en una propiedad o en pequeño número de propiedades, y el sistema ha de ser simple y de fácil utilización.

**Sistema Morfológico.-** La clasificación morfológica tuvo como origen el reconocimiento de los suelos y sus propiedades para fines agronómicos prácticos y por lo tanto, la clasificación se inició a partir de unidades inferiores, Series, Tipos y Fases. Por ello la necesidad de incluir a estas unidades en el marco de las unidades superiores llevó a la formación del Sistema de Clasificación Morfológico.

**Sistema Genético.-** La clasificación de los suelos desde el punto genético, se hace con el propósito de agrupar los suelos de acuerdo a los procesos de formación a fin de obtener un mayor conocimiento de los suelos desde el punto de vista pedológico. G. Smith, - 1963 explica la formación genética de la forma siguiente: en todas las regiones donde actúan las mismas condiciones de clima, relieve, organismos vivos (comprendido el hombre), etc. sobre una roca y durante un tiempo determinado, se formará un mismo tipo de suelo. Puede comprenderse esta definición señalando que hay una verdadera relación causa y efecto entre un determinado medio ecológico y un suelo dado. (37)

(I) Kubiiena, 1958 y Muir, 1969, citados por P. Segalen (37).

Considerando que las clasificaciones son contrubuciones hechas por el hombre para adoptarlas a sus propósitos y que cada propósito para realizarlo mejor demanda de una clasificación diferente. (43), no se deben de perder de vista los propósitos por los cuales se elabora un sistema de clasificación determinado, sobre todo cuando es comparado con otro sistema clasificatorio; por tanto es difícil adivinar que un sistema taxonómico sea mejor que otro, sin referirse antes a los propósitos para los cuales ambos fueron hechos y las comparaciones de los méritos de las taxonomías creadas para diferentes propósitos puedan ser inútiles.

Dentro de las clasificaciones genéticas examinaremos las clasificaciones universales, es decir, las clasificaciones rusa y americana.

#### 1.2.5.1. Clasificaciones Rusas

Los fundamentos y la evolución de las clasificaciones rusas, han sido presentadas por numerosos autores, que recuerdan constantemente lo que la edafología debe a Dokuchaev y a sus discípulos sucesores, quienes en los primeros intentos de clasificación distinguieron tres grupos de suelos: "Normales", "De transición" y "Anormales o Cosmopolitas". (37).

Bajo la influencia del Sibiirtsev, 1959; estos grupos fueron denominados: Suelos Zonales, Intrazonales y Azonales.

Dokuchaev, en 1899, enunció el principio de la zonabilidad. Estableció que "los principales agentes de formación de suelo están distribuidos en la superficie de la tierra, formando bandas o zonas más o menos paralelas a las latitudes". Como consecuencia, necesariamen

-te los suelos deben estar también distribuidos zonalmente en relación con el clima y la vegetación.

Los suelos zonales son aquellos en que los agentes externos (Climáticos y Biológicos) determinan los procesos responsables de las propiedades del suelo.

Los suelos intrazonales, corresponden a formaciones aisladas dentro de una zona climática. Se forman -- bajo el predominio de un factor local distinto del big clima, pudiendo ser la roca madre o la topografía.

Los suelos azonales no se encuentran totalmente desarrollados, debido al carácter particular de la roca madre o al escaso grado de evolución.

Posterior a la Primer Guerra Mundial, los estudios edafológicos continuaron en la URSS bajo los mismos criterios que en la época anterior. Las enseñanzas de Dokuchaev y de sus más próximos seguidores son aceptadas y consideradas por todos los científicos como una base que muy raramente será puesta en duda. Sin embargo, en la actualidad han surgido diferentes tendencias que se traducen en sistemas de clasificación que se separan más o menos de las líneas básicas iniciales (37).

#### Unidades de las Clasificaciones Soviéticas

Las clases están definidas casi exclusivamente por criterios climáticos y de vegetación. Por ejemplo: "Suelos de bosque y Taiga Boreales".

"Suelos de Pradera y bosque húmedo sub-boreal".

"Suelos de bosque y sabana húmedos".

Las sub-clases están asociadas, a grosomodo, al tipo de drenaje del suelo "automorfo" se aplica a los suelos normalmente drenados; es equivalente al término zonal. Otras de las subclases más frecuentemente reconocidas son: Semi-hidromorfos, automorfo-hidromorfo, hidromorfo y aluviado.

Estos dos niveles han sido subdivididos de manera más detallada.

Tyurin, 1963 citado por P. Segalen (37) distingue cuatro formaciones para la URRS: Polar, Boreal, Sub'boreal y Sub'tropical. Cada una de ellas está subdividida a su vez en "formas": oceánica, continental y extra continental.

El tipo es el nivel de clasificación más utilizado para las comparaciones regionales y la generalización. Es una categoría superior que agrupa a los suelos que se desarrollan bajo mismas condiciones bioclimáticas e hidrológicas y que está caracterizada por una clara manifestación de los procesos fundamentales de formación del suelo, a veces en combinación con otros procesos edafogenéticos. Los puntos principales que definen al Tipo son:

- Igual tipo de acumulación orgánica y la misma forma de distribución;
- Igual modo de descomposición de las sustancias minerales y síntesis de nuevos constituyentes, ya sea minerales u órgano-minerales;
- Igual tipo de emigración de los constituyentes de suelo;
- Igual tipo de perfil; y
- Un mismo tipo de operaciones a realizar para mantener y aumentar la fertilidad.

El punto fundamental en esta clasificación es que cada tipo de suelos se desarrolla únicamente en una - condiciones bioclimáticas e hidrológicas.

Dentro de los Tipos, los Sub'Tipos se distinguen por diferencias cualitativas. La nomenclatura tiene en cuenta los cambios de temperatura y la situación donde se producen estos cambios. En este caso son utilizados los objetivos cálido, frío, norte y sur.

Los Géneros son definidos en función de la roca madre, en la medida en que influyen en la textura o en la composición del género; del agua de la capa freática y de algunas características relictas o fósiles.

Las Especies se definen utilizando adjetivos que recuerdan el grado de desarrollo del proceso más importante, como por ejemplo; el contenido de materia orgánica en los chernozmen se utilizan los adjetivos alto, medio y bajo.

#### Observaciones al respecto por P. Segalen (37)

Las críticas que pueden formularse a las clases y subclases han sido ya indicadas varias veces. Se trata de unidades geográficas y no de unidades de suelos. Además los datos bioclimáticos son datos actuales, y no es siempre posible afirmar que esos datos son efectivamente los únicos responsables de las diferenciaciones de los suelos a que están asociados. Este autor lamenta la excesiva importancia dada a los factores externos del suelo, en detrimento de sus propias características, e igualmente al rigor de las relaciones entre el "tipo" y las condiciones bioclimáticas e hidrológicas que lo originan.

### 1.2.5.2 LAS CLASIFICACIONES AMERICANAS ANTERIORES A 1960.

Las primeras clasificaciones americanas, no tuvieron como las rusas, una tendencia universalista. Sin embargo, la superficie de los Estados Unidos es tan amplia, y la variedad de sus suelos tan grande, que una clasificación establecida para ese país podría ser utilizada fuera de sus fronteras, al menos en zonas geográficas análogas.

Los primeros intentos de clasificación de los suelos americanos fueron hechas por Hilgard y Loughrigg - en 1911, y posteriormente, por Joffe, citado por P. Segalen (37). Estos autores probablemente tenían conocimiento de los trabajos realizados por la escuela edafológica rusa. Consideran al suelo como "un cuerpo natural, independiente, de formación biológica que difiere netamente de la roca subyacente aunque está estrechamente relacionado con ella". Joffe propone cinco subdivisiones: (1) suelos áridos no lavados, pobres en humus; (2) suelos oscuros de pradera, parcialmente lavados, ricos en humus; (3) suelos forestales de color claro, lavados, pobres en humus; (4) suelos de color oscuro pantanosos, lavados, ricos en humus; (5) suelos orgánicos o turbas y muck. Este autor considera, que los suelos ya observados al hacer la cartografía, pueden ser incluidos en cualquiera de estas categorías.

#### La Clasificación de Marbut

Este autor presentó su clasificación al primer Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, que se celebró en los Estados Unidos en 1927.

Marbut decidió elaborar una clasificación accen-

- dente a partir de las series, realizando sucesivas simplificaciones. Las categorías superiores retienen cada vez menos características; la última la más elevada, tiene solamente una. Menciona Segalen (37), que sin duda, Marbut por influencia de la escuela rusa, dió gran importancia a la noción de suelos "evolucionados y suelos "poco evolucionados".

Para establecer las unidades de suelos utilizó las siguientes características del perfil, que consideró necesarias: 1) el número de horizontes del perfil; 2) su color, destacando especialmente el de los horizontes de superficie; 3) la textura, 4) la estructura; 5) su disposición; 6) su composición química; 7) el espesor de los horizontes; y 8) la naturaleza geológica del material del suelo.

En el año de 1935 Marbut hizo incapié en que la clasificación de los suelos debía basarse en la morfología del suelo; tratando de señalar por todas las medidas y medios posibles, que el examen de los suelos en el campo era esencial para desarrollar un sistema de clasificación y cartografía que tuviera valor para hacer pronósticos. (43)

Una interpretación extremada del suelo énfasis dado por Marbut a la morfología dado como base de la clasificación, condujo a la sugestión de que el clasificador de suelos podía olvidarse de los principios genéticos y sus relaciones. Tales extremos deben evitarse. No se llega realmente a comprender a un suelo hasta que se conoce su génesis y las razones de porqué se diferencia de otros suelos. No es sino hasta después que la morfología y génesis conocidos cuando se puede planear más efectivamente la investigación para descubrir sistemas de manejo nuevos y mejorados, sino pu-

-see tal conocimiento organizado a lo único que se puede aspirar es a un trabajo empírico de parcelas experimentales en gran número con los deseos de que algo resulte de ello.

Puede concebirse sin embargo, el desarrollo de un sistema de clasificación de suelos únicamente sobre la base de la morfología, pero en la práctica es dudoso - que se obtengan resultados totalmente satisfactorios. - Al lado de una morfología precisa se necesita la génesis con el fin de guiar el trabajo y probar los resultados.

La clasificación de Baldwin, Kellogg y Thorp publicada en el "Soil and Men" en 1938; representó un nuevo progreso importante. En esta clasificación se dan nombre a las categorías de Marbut; para los niveles superiores utilizan la denominación: Orden, Gran Grupo y Familia. Las unidades inferiores, utilizadas por el cartógrafo del campo se denominan: Serie, Tipo y Fase.

Estos dos conjuntos de unidades son muy diferentes y pueden ser utilizadas con distintos fines. Las categorías inferiores destacan especialmente las características de campo: 1) Disposición y propiedades de los horizontes, 2) Textura del horizonte superficial y 3) - Pendiente, pedregosidad y erosión. El nombre que reciben los suelos es el de la ciudad o pueblo más próximo a donde se ha observado, seguido de la textura, que define la clase textural del horizonte superior del suelo. De este modo el nombre tiene un contenido práctico y es tá destinado al agricultor que ha de decidir el cultivo ha establecer o la manera de efectuarlo. Generalmente - quien utiliza las series de suelos se preocupa muy poco de las categorías superiores, que son netamente genéticas y científicas.



Los órdenes son subdivididos en Suelos Zonales, - Intrazonales y Azonales. Los suelos zonales los denominaron como aquellos que se desarrollen sobre una topografía normal, con un buen drenaje, según la idea de - Martu. Estos suelos se forman a partir de un material - de origen de textura media y bajo la influencia de condiciones bioclimáticas, durante suficiente tiempo como para que las características del suelo puedan manifestarse plenamente. Soil and Men, 1936, citado por P. Se-galen (37)

Los suelos intrazonales tienen características - más o menos desarrolladas, que indican la influencia de algún factor local (relieve, drenaje) que se sobre pone al efecto del clima y la vegetación. Los suelos azonales no tienen características bien desarrolladas debido a la juventud del suelo o a un tipo particular de roca madre.

Los subórdenes se refieren a las condiciones geográficas, en el caso de los suelos zonales, y a condiciones especiales, debido a la presencia de sales, agua, caliza, entre otros; en el caso de los suelos intrazonales.

Pero la unidad taxonómica principal es el Gran - Grupo, cuya característica esencial, el color, queda bien definida.

Posterior a 1960, durante el Séptimo Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo celebrado en Madison Wis, USA. Se distribuyó entre los participantes la - 7ª aproximación la cual representaba el pensamiento oficial del USDA (1).

(1) U.S.D.A: Departamento de Agricultura de los EEUU.

Este documento se distribuyó con la finalidad de ser criticado por los edafólogos extranjeros. Posteriormente fueron introducidas en el texto algunas modificaciones. Durante varios años, el documento que lleva hoy el nombre de "Soil Taxonomy", circuló oficialmente con el fin de que pudieran aportarse nuevas correcciones. En 1975, apareció la edición definitiva. Se trata de un volumen de 754 páginas, con fotos en color

Los suelos son estudiados tal y como son en la actualidad, como los vemos y no como se supone que fueron (por ejemplo antes de ponerlos en cultivo). La definición de los horizontes está basada únicamente en criterios objetivos, visibles o medibles.

Esta clasificación presenta una estructura jerarquizada: Orden, Suborden, Gran Grupo, Subgrupo, Familia y Serie.

G. Smith, 1965, dijo: La naturaleza y sucesión de los horizontes genéticos es un criterio extremadamente útil. Para Stella, 1974 citado por P. Segalen (37) son cuatro los criterios que intervienen a este nivel: - -

- 1.- Presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico específicos.
- 2.- Grado de desarrollo de los horizontes.
- 3.- Grado de transformación por alteración o lavado.
- 4.- La composición global.

La ausencia o presencia de horizontes de diagnóstico sirve para definir un pequeño número de ordenes como los histosoles, oxisoles, y spodosoles. Los alfisoles y ultisoles no se definen con un único criterio; - estos dos ordenes están caracterizados por un horizonte argílico, pero también por un grado de saturación supe-

-rior al 35% para los primeros e inferior al 35% para los segundos. Se podría pensar que los molisoles agrupan a todos los suelos con horizonte mólico. Sin embargo, esto no es así. Este horizonte existe también en algunos suelos de otros órdenes, y en este caso intervienen a nivel de gran grupo. Los inceptisoles están definidos especialmente por la escasa presencia de horizontes de diagnóstico, exceptuando el horizonte cámbico. El orden de los aridisoles puede tener diferentes horizontes de diagnóstico como : ócrico, argílico y nátrico pero el único carácter verdaderamente común es el edafoclima "habitualmente seco". En los oxisoles se encuentran los torrex donde aparece igualmente estas características climáticas. Finalmente, los vertisoles están definidos por un único horizonte de diagnóstico, el horizonte cámbico, al que están asociadas características morfológicas muy particulares.

#### Horizontes de Diagnóstico.

Los horizontes de diagnóstico son utilizados para clasificar al suelo en las categorías superiores. Estos son definidos en tres grupos, cada uno de ellos son descritos minuciosamente en cuanto a sus diversas propiedades morfológicas, fisicoquímicas, e incluso de microestructura. (10)

Los horizontes de diagnóstico de superficie llamados "epipedón", que corresponden a los horizontes A y parte de B si se presenta humus en él. Los principales horizontes de diagnóstico son.

Epipedón Mólico. Horizonte húmico oscuro de consistencia suave, define al orden Molisol.

Epipedón Húmico. Horizonte húmico oscuro de

consistencia suave, difiere por su porcentaje de saturación menor al 50%, se utiliza a nivel de suborden o gran grupo.

Epipedón ócrico. Horizonte pobre en materia orgánica, presenta un color suave (claro).

Epipedón hístico. Suelo turboso orgánico.

Epipedón antrópico. Similar al mólico, pero formado por el uso continuado del suelo por el hombre.

Epipedón plaggen. Formado por aplicaciones continuadas de estiércol

Los horizontes de diagnóstico de profundidad son los más importantes y su estudio es necesario para la definición de las categorías de órdenes y sobórdenes, ellos son:

Horizonte cámbico. Horizonte alterado, de textura más fina, que el migajón arenoso.

Horizonte óxico. Caracteriza suelos bastante intemperizados con predominación de caolinita y óxidos de hierro y aluminio, la capacidad de intercambio catiónico es inferior a 16 me/100g. de suelo

Horizonte Argílico. Horizonte iluvial con acumulación de arcilla silicatada.

Horizonte espódico. Horizonte con material amorfo activo precipitado, compuesto de materia orgánica y aluminio sin hierro.

Horizonte nátrico. Clase de horizonte argílico con estructura de prismas y con más del 15% constituido de Na en-

el complejo de intercambio.

Horizonte ágrico. Horizonte delgado, generalmente de 2 a 10 cm., es un pan (capa dura y arcillosa que subyace a suelo blando) sementado por hierro y manganeso - o por un complejo de materia orgánica y hierro.

Por último, se definen igualmente un cierto número de diagnósticos secundarios como el cálcico; enriquecido con carbonato de calcio, con los cuales hacen pareja los horizontes gípsicos ( $SO_4CA$ ) y sálico ( $CLN_g$ ); el horizonte álbico es un horizonte decolorado, blanco o ceniciento, que caracteriza los podsoles y los planosoles ( $A_2$ ); los duripan son horizontes endurecidos no calizos; los fragipan, horizontes apretados, compactos, -- un poco hidromorfos y finalmente, la plintita que es una forma de arcilla tropical, por lo general hidromorfa, moteada de ocre o de rojo por los óxidos de hierro, susceptible de endurecerse por la acción del sol.

#### Los subórdenes.

Se han reconocido 45 subórdenes, los cuales presentan homogeneidad genética y deben poner de manifiesto "las diferencias debidas al efecto combinado del clima y de la vegetación". De hecho los subórdenes tienen en cuenta la presencia o ausencia de propiedades relacionadas con la humedad del suelo; según los regímenes hídricos, la naturaleza o el origen de las rocas madres más importantes y el aspecto o importancia de los constituyentes orgánicos en función incluso de la presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico.

Se puede considerar que el conocimiento del régimen hídrico tiene mucho más interés desde un punto de vista agronómico más que genético, y con este espíritu ha sido concebida y presentada ésta clasificación. Hubiera sido lógico situar al mismo nivel -

el régimen térmico, pero de manera inesperada, no aparece - sino muy raramente a nivel de suborden, más a menudo a nivel de gran grupo y muy frecuentemente a nivel de familia. Por consiguiente, estas referencias a los climas, a los regimenes térmicos o hídricos, se encuentran a niveles muy variados, no siempre lógicos. Su interés genético no es evidente, y su interés agronómico no justifica su introducción a un nivel tan elevado. (37)

A nivel de suborden se considera la roca madre en tres casos: Arenas (psamments), calizas (rendoll) y cenizas volcánicas. Para las cenizas volcánicas la sílaba and (derivada de ando) representa las sustancias amorfas. Cuando se desea hacer intervenir las cenizas propiamente dichas, se utiliza la sílaba suplementaria "vitr" como "vitrandepts", pero -- aquí a nivel de grupo.

### Los Grandes Grupos

Aproximadamente 105 grandes grupos se sabe se presentan en los EEUU (43). Constituyen las subdivisiones de los subórdenes y están basados fundamentalmente en la horizontalización (cuya naturaleza, orden, grado de expresión..., son - estimados principalmente en la parte superior del perfil). Igualmente se tiene en cuenta la saturación de bases, los regimenes climáticos, el color, etc. A este nivel, es donde la designación del suelo adquiere la máxima especificación, ya que es donde interviene con mayor precisión los sustantivos que sirven para caracterizar los horizontes de diagnóstico.

### Los Sub'Grupos

Aproximadamente 970 sub'grupos han sido reconocidos en los EEUU (43). A este nivel no se utilizan ya sílabas para crear nuevas palabras. A la denominación de gran grupo se asocia un adjetivo calificativo que puede caracterizar ya-

sea el concepto central del grupo (típico) un integrado (intermedio entre dos unidades) oxic pleustult, o un extragrado (intermedio entre un suelo y un no suelo) petrocalcic palixeroll.

### Las Familias

Esta categoría intenta agrupar los suelos de un subgrupo que tenga propiedades físicas y químicas que afectan su respuesta al manejo. Las propiedades del suelo son usadas en esta categoría sin considerar su significado como marcas de proceso o carencias de ello aproximadamente 4,500 familias han sido reconocidas en los EEUU. (43).

A nivel de familia figuran propiedades importantes para el crecimiento de las plantas, por ejemplo, las grandes clases texturales determinadas en el suelo, las clases mineralógicas del solum y las clases térmicas, basadas en la temperatura media anual del suelo a 50 cm de profundidad.

### La Serie

La serie es el nivel categórico más inferior del sistema, aproximadamente, se han identificado 10,500 series en los EEUU. (43). Se distinguen mediante horizontes tipo, colores, textura, estructura, consistencia... etc. La definición de la unidad destaca netamente las características morfológicas particulares de un suelo.

Según P. Segalen (37), uno de los principales deseos de los autores de la Soil Taxonomy es dar una gran importancia a la utilización del suelo. En efecto, la imbricación de los criterios científicos y aplicados -

es muy deseada, ya que la clasificación está destinada fundamentalmente a fines prácticos. Esta idea ha sido reiterada frecuentemente y con gran claridad. La presencia a un nivel elevado de criterios relacionados con el clima, régimen hídrico y temperatura de los suelos, está de acuerdo con este planteamiento. Por otra parte el sistema está destinado en primer lugar a los y si bien esta clasificación ha contribuido a aportaciones de elementos edafológicos no americanos, los numerosos estudios realizados en los suelos de los Estados Unidos, han jugado el papel fundamental. Por otra parte, los criterios fueron elegidos de tal manera que las grandes categorías de suelos reconocidas en este país no fuesen modificadas y pudieran adaptarse sin grandes dificultades a las nuevas unidades.

Algunos edafólogos (1) lamentaron en principio, en la 7ª aproximación no fuera un sistema genético, ya que estaban acostumbrados a ver expresada la zonality o a destacar, por ejemplo, la influencia del agua y de las sales (estos dos últimos criterios están relegados a nivel de suborden o gran grupo). No obstante, estos criterios están dentro de la opción fundamental que plantea esta clasificación. Por otra parte, no parece normal dar prioridad a la génesis, especialmente si tenemos en cuenta que es conocida y enunciada de una manera imperfecta y consecuentemente, se atribuye una mayor importancia a las características morfológicas visibles y móviles. Sin embargo, es difícil obviar totalmente los conceptos genéticos, ya que se ha insistido sobre las relaciones que existen sobre la génesis y las características consideradas.

(1) Duchaufour, 1963; Tavernier, 1963; Gerasimov, 1962. Citados por P. Segalen (37)



Otra de las observaciones ahora por Cline, 1963 es en el sentido de que las unidades no sean fáciles de - objetivizar, especialmente aquellas que se refieren al régimen hídrico o térmico, al grado de saturación, entre otros.

Finalmente, el paso de un orden a otro se efectúa con mucha facilidad, basándose únicamente en criterios establecidos para los horizontes. Por ejemplo, si se hace pasar sobre un argiustoll una maquinaria agrícola de elevado peso, se produce una neta transformación de las propiedades físicas del epipedón mólico, que se vuelve a las vez masivo y duro. El suelo responde entonces a la denominación de haplustalf. Vemos por tanto, que un simple cambio de estructura hace pasar un suelo de un orden a otro.

Sin embargo, a pesar de los inconvenientes que se acaban de enumerar, la Soil Taxonomy ha aportado dos innovaciones importantes que han sido muy apreciadas.

Este sistema se basa en el empleo de criterios de una gran precisión. Los horizontes de diagnóstico están definidos cualitativa y cuantitativamente con mucho rigor.

Otra ventaja que ofrece la Soil Taxonomy es precisamente su lenguaje normalizado. En este sistema se han enunciado a los vocablos tradicionales, donde dominaban las referencias al calor tan apreciadas por los edafólogos rusos. Se introducen palabras desconocidas creadas por adición de sílabas, y gracias a ellas, es posible dar nombre a todos los suelos, conocidos o nuevos. Este nombre es único y transmite un doble mensaje, científico y práctico (debido a que se detalla suficientemente).

Ahora bien, no debemos pensar que la clasificación tenga un fin en sí misma, y que llegar a una denominación signifique que todo esté dicho; es entonces cuando comienza un importante trabajo científico.

### 1.2.5.3 UNIDADES DE SUELOS DE LA F.A.O.

En el Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, celebrado en París en 1956, se decidió que la Comisión V (Génesis y Clasificación) insistiera sobre el problema de la clasificación y la correlación de los suelos del mundo, y en el siguiente congreso de Madison en 1960, fueron presentados ya mapas a escala 1:5'000,000 y 1:10'000,000. Inmediatamente se puso de manifiesto, que estos mapas habían sido establecidos sobre bases totalmente diferentes, y la conveniencia de intentar una unificación.

La clasificación de suelos por FAO/UNESCO, se originó en el año de 1961, al iniciar ambos organismos en forma conjunta un proyecto para la preparación del mapa de suelos del mundo. El objetivo de este proyecto fue y aún es, la correlación de las unidades de suelos que se usan en diversas partes del mundo a fin de elaborar una terminología universal; así como, contribuir a la posibilidad de transmitir los conocimientos sobre los suelos y las experiencias obtenidas en ciertas áreas a otras que tengan suelos similares y condiciones ambientales semejantes. FAO/UNESCO, 1973 citado por R. Ceja (4) .

La lista de unidades de suelos ha sido preparada desde hace ya varios años bajo la dirección, primero de L. Bramaos, y posteriormente de Dudal, y fue presentada en 1968. La edición definitiva ha aparecido en varios idiomas a partir de 1974.

### Principales Unidades

Según P. Segalen (37), la lista de unidades de la FAO no constituye una clasificación, ya que las divergencias entre las diferentes escuelas edafológicas representadas en el proyecto son tales que no parece posible llegar a un acuerdo. Las unidades consideradas no están correlacionadas entre sí, y corresponden al nivel de los grandes grupos de suelos.

Continúa Segalen diciendo; estas unidades estén definidas perfectamente por propiedades observables y medibles, elegidas de tal manera que el sistema conserve un carácter natural, al mismo tiempo que permita hacer algunas previsiones sobre la utilización de los suelos. Para que la lista conserve un carácter lógico, los suelos se presentan siguiendo un orden que tiene en cuenta los principios de formación de suelos generalmente admitidos. Los principales suelos se han ordenado, por tanto, de la siguiente manera:

Fluvisoles, Gleysoles, Andosoles, chernosems, cambisoles, podsoles, planosoles, acrisoles, ferralsoles e histosoles. El orden adoptado no es por tanto, una simple enumeración alfabética, como ocurre en la Soil Taxonomy. Por consiguiente esta lista de suelos podrá dar lugar a trabajos posteriores científicos y prácticos. En la tabla No. 2 aparecen las Unidades de suelos de las cuales afirma Segalen, que constituyen un conjunto coherente que puede considerarse como una verdadera clasificación. Bastaría para ello indicar cómo estas diferentes unidades podría correlacionarse entre sí.

Para una buena clasificación de suelos, el problema fundamental es ciertamente la elección de los mejo-

res criterios. Es preciso tener en cuenta que las condiciones de estudio de los suelos han cambiado mucho desde la época de los pioneros de la edafología. En efecto, después de varias décadas, no son ya solamente las zonas pobladas de América y Europa las estudiadas por los edafólogos, sino también el conjunto de los suelos del mundo, y muy especialmente los de la zona intertropical. Hay, por tanto motivos para establecer un equilibrio en la elección de los criterios y no para clasificar los suelos de una zona en función de los criterios considerados para otra.

Para P. Segalen, en la actualidad son cuatro los criterios que pueden establecerse o utilizarse para caracterizar mejor los suelos, clasificarlos y hacer propuestas sobre su utilización.

Los constituyentes minerales son cada vez mejor conocidos, habiéndose comprobado que su significación en la génesis es primordial, y que es importante su incidencia en las propiedades del suelo (estructura, consistencia, color), lo que ha obligado darle su importancia en la clasificación.

El estudio de los perfiles, ha entrado desde hace poco tiempo en una fase que tiende a expresar más objetivamente toda apreciación morfológica de los horizontes, gracias a un rigor creciente, en la determinación de las características, la identificación de los colores con ayuda de las tablas Munsell es un éxito particular en este aspecto. Esto permite reconocer con seguridad los horizontes diagnósticos que son de gran importancia para la identificación de los suelos.

El estudio de campo es completado por las determi-

naciones de laboratorio, lo cual ha permitido conocer mejor las características de los horizontes y definirlos como más objetividad, para llegar a la noción muy importante de horizontes de diagnóstico.

Finalmente, la apreciación de las condiciones del medio debían igualmente progresar en lo que se refiere a la manera en que hace referencia a los climas, vegetación y formas de relieve. Su importancia es, sin embargo, muy grande en lo que se refiere, por una a las posibilidades de utilización del suelo y por otra, a la comprensión de su formación.

Más allá de las diferentes orientaciones posibles; P. Segalen insiste en que la clasificación debería tener un cierto número de cualidades, las cuales las resume de la siguiente manera.

- Objetividad, precisión y especificidad. Es necesario detenerse a definir los objetos, independientemente de las ideas que pueden tenerse sobre ellos, pero es preciso definirlos con el mínimo de palabras y limitarse a investigar - las que se aplican únicamente a la categoría - que se trate de definir.
- Coherencia. El sistema debe presentar sus diferentes partes relacionadas entre sí de manera armónica. Los criterios utilizados para los diferentes niveles deben en todas las grandes - unidades encontrarse al mismo nivel.
- Comprensión. Ha de tenerse en cuenta el máximo de suelos que deben incorporarse en el sistema pero también, deben ser integrados en el sistema el mayor número de criterios del suelo.

TABLA NO. I  
EQUIVALENCIAS ENTRE LA LISTA DE UNIDADES DE LA F.A.O.,  
EL SISTEMA SOVIETICO, Y LA 7ª APROXIMACION (37)

| Proyecto F.A.O.     | Nomenclatura<br>Soviética                           | 7ª Aproximación,<br>U.S.         |
|---------------------|---|----------------------------------|
| 1 Fluvisol Distrito | Suelos Aluviales -<br>Acidos.                       | Fluvent ácido                    |
| " Eutrico           | Suelos Aluviales -<br>Neutros.                      | " no ácido                       |
| " Cálcico           | Suelos aluviales -<br>calcáreos                     | " Cálcico                        |
| " Gléyco            | Suelos aluviales con<br>Gley                        | " Acuico                         |
| 2 Regosol Distrito  | Suelos arenosos dé-<br>bilmente desarrolla-<br>dos  | Ortent, Psament.<br>(no ácidos). |
| " Cálcico           | Suelos calcáreos dé-<br>bilmente desarrolla-<br>dos | Cuartspsament                    |
| 3 Arenosol Eutrico  | Suelos arenosos dé-<br>bilmente desarrolla-<br>dos. | Alfic Psament                    |
| 4 Gleysol Túndrico  | Suelos Gley de Tun-<br>dra.                         | Pergelic Crya-<br>ccept.         |
| " Tiónico           | Suelos de mangle                                    | Acuept Gris y -<br>Acuent.       |
| " Háptico           | " " turba con<br>Gle                                | Haplacuept, , -<br>Acuent.       |
| " Húmico            | Suelos de pradera,-<br>con Gley                     | Hamacuept, Hapla-<br>cuoll.      |
| " Cálcico           | Suelos de pradera<br>calcáreos                      | Calciacuoll                      |
| " Plíntico          | Suelos leteríticos-<br>con Gley                     | Plintacuept.                     |
| " Hístico           | Suelos turbosos con<br>Gley                         | Histic Humacuept                 |
| 5 Rendzinas         | Suelos calcáreos de<br>turba                        | Tendoll                          |
| " Ranker            | Suelos de turba                                     | Haplumrept                       |
| " Andosol Háptico   | " volcánicos  | Distrandept.                     |

| Proyecto F.A.D.       | Nomenclatura<br>Soviética             | 7ª Aproximación,<br>U.S.     |
|-----------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Andosol Vítrico       | Suelos volcánicos                     | Vidrandept                   |
| " Gléyco              | Suelos volcánicos<br>con Gley         | Andacuept.                   |
| 8 Vertisol            | Vertisol, suelos-<br>compactos negros | Vertisol                     |
| 9 Yermosol Háplico    | Suelos de desierto                    | Camborthid                   |
| " Cálcico             | Suelos de desierto<br>clacáreos       | Calciorthid                  |
| " Gypsico             | Suelos de desierto<br>Gypsíferos      | Calciorthid con<br>gypsite   |
| " Lúvico              | Suelos de desierto                    | Haplargid                    |
| 10 Xerosol Háplico    | Sierozem                              | Camborthid mólico            |
| " Cálcico             | "                                     | Calciorthid móli-<br>co      |
| " Gypsico             | " gypsíferos                          | Calciorthid móli-<br>co      |
| " Lúvico              | Suelos café-grisá-<br>ceos            | Haplargid mólico             |
| 11 Solonchak Háplico  | Solonchak                             | Salonthird                   |
| " húmico              | Solonchak de prade-<br>ra             | Haplustoll selor-<br>thid.   |
| " Takirico            | Takyr                                 | Salorthid                    |
| " Gléyco              | Solonchak                             | Acuept salorthid             |
| 12 Solonetz Háplico   | Solonetz (húmedo)                     | Natriboralf, Na--<br>trudalf |
| " Húmico              | Solonetz (pradera-<br>valle)          | Natraboll, Natra-<br>gid     |
| " Gléyco              | Solonetz (pradera)                    | Natracualf, Natra-<br>cuoll  |
| 13 Planosol Háplico   | Solodi                                | Albacualf                    |
| " húmico              | Solodi (pradera)                      | Argialboll                   |
| " solódico            | Solodi                                | - - - - -                    |
| 14 Castañozem Háplico | Suelos Chesnut                        | Haplustoll                   |
| " Cálcico             | Suelos Chesnut cal-<br>cáreos         | Calclustoll                  |

| Proyecto F.A.O.     | Nomenclatura<br>Soviética             | 7 <sup>a</sup> Aproximación<br>U.S. |
|---------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 15 Chernozem Lúvico | Suelos Chestnut (solo<br>nátzicos)    | Argiustoll.                         |
| " Háplico           | Chernozem típico y -<br>ordinario     | Haploboroll, ver-<br>miboroll.      |
| " Cálxico           | Chernozem calcárea                    | Calciboroll                         |
| " lúvico            | Chernozem podzoliza-<br>do y lavado   | Argiboroll                          |
| " Gléyco            | Suelos chernozem de<br>pradera        | Argiacuoll cálcico.                 |
| 16 Feozem Háplico   | Suelos gris oscuro<br>Estepa-Forestal | Hapludoll, vermudoll                |
| " Cálxico           | Suelos gris-oscuro<br>calcáreos       | Vermudoll                           |
| " Lúvico            | Suelos gris de Estepa-Forestal        | Argiacuoll                          |
| " Gléyco            | Suelos gris y gris-oscuro con Gley    | Argiacuoll                          |
| 17 Cambisol Dístico | Suelos café forestal<br>es ácidos     | Dystrochrept                        |
| " Eútrico           | Suelos café forestal<br>es saturados  | Eutrochrept                         |
| " cálcico           | Suelos café forestal<br>es calcáreos  | Eutrochrept                         |
| " Vértico           | - - - -                               | Eutrochrept                         |
| " húmico            | Suelos café oscuros<br>forestales     | Haplumbrept                         |
| " Andico            | Suelos de pradera de<br>montañosa.    | Eutrochrept andico.                 |
| 18 Luvisol Háplico  | Suelos Lessivé                        | Hapludalf, Argu--<br>dalf           |
| " Crómico           | Suelos Cinnamon-Café                  | Hpioxeralf                          |
| " Férrico           | Suelos Podzol-Laterí-<br>ticos        | Haplustalf                          |
| " Dísticos          | Suelos Lessivé                        | Eutroborealf                        |
| " Plíntico          | Suelos Lateríticos                    | Plinthoxeralf                       |
| " Gléyco            | Suelos Lessivé-Gley                   | Ochracuealf                         |
| 19 Acrisol Háplico  | Tierras amarillas y<br>tierras rojas  | Hapludult, Rodu --<br>dult          |
| " Húmico            | Rubrozem                              | Humult                              |
| " Plíntico          | Suelos Lateríticos                    | Plintudult                          |



| Proyecto F.A.O.          | Nomenclatura<br>Soviética             | 7ª Aproximación<br>U.S. |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|
| Acrisol Gléyco           | Suelos de tierra amarilla con Gley    | Acult                   |
| 20 Podzol Húmico-Férrico | Podzol aluvial húmico-Férrico         | Orthod                  |
| Podzol Ocrico            | Suelos Cryptopodzol                   | Orthod                  |
| Podzol Férrico           | Podzol Férrico-Iluvial                | Ferrod                  |
| " Húmico                 | Podzol Húmico-Iluvial                 | Humod                   |
| " Plácico                | Podzol Orthand                        | Placorthod              |
| " Gléyco                 | Podzol con Gley                       | Acuod                   |
| Podzoluvisol Háplico     | Suelos podzólicos y sod-podzólicos    | Glossudalf              |
| Podzoluvisol Gléyco      | Suelos Podzólicos - con gley          | Glossacualf             |
| 21 Nitosol Eutrico       | - - - -                               | Paleudalf Oxidado       |
| " Dístrico               | Tierra Roja                           | palehumult oxidado      |
| 22 Ferrasol Háplico      | Suelos Ferralíticos amarillos y rojos | Haplorthox              |
| Ferralsol Ortico         | Suelos Ferralíticos amarillos         | Acrorthox               |
| " Ródico                 | Suelos Ferralíticos rojos             | Eutrorthox              |
| " Húmico                 | Suelos ferralíticos oscuros           | Humox                   |
| " Plíntico               | Suelos lateríticos                    | Plintacuox              |
| 23 Histosol Dístrico     | Turbas altas                          | Histosol Acido          |
| " Eutrico                | Turbas de tierras bajas               | Histosol no ácido       |
| 24 Litosol Dístrico      | Suelos Gravosos primitivos            | - - - -                 |
| " Eutrico                | Suelos Gravosos primitivos.           | - - - -                 |

### 1.3 CLASIFICACION DE TIERRAS

Creémos importante incluir en el desarrollo de este apartado, la definición de "tierra" para distinguirlo del concepto "suelo", esto con la finalidad de distinguir los conceptos clasificatorios usados para tierras de los de suelos.

Existe una diferencia entre los significados de los términos tierra y suelo: Tierra comprende a todas las condiciones del medio ambiente físico, de las cuales el suelo es solamente una. Young, 1976 citado por R. Ceja (4).

Es decir, en el concepto tierra se incluye al clima, topografía, vegetación, geología, suelo, hidrografía, entre otras; mientras que el concepto suelo se refiere al material resultante de la acción conjunta de los factores de formación (clima, vegetación, material madre, topografía y tiempo) y cuyas características se manifiestan en el perfil del suelo.

De acuerdo con Christian, 1968 citado por R. Ceja (4); - tierra se define como una área sobre la superficie terrestre cuyas características abarcan todos los atributos razonablemente estables o cíclicamente predecibles de la biosfera, incluyendo a los de la atmósfera, suelo, geología subyacente, hidrografía, comunidades vegetales y animales, resultado de la actividad humana, pasado y presente en la amplitud de estos atributos que ejercen una influencia significativa sobre los usos actuales y futuros de la tierra por el hombre.

Considerando lo anterior podemos decir que el solo término "tierra" en sí mismo connota uso, en donde las clases amplias de uso incluyen: 1) Agricultura, 2) Pastoreo, 3) Silvicultura, 4) Recreación, 5) Minería 6) Urbanismo, 7) Servicios públicos, 8) Preservación de la vida silvestre.

Algunas de estas clases se combinan a menudo, por ejemplo: forestal, protección, recreación y preservación de la vida silvestre.

De esta manera, la clasificación de tierras se considera como una expresión numérica del grado en que una porción de tierra presenta condiciones favorables para el desarrollo de las plantas y la producción de buenas cosechas en buenas condiciones ambientales (esto es, con buen clima y humedad suficiente). Al llegar a la clasificación relativa se consideran todas las limitantes que el suelo presente, tales como: el carácter del perfil del suelo, su textura, la pendiente del terreno y los factores modificantes como drenaje, salinidad, alcalinidad, acidez del suelo, erosión, microrelieve y cobertura vegetal, entre otras. Cada una de estas limitantes se evalúa con base en 100% para las condiciones más favorables o ideales, con aproximaciones en los valores máximos y mínimos para cada limitante, atribuidos a las condiciones que son menos favorables para el desarrollo de las plantas.

El término clasificación de tierras puede fácilmente volverse confuso ya que los atributos de una área son excesivamente numerosos y su importancia varía enormemente en diferentes partes del mundo; a pesar de esto, cualquiera de los atributos o cualquier combinación de ellos puede escogerse como criterio para una clasificación de tierras y peor aún, muchas de estas clasificaciones derivan en interpretaciones más o menos personales de combinaciones de atributos. (43)

Se ha clasificado a la tierra para una infinidad de propósitos, como lo son entre otros: tasaciones económicas, experiencia de uso, condición de los edificios de la finca, vegetación en crecimiento e intensidad de uso como criterios de capacidad de uso y otras cualidades de la tierra.

Muchas de estas clasificaciones han sido de utilidad, pero otras han sido más bien responsables de error, en parte a lo pasajero de los patrones que fueron usados en el trabajo y especialmente porque los factores sobresalientes y vitales al propósito de la clasificación no se tomaron en cuenta. (43)

El éxito de las clasificaciones de tierras ocurre a menudo al cambiar un método fijo para un suelo o región de cultivo a otro; lo anterior sucede cuando por ejemplo, en algunas regiones existe una relación excesivamente estrecha entre la vegetación nativa y los agrupamientos de las clases de suelos basados en la productividad para cultivos. A pesar de esto, sucede que en áreas vecinas donde puede haber una variación climática, la especie "buena indicadora" invade suelos no apropiados para la agricultura, ya que las plantas crecen como resultado de una combinación de factores y no se debe tomar como índice exacto el del clima o de los suelos.

La clasificación de la tierra basada principalmente en el uso actual del suelo es tal vez la que más puede conducir a error. A pesar de esto, puede también ser de mucha utilidad.

Muchos factores además de la productividad del suelo son combinados para determinar sus usos más convenientes, así, el uso intensivo no significa necesariamente que los suelos responden mucho o que los cultivos están adaptados o que los sistemas agrícolas son óptimos. (43)

Otra fuente de confusión en la clasificación de tierras ha sido la búsqueda de una clasificación simple, general, de acuerdo a las posibilidades de uso de la tierra; sin embargo, una clasificación simple puede omitir algunos factores pertinentes, ya que además del suelo existen variaciones climáticas y de vegetación aún dentro de los mismos tipos de suelos, es por esto que la clasificación no puede ser simple, excepto para un solo propósito estrecho y definido.

Por la tanto, es mucho más recomendable hacer un levanta -- miento de suelos básico, del cual se puedan derivar un gran número de agrupaciones simples o clasificaciones de tierras por medio de su interpretación, o lo contrario, tratar un -- objetivo inmediato cada vez en estudios aislados. (43)

Las agrupaciones por capacidad de uso pueden ser saca-- das de un levantamiento de suelos con la investigación co-- rrelativa adecuada; pero tales agrupaciones están destina-- das a ser transitorias y necesitan modificaciones paralelas a los cambios en las prácticas agrícolas, especialmente en -- áreas nuevas o no desarrolladas. (43)

### 1.3.1 Clasificaciones de Tierras por Capacidad de Uso.

El Servicio de Conservación de Suelos del USDA.(22) -- considera a la clasificación por capacidad de uso de la tie-- rra como agrupamientos interpretativos, hechos principalmen-- te para fines agrícolas; de esta manera los suelos arables-- se agrupan de acuerdo a su potencialidad y limitanes para -- mantener la producción de los cultivos comunes sin que re -- quieran de acondicionamientos y/o tratamientos especiales.-- Los suelos no arables (suelos inapropiados para mantener -- cultivos por largo tiempo), están agrupados de acuerdo a -- sus potencialidades y limitaciones para la producción per -- manente de cultivos y de acuerdo a los riesgos de deterioro por mal manejo.

El agrupamiento de suelos según su capacidad de uso -- está ideado para:

1.- Ayudar a los propietarios de terrenos y a cualqui-- er interesado a usar e interpretar los mapas de suelos.

2.- Enseñar al usuario a interpretar por sí mismo los detalles del mapa.

3.-Realizar recomendaciones generales sobre la potencialidad del suelo, las limitaciones en su uso y sus problemas de manejo.

La Clasificación por Capacidad de Uso incluye tres categorías principales de agrupamientos de suelos que son: -- Unidad de Capacidad, Subclase de Capacidad y Clase de Capacidad.

Unidad de Capacidad.- Es un agrupamiento de suelos que responde en forma similar a los sistemas de manejo de los cultivos comunes y de las plantas forrajeras.

Subclase de Capacidad.- Se define como un grupo de unidades de capacidad que tienen limitaciones y peligros similares; se reconocen cuatro tipos generales de limitaciones: 1) Peligro de erosión, 2) Humedad, 3) Limitación de la zona radicular y 4) Clima.

Clase de Capacidad.- Agrupa a los suelos en ocho clases de capacidad. Los peligros de deterioro del suelo o las limitaciones en su uso son progresivamente más grandes de la clase I a la VIII, las cuales se dividen en dos grupos:

a) Tierras convenientes para la agricultura y otros usos, que incluyen de la clase I a la IV.

B) Tierras limitadas en su uso, generalmente no convenientes para la agricultura, este grupo incluye las clases V a la VIII. (22)

A pesar de lo antes dicho, se observa que este último grupo de clases de capacidad no responde al aumento progresivo de demeritantes -en el amplio sentido de esta idea- en su clase V específicamente, debido a que esta clase engloba a suelos casi planos, húmedos, frecuentemente inundados, --

con manto freático cercano a la superficie, pedregosos - y con limitaciones climáticas; que, según la metodología de los autores pueden presentar una o la combinación de estas limitantes.

La estrechez del criterio empleado en la clase V, - la hace específica para un limitado número de suelos, -- o sea que no hay posibilidad de ubicar en esta clase a -- suelos con peligro de erosión, limitados en la zona radicular por roca y que se vean imposibilitados para el uso agrícola, pero que puedan ser utilizados para fines pecuarios como sucede en la clase VI. Los criterios empleados para la clase V contrastan con la secuencia lógica progresiva de limitaciones y riesgos, empleada para el resto de las clases.

### 1.3.2 Clasificación de Tierras por su Regabilidad.

Cuando los fines del estudio van encaminados a diagnosticar la rentabilidad de la tierra bajo futuras condiciones de riego, resulta más conveniente utilizar el -- sistema de clasificación de tierras para fines de riego, propuesto por la Dirección de Mejoramiento del Ministerio del Interior de los Estados Unidos de Norteamérica (1924) dicha clasificación es la adoptada por nuestro país a partir del primer Colegio Agrológico celebrado en la Villa - de Meoqui Chihuahua en el año de 1928.

La Clasificación de Tierras por su Regabilidad, surge en los Estados Unidos durante el año de 1902, como una inclusión de los Estudios Geológicos de Reconocimiento, - y es hasta el año de 1924 que por medio del acta "Fact -- Finders", se otorga al Ministerio del Interior la responsabilidad de que "...La tierra regable de cada nuevo proyecto sea clasificada de acuerdo con su capacidad bajo un programa agrícola apropiado para sustentar a una familia

agricultora y para pagar el agua utilizada. (41)

Esta clasificación establece básicamente, la extensión y el grado de aptitud de la tierra para agricultura permanente de riego, entendiéndose por aptitud al conjunto de características de la tierra que determinan los límites dentro de los cuales puede ser aprovechada para una agricultura de riego económica y permanente. Esta aptitud se mide en términos de la capacidad de pago prevista y relativa, considerando la capacidad productiva potencial, los costos de producción y los costos de desarrollo de la tierra.

La clasificación está basada en experiencias agronómicas y económicas y se usa principalmente con fines económicos. Esta clasificación está condicionada también por consideraciones suplementarias de economía e ingeniería - relativas a los costos de desarrollo de cada proyecto en particular.

Las clases son derivadas en base a dos tipos de factores: Económicos y Físicos.

#### 1.3.3. I) Factores Económicos.

Los factores económicos son: Capacidad Productiva, Costos de Producción y Costos de Desarrollo de la Tierra.

La capacidad productiva connota la adaptabilidad y el rendimiento de los cultivos. El valor de cualquier tierra depende considerablemente de su capacidad para producir cosechas en forma sostenida, y por tanto esa capacidad debe estar reflejada directamente en las clases de tierra.



Los principales factores que influyen en la capacidad productiva (excluyendo al manejo) son: a) Condiciones Climáticas, tales como distribución de las lluvias, temperatura y movimientos del aire; b) Características del Suelo, tales como textura, profundidad, alcalinidad, salinidad y fertilidad; c) Características Topográficas, tales como posición de la tierra, pendiente y relieve; d) Disponibilidad de agua, incluyendo cantidad y calidad; e) Drenaje.

Los costos de producción incluyen la mano de obra, enmiendas al suelo, equipo y agua a utilizar. Están relacionados no solamente con el tipo de cultivo, sino también con factores físicos, tales como suelos, topografía y drenaje.

Los costos de desarrollo de la tierra, incluyen los costos de desmonte y limpieza, nivelación, emparejamiento construcción de regaderas permanentes, drenes, acondicionamiento de la tierra y equipo para el riego.

#### 1.3.4. II) Factores Físicos

Los factores físicos son determinados en campo, con apoyo sustancial del laboratorio, todos están englobados básicamente en : el suelo, la topografía y el drenaje. Cada uno de estos factores, así como sus relaciones recíprocas se consideran desde el punto de vista de sus características convenientes para la agricultura de riego, y de las características limitantes que indiquen una disminución en la aptitud de la tierra para el mismo fin.

El factor suelo.- las características del suelo están directamente relacionadas con su capacidad productiva adaptabilidad de los cultivos, costos de producción de los mismos y de desarrollo de la tierra. En las caracte

rísticas de los suelos se establecen categorías para proveer las condiciones requeridas en áreas específicas. Estas categorías se usan en el campo, como parte de las bases para las apreciaciones del grado de aptitud de la tierra para el riego.

Las características del suelo observables y medibles que son útiles para clasificar la tierra para riego, se anotan a continuación:

a) Características Físicas del Suelo; tales como: -- profundidad efectiva, textura, estructura, consistencia, color, permeabilidad al aire y al agua, drenabilidad, tasa de infiltración, susceptibilidad a la erosión, capacidad de retención de humedad aprovechable y pedregosidad.

b) Características Químicas del Suelo, tales como: - fertilidad inherente o capacidad de suplir elementos esenciales y microelementos aprovechables,  $PH$ , capacidad de cambio, salinidad, tipo de arcilla, carbonatos totales, yeso, boro y selenio.

c) Características Biológicas del Suelo, tales como: tipo y cantidad de materia orgánica, fijadores de nitrógeno y otros organismos benéficos, nemátodos y organismos patológicos. (41)

#### Condiciones Deseables del Suelo.

Las condiciones generales del suelo requeridas para una agricultura de riego permanente y rentable, incluye lo siguiente; El Suelo:

\_\_\_ Debe tener una capacidad de retención de agua - aprovechable razonablemente alta.

\_\_\_ Debe ser rápidamente penetrable por el agua para

permitir al aireación el reabastecimiento del suelo con agua, el escape rápido del exceso de ésta y el lavado de sales solubles.

\_\_\_ Debe tener por otro lado, una tasa de infiltración suficientemente baja para prevenir la excesiva percolación y humedad.

\_\_\_ Debe ser lo suficientemente profunda para permitir el necesario desarrollo radicular, proveer espacio adecuado para retención del agua y facilitar el drenaje.

\_\_\_ No debe presentar mayores inconvenientes a las operaciones culturales inmediatas.

\_\_\_ Debe estar libre de cantidades perjudiciales de sodio.

\_\_\_ Debe estar libre de acumulaciones de sales perjudiciales, o si las contiene deben ser fácilmente lavables.

\_\_\_ Debe tener una capacidad adecuada de suministro de nutrientes para el normal desarrollo de las plantas; una favorable capacidad de cambio de cationes y estar libre de cantidades perjudiciales de elementos tóxicos.

\_\_\_ Debe ser resistente a la erosión excesiva bajo prácticas de riego económicas.

#### 1.3.4.1 Factor Topografía

El factor topografía en la clasificación de la tierra refleja: La necesidad y el costo de desarrollo de la tierra; la facilidad o dificultad de hacer llegar el agua al lugar donde se requiera y aplicarla a la tierra cultivada; y, en cierto modo el drenaje y la adaptabilidad y permanencia del cultivo.

Aquí se consideran tres factores topográficos principales y tres factores secundarios asociados con el factor topografía. Los primeros tres son: Grado de pendiente, Relieve y Posición; y debido a su relación común con el desarrollo de la tierra se consideran incluidos también a los siguientes; tamaño, forma y cobertura.

1) Grado de Pendiente.- Las pendientes satisfactorias para el riego de gravedad son determinadas mediante la consideración de los siguientes puntos:

- a) Susceptibilidad de los suelos a la erosión
- b) Tipos de cultivo previstos (ciertos cultivos pueden explotarse en terrenos con más de 20% de pendiente, como pastos, cítricos, vid, entre otros.
- c) Tasa de infiltración y capacidad de retención de humedad aprovechable del suelo, de tal manera que el riego pueda ser realizado sin excesivas pérdidas de humedad en la superficie o por percolación profunda.
- d) Areas excesivamente planas que requieren canales elevados para la distribución del agua; o fajas estrechas que resultan de cambios bruscos de pendiente, en cuyo caso es necesario construir caídas de agua en distancias relativamente cortas que permitan la distribución del agua a través de la pendiente.
- e) Los métodos de riego que varían ampliamente.

2) Relieve.- Las tierras de superficie irregular se consideran en función del aumento en el costo de producción, disminución de los rendimientos, adaptabilidad a los cultivos y tamaño del campo, así como también en términos de corrección de la deficiencia. El desarrollo de la tierra se considera desde el punto de vista del tipo de riego, costos de nivelación y los efectos de ésta en la producción de cosechas, como consecuencia de la remoción del suelo superficial. Los suelos son evaluados en base a las características que tendrán después de su nivelación y no en las que tienen antes de realizar esta operación.

3) Posición.- Se considera el factor posición cuando

las tierras están aisladas, o son altas o bajas, lo cual trae como resultado un aumento en los costos de desarrollo o en los de operación. El grado de aptitud de una parcela puede estar relacionada con las dificultades para hacer llegar el riego y con las posibilidades de operación de la maquinaria agrícola.

4) Tamaño y Forma.- Se considera en la medida en que la extensión, configuración y localización de la parcela, determinan que pueda ser trabajada como un campo uniforme, para regar uniformemente y obtener beneficios de acuerdo con la clase indicada de tierra. Aquí influye también el tipo de riego contemplado.

5) Cobertura.- Comprende la vegetación o roca que debe ser removida para que la tierra pueda ser satisfactoriamente cultivada. Su presencia podría determinar la reducción de la capacidad productiva de la tierra o el costo de producción, de tal manera, que si no ha sido removida la cobertura en el momento de la clasificación, se tomará como factor para la determinación de la clase de tierra y en consecuencia, entra directamente en la determinación de la clase de tierra.

#### 1.3.4.2 Factor Drenaje.-

Es esencial eliminar el exceso de agua de la zona radicular para prevenir las acumulaciones de sales tóxicas a las plantas y que alteran además las condiciones físicas del suelo mediante la defloculación. Las medidas de control para los excesos de agua, tales como protección contra inundaciones y revestimiento de canales, están relacionadas con el drenaje.

Los criterios más útiles para poder apreciar las necesidades de drenaje existentes y potenciales son: Conduc

tividad hidráulica del suelo, subsuelo y substratos; profundidad de las capas impermeables; topografía, que incluye pendiente y relieve de la superficie y de las capas intermedias, posición de la tierra, profundidad del manto freático y acuífero, incluyendo fluctuaciones y dirección de su movimiento, calidad del agua, salinidad y alcalinidad del suelo la vegetación y el tipo de salida de los desagües existentes.

El factor drenaje considera dos grandes niveles: Drenaje parcelario y Drenaje del proyecto. El primero se realiza a expensas del usuario del agua en su propia parcela y el segundo, en las obras necesarias para controlar los excesos de agua resultantes del desarrollo del proyecto o para eliminar el agua previamente acumulada en el área del proyecto.

### 1.3.5 Clases de Tierra para Fines de Riego.

#### Generalidades.

Las clases de tierra para fines de riego se han establecido tomando como base los aspectos económicos de la producción y del desarrollo de la tierra dentro de áreas ecológicas específicas. De aquí que la producción y potencial de amortización difieran notablemente entre tales áreas. En el sistema del U.S. Bureau of Reclamation (1953), se usan cuatro clases básicas para identificar la tierra de acuerdo con su aptitud para agricultura de riego, una clase provisional y una clase para identificar la tierra no arable. Las tres primeras clases representan aquellas tierras con una capacidad progresivamente menor para reintegrar los costos de construcción del proyecto. Las subclases de la clase cuatro, de excesivas deficiencias y por lo tanto de restringida utilidad, pueden dar un margen de beneficio muy variable, que puede ser menor al de la clase tres hasta mayor que el de la clase uno, dependiendo claro de la uti---

lidad particular que se haga de ellas. El número de clases, dibujadas en el mapa de una investigación particular, depende de la diversidad encontrada en las condiciones de la tierra y de otros requisitos establecidos por los objetivos de la investigación particular. A continuación se describe cada una de las clases.

#### 1.3.5.1. Clase I, Arable:

Comprende las tierras de mayor aptitud para la agricultura de riego, porque pueden producir rendimientos sostenidos y relativamente altos, con un grupo numeroso de cultivos adaptados a las condiciones climáticas, a un costo razonable. Estas tierras son de superficie suave, con poca pendiente. Los suelos son profundos y de textura media a ligera, friables y bien estructurados, lo que permite la fácil penetración de las raíces, aire y agua; tienen buen drenaje y, sin embargo, buena capacidad de retención de humedad aprovechable. Estos suelos no presentan acumulaciones perjudiciales de sales solubles, o éstas pueden ser fácilmente eliminadas mediante lavado. Tanto las condiciones del suelo como las topográficas son tales, que no se precisa proveer ningún drenaje específico para la parcela; la erosión ocasionada por el riego será mínima; y el desarrollo de la tierra podrá ser efectuado a un costo relativamente bajo. Estas tierras tienen, potencialmente, una capacidad de pago relativamente alta.

#### 1.3.5.2. Clase 2. Arable:

Esta clase comprende las tierras de moderada aptitud para la agricultura de riego. En comparación con la clase I, su capacidad productiva es menor, se adaptan a un grupo de cultivos menos abundantes, y la preparación para el riego, así como su explotación agrícola, son más costosas. Estas tierras son menos deseables y de

menor valor que las de la clase 1, debido a ciertas limitaciones corregibles o no. Las tierras incluidas en esta clase están limitadas en su productividad o bien implican costos moderados para contrarrestar sus limitaciones, con consecuencia tienen una capacidad de pago intermedia.

#### 1.3.5.3 Clase 3. Arable:

Comprende aquellas tierras que son menos aptas para la agricultura de riego, que las de la clase 2, porque presentan deficiencias en suelo, topografía o drenaje en mayor grado que las señaladas para la clase 2. Pueden tener buena topografía, pero debido a condiciones del suelo, tienen más restringida adaptabilidad a los cultivos y requieren prácticas de riego muy especiales, o grandes cantidades de agua, además de demandar mayor fertilización o prácticas más intensivas de mejoramiento del suelo. Pueden tener topografía accidentada, de moderada a alta concentración de sales o drenaje restringido, susceptible de corrección, pero solo a un costo relativamente alto. La explotación agrícola de esta tierra puede encerrar más riesgo que la de la clase 1 o clase 2, pero se puede predecir que bajo buenas prácticas de manejo, tendrá adecuada capacidad de pago.

#### 1.3.5.4 Clase 4. Arable limitada o de Uso Especial.

Las tierras son incluidas en esta clase, solo después de que estudios especiales de ingeniería y economía han demostrado que son arables. Pueden tener una excesiva deficiencia específica o deficiencias susceptibles de corrección a un costo alto, pero son aptas para riego debido a que pueden ser utilizadas en forma intensiva para cultivos, tales como hortalizas y frutales; pueden tener una o más de una deficiencia incorregible-



lo cual limita su utilidad a pasto de corte, potreros, huertos y otros cultivos relativamente permanentes, pero si son manejadas en unidades de adecuado tamaño o en asociación con tierras mejores, son capaces de mantener una familia y pagar los costos del agua. La magnitud de las deficiencias corregibles requiere fuertes inversiones muy superiores a las requeridas para la clase 3, pero en cantidades que son justificables por los beneficios que se espera obtener del plan específico para la utilización de estas tierras.

#### 1.3.5.5 Clase 5. No Arable:

Las tierras incluidas en esta clase no son arables bajo las condiciones naturales; pero tienen un valor suficiente para justificar su segregación tentativa, con el fin de hacer en ellas estudios especiales antes de completar su clasificación definitiva; incluye asimismo aquellas tierras que para ser incluidas entre las arables requieren trabajos previos de construcción o mejoramiento de la tierra.

La designación de la clase 5 es tentativa y debe ser cambiada a la propia clase arable o a la clase 6 antes de terminar la clasificación de la tierra.

#### 1.3.5.6 Clase 6. No Arable:

Las tierras incluidas en este grupo son:

- a) Las considerables como no arables bajo las condiciones existentes en el sistema o en el proyecto, debido a que no cumplen con el mínimo de requisitos para ser incluidas en las otras clases.

- b) Las áreas arables, cuando definitivamente no es posible disponer de agua para regarlas o no se les puede dotar de drenaje.
- c) Las clase 4 y 5, cuando su extensión o los detalles obtenidos en su respectiva investigación no garanticen su segregación.

Excluyendo las subclases de posición, las tierras de la clase 6 no tienen suficiente capacidad de pago para justificar su consideración como regables. (41)

En el cuadro No. 2 se presenta en forma condensada los factores y parámetros de la Clasificación de Tierras para fines de Riego.

#### 1.4 Cartografía de Suelos

La cartografía de suelos tiene como objetivo, la presentación gráfica y analítica de la distribución geográfica de áreas que cumplen fundamentalmente con los siguientes requisitos:

- a) Qué tanto la variabilidad de los suelos como la de los demás elementos del paisaje que intervengan en el uso y manejo de los suelos sea lo suficientemente pequeña, dentro de las áreas, como para que puedan ser consideradas como unidad.
- b) Que la variabilidad de los suelos dentro de cada una de las áreas sean menor con respecto a la variabilidad total de éstos en la región o zona.
- c) Que dichas áreas sean de una extensión tal que-

puedan ser representadas gráficamente a la escala del mapa base que se haya seleccionado para ello. (1)

#### 1.4.1 Formación de las Unidades Cartográficas

En la formación de las unidades cartográficas, el elemento del paisaje de mayor peso es el suelo, éste es que las áreas cartografiadas deben tener ante todo, suelos semejantes en una magnitud definida, según las pretenciones de uso del estudio de suelos. En cuanto a los demás elementos del paisaje y al uso y manejo de los suelos, deberán considerarse como criterios auxiliares y como complemento en la definición de ellas; especialmente, aquellos elementos del paisaje que puedan o estén modificando el uso y manejo de los suelos en una área particular con respecto a otras áreas con suelos semejantes. Por lo tanto, las unidades cartográficas debieran definirse y describirse en términos de:

- a) Las Características que presentan las propiedades de los suelos y la variabilidad de estas características dentro de las unidades cartográficas, lo cual puede hacerse por medio de las clases de suelo o directamente por cada una de las propiedades.
- b) Cuando la caracterización y la variabilidad de los suelos en las unidades cartográficas se expresan en términos de clases de suelos; deberán precisarse cualquier otra característica de los suelos no incluida en la definición de las clases de suelo, siempre que sea importante para el uso y manejo de los suelos y que sea propia de esa área particular, en relación con las demás áreas en donde se presente la misma clase de suelo.

- c) Las características de los demás elementos del paisaje que sean de importancia para el uso y manejo de los suelos o que caracterizen al área en particular. (2)

#### 1.4.1.1 Impureza de la Unidad Cartográfica

Con mucha frecuencia en las áreas cartografiadas quedan incluidos suelos que no han sido considerados en las definiciones de las unidades cartográficas lo cual constituye la impureza de la unidad cartográfica. La impureza es importante porque radica tanto en el porcentaje del área que ocupa, como en el grado de semejanza con los suelos descritos en ella o sea que a igual porcentaje de área ocupada, la importancia de la impureza aumenta en relación al grado de diferencia entre los suelos y viceversa.

Las impurezas en las unidades cartográficas son producto de una deficiente definición en la localización y trazo de sus límites en el mapa debido principalmente a la complejidad y distribución de los suelos en el área estudiada, o por las limitaciones propias de la metodología empleada. (2)

#### 1.4.2 Unidades para la Clasificación y Cartografía de Suelos

Los exámenes de los suelos proveen las bases para colocarlos dentro de unidades taxonómicas y cartográficas. Cada unidad cartográfica se identifica en el mapa por medio de un símbolo y cada una debe tener un nombre identificador dentro del sistema general de la clasificación de los suelos. Para entender las relaciones y diferencias dentro de las unidades cartográficas y para la correlación de las unidades de suelo con aquellas -

encontradas en cualquier otro lugar en tal forma que se pueda hacer uso del total de conocimientos existentes - sobre la génesis del suelo y su comportamiento, es esencial que la nomenclatura sea adecuada. La denominación de las unidades cartográficas por tanto se hace en términos de las unidades en la clasificación taxonómica - utilizada. (43)

#### 1.4.3 Unidades Taxonómicas y Cartográficas

Una unidad taxonómica es una creación de la mente - del hombre para facilitar la comprensión acerca de las cosas que se encuentran en número tal que no se podrían comprender individualmente. (42)

Cada unidad consta de: 1.- Un núcleo o corazón central. Un solo perfil modal que representa la condición más usual de cada propiedad de todos los suelos de la - clase, y 2.- Muchos otros perfiles relacionados íntimamente, los cuales varían a este núcleo central, dentro de límites muy bien establecidos.

Una unidad cartográfica de suelos que lleve el nombre de una unidad taxonómica, consta de esta unidad taxonómica definida y algunas veces también de pequeñas - áreas de otros suelos, los cuales tienen que ser incluidos debido a las limitaciones impuestas por la escala - del mapa y el número de puntos que puedan ser examinados. En otras palabras, en el sistema de clasificación taxonómica, cualquier nombre del suelo sirve para una - unidad especialmente definida; pero el mismo nombre, - aplicado a una unidad cartográfica sirve para esa unidad taxonómica definida, más pequeñas porciones de - otras unidades, hasta cerca del 15% las cuales no pueden ser excluidas cartográficamente por no ser práctico.

Las unidades taxonómicas a cualquier nivel de generalización, pueden ser usadas como unidades cartográficas, con tal que la escala sea lo suficientemente grande. Es común y apropiado ---dependiendo del objeto del estudio---usar series de suelos, familias o grandes grupos de suelos como unidades taxonómicas de complejos o asociaciones usadas como unidades cartográficas. (43)

#### 1.4.4 La Representación y la Memoria del Mapa.

Una vez que las unidades están delimitadas es necesario caracterizarlas lo mejor posible; esto se logra con la utilización de la información obtenida en la descripción de los perfiles, más la información colateral. Esta última descrita en el apartado de fotointerpretación.

La elección que se deben presentar y el modo de representación plantea dos problemas:

- a) Las unidades que se deban representar, no se deben individualizar sobre el mapa; esto es, no se aconseja representar sobre el mapa superficies demasiado pequeñas, de hacerse quedarían difícilmente legibles. Se admite que no se deben representar áreas de menos de  $0.25 \text{ cm}^2$ ; es decir una hectárea a escala  $1/20 \text{ 000}$  y 25 hectáreas a escala  $1/100 \text{ 000}$ . (42). Si en el momento de la prospección se han encontrado superficies no cartografiables se sugieren dos soluciones.

- 1) Eliminarlas del mapa definitivo si están englobadas en otra unidad más amplia y si no representan más del 15% de ella. Por consiguiente, se admite una impureza de las unidades

del 15%. Sin embargo, esta inclusión de pequeñas unidades no representadas deben ser mencionadas en la memoria.

- 2) Agruparlas con las unidades vecinas, cartografiando no ya unidades simples, sino unidades complejas.
- b) Métodos de representación (Representación Sintética). Cada unidad se representa por un solo signo distintivo, como lo puede ser color o una notación. En contrapartida, la memoria, generalmente muy detallada, define con precisión todos los caracteres de las unidades cartográficas.

**Representación Analítica.** En este caso se procura representar sobre el mapa, según una clave apropiada, todas las propiedades importantes del suelo. De este modo la leyenda puede ser uniforme para todas las hojas del mapa y cuando el usuario se familiariza con ello puede distinguir fácilmente, las principales características del suelo.

**Representación Mixta.** Debe ser tan detallada como sea posible e informar sobre todo lo que no ha podido ser representado en el mapa. En general, expondrá las características climáticas de la región, la descripción precisa y los análisis de los perfiles representativos, indicará las leyes de distribución del suelo o suelos, precisará la constitución de las unidades complejas y mencionará la existencia eventual de unidades pequeñas que por su magnitud no puedan ser indicadas sobre el mapa. (9).

## 1.5 Tipos de Levantamientos de Suelos

Los levantamientos de suelos se diferencian entre sí de acuerdo a los objetivos perseguidos y, a la escala misma en que se realicen. Así tenemos que se distinguen seis jerarquías de acuerdo a las escalas de los levantamientos, en cada una usando diferentes métodos e intensidades de levantamiento e incluso teniendo diferentes propósitos. Con respecto a sus propósitos se distinguen cinco tipos generales. (46)

### 1.5.1 Tipos de Escala en los Levantamientos

En seguida se enlistan los diferentes términos con sus equivalencias de la F.A.O. los cuales vienen dados entre paréntesis. Los primeros tres tipos enlistados se distinguen entre sí principalmente sobre las bases de la manera en que son realizados y solo secundariamente en la escala.

1.5.2 Compilación (FAO: Síntesis). Son mapas de suelos cuya elaboración está basada en la abstracción de otros levantamientos mayores y, se realizan por diferencia de la amplitud de su cobertura. Las escalas son comúnmente de 1:1'000,000 o más pequeñas. Los mapas nacionales de suelos de la mayoría de los países pertenecen a este tipo.

1.5.3 Exploratorios (FAO: de igual nombre). No son levantamientos en el sentido estricto de la palabra, puesto que no intentan llenar la cobertura de un área. Se realizan mediante caminamientos o transectos, su ejecución es rápida y proveen además una pequeña cantidad de información adicional sobre aspectos generales de la región. Las escalas varían desde 1:2'000,000 a 1:500,000. Cierta número de levantamientos exploratorios fueron



CUADRO NUMERO "DOS"

| FACTORES Y SÍMBOLOS  | UNIDADES PARA DESCRIPCIÓN                            | TIPO DE DETERMINACIÓN   | DE TIERRAS CON FINES DE RIEGO                               |   |                                 |   | OBSERVACIONES |
|--|--|---|---|---|---------------------------------|---|---------------|
|  |  |   | CLASES  |   |                                 |   |               |
|  |  |   | 1   | 2   | 3                               | 4   |               |
| 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 franco fina o arcillas friables y poco pesadas. | Arena media o arcillas pesadas. | Arena gruesa o arcilla muy coloidal y muy pesada. |               |
| 2.- Profundidad del Suelo a los techos de: (S <sub>2</sub> ) |  |   |   |   |                                 |   |               |
| a) Grava, guijarras o piedras                                | cm   | Medida de campo en el perfil                                      | 100   | 100-50  | 50-25                           | 25-10   | 80            |
| b) Boca fracturada o hardpan.                                | cm   | Medida de campo en el perfil                                      | 120   | 120-50  | 60-30                           | 30-15   | 15            |
| 3.- Permeabilidad (S <sub>3</sub> )                          | Cualitativa por horizonte                            | Estimado en todo el perfil  | Buena   | Moderadamente rápida o moderadamente lenta.           | Lenta o rápida                  | Muy lenta o muy rápida.                           |               |
| 4.- Salinidad (A <sub>1</sub> )                              | mlhos/cm a 25°C                                      | Laboratorio o campo   | 4   | 4-8   | 8-16                            | 16-25   | 35            |
| 5.- Sodicidad (A <sub>2</sub> )                              | Porcentaje de sodio intercambiable.                  | Laboratorio   | 15  | 15-20   | 20-25                           | 25-35   | 35            |
| 6.- Pedregosidad en el perfil (P <sub>1</sub> )              | Cualitativa  | Apreciaciones de campo en el perfil.                              | Muy poca o ninguna  | Poca  | Abundante                       | Muy abundante                                     |               |
| 7.- Pedregosidad en la superficie (P <sub>2</sub> )          | Cualitativa  | Apreciación de campo.   | Muy poca o ninguna  | Poca  | Abundante                       | Muy abundante                                     |               |
| 8.- Rociedad (eflorescencias) (P <sub>3</sub> )              | a) % del área afectada                               | Campo o gabinete con fotografías aéreas                           | 5   | 5-10  | 20-50                           | 50-75   | 75            |
|  | b) Separación en m.                                  | Campo o gabinete con fotografías aéreas.                          | 60  | 60-30   | 30-10                           | 10-3  | 3             |
| 9.- Erosión (hídrica o eólica) (E)                           | Cualitativa  | Campo o gabinete con fotografías aéreas.                          | Leve  | Moderada  | Fuerte                          | Muy fuerte  |               |
| 10.- Pendiente (T <sub>1</sub> )                             | %  | Medida en el campo o gabinete                                     | 0-3   | 3-6   | 6-12                            | 12-20   | 20            |
| 11.- Baliseo (T <sub>2</sub> )                               | Cualitativa  | Apreciación en el campo o gabinete con fotografías aéreas.        | Plano con ligeros ondiantes.                                | Suavemente ondulada                                   | Ondulada                        | Fuertemente                                       | Escarpado     |
| 12.- Drenaje superficial (D <sub>1</sub> )                   | Cualitativa  | Apreciación cualitativa de la facilidad o dificultad del drenaje. | Buena   | Mediana   | Lenta o rápida                  | Muy lenta o muy rápida.                           |               |
| 13.- Profundidad del manto freático (D <sub>2</sub> )        | Estimada en cm.                                      | Medida en el campo  | 150   | 150-100   | 100-50                          | 50  |               |
| 14.- Profundidad del estrato impermeable (D <sub>3</sub> )   | cm.  | Medida en el campo  | 200   | 200-120   | 120-90                          | 90  |               |
| 15.- Inundación (I)  | Ocurrición en 10 años                                | Por referencia a informes estadísticos.                           | Ninguna   | 1   | 3                               | 5   |               |

Los parámetros indicados con una guila general para la clasificación agrícola de suelos.



realizados para proveer información para el Mapa de los Suelos del Mundo elaborado por la FAO-UNESCO.

- 1.5.4 De Reconocimiento (FAO: Baja Intensidad). Son de los levantamientos de más pequeña escala usados para cubrir completamente el área del levantamiento. La escala más usual es de 1:250,000 pero se incluyen mapas con escalas de 1:500,000 a 1:120,000 y gran parte es realizado con interpretación de fotografías aéreas. Algunos pequeños están completamente cubiertos con levantamientos de Reconocimiento, ejemplo; Uganda de 1958-61, Malawi de 1965-71, Zambia de 1956.
- 1.5.5 Semidetallados (FAO: Intensidad Media). Cubren un rango de escala que va de 1:100,000 a 1:30,000 y típicamente se realizan a escala de 1:50,000. El levantamiento se realiza por fotointerpretación combinada con una cantidad sustancial de trabajo de campo. El mapeo de las unidades varía de suelo-forma terrestre a asociación de suelos y series.
- 1.5.6 Detallados (FAO: Intensidad Alta). Cubren un rango de escala que va de 1:25,000 hasta 1:10,000. Estos son elaborados mediante una considerable proporción de trabajo de campo. Las unidades de mapeo usualmente son series de suelos y fases.
- 1.5.7 Intensivos (FAO: Muy Altamente Intensivos). Se elaboran a escalas mayores a 1:10,000. Es muy común que se hagan muestras de campo muy intensivas mediante una cuadrícula o bien por transectos sistemáticos. El mapeo de las unidades puede ser de series de suelos y fases o, adicionalmente se presentan mapas paramétricos de algunas propiedades individuales de los suelos, las cuales sean de interés.

### 1.5.8 Tipos de Objetivos en los Levantamientos

Como se habló al principio del presente inciso, también se distinguen los levantamientos de suelos en función de los objetivos perseguidos. Tales objetivos se encuentran dentro del ámbito de las decisiones concernientes al uso de la tierra.

A continuación se describe una manera general a cada uno de los diferentes tipos de levantamientos bajo el punto de vista de sus objetivos. Estos corresponden en parte a las diferentes escalas de levantamiento, aun que con un grado de traslape. (46).

- 1.5.9 Levantamiento para Inventario de Recursos. Son levantamientos realizados a nivel regional o nacional. Se elaboran para que sirvan como una guía en la identificación de recursos potenciales y localización de problemas propios de las diferentes áreas, y más específicamente como una guía para área con desarrollo potencial; éstos en ocasiones proveen bases científicas de información útil para otras disciplinas, ejemplo; Ingeniería Civil, Ecología Vegetal, Geografía Humana, etc. El inventario de recursos en países poco desarrollados es realizado inicialmente a escala de Reconocimiento, aunque, con un mapeo sistemático se puede extender subsecuentemente a levantamiento con escala de Semidetalle.
- 1.5.10 Levantamiento para Localización de Proyectos. Este tipo de levantamiento no está claramente separado del tipo anterior. Sin embargo se dice que su intención es para localizar y definir un rango de alternativas por medio de desarrollo de esquemas. por ejemplo; colonización de tierras o proyectos de irrigación. Dichas localizaciones se hacen en áreas con apariencia de tener más probabilidad de desarrollo potencial. Los levanta-

mientos para localización de proyectos son generalmente a escala de semidetalle.

- 72
- 1.5.11 Levantamientos de Factibilidad. Son realizados para evaluar la factibilidad técnica de proyectos específicos de desarrollo. Estos no proveen un plan completo, pero si dan una estimación de si los proyectos tienen suficientes posibilidades de ser exitosos para autorizar una investigación detallada. El levantamiento de inventario de recursos junto con el de factibilidad son nombrados en ocasiones como "levantamientos de pre-inversión", significando que aún no es confiable que se haga la inversión del capital.
- 1.5.12 Levantamiento de Desarrollo. Con emprendidos como parte de la planificación de un proyecto. Este junto con el levantamiento de factibilidad pueden ser a escala de detalle o semidetalle, llegando a usar incluso escalas de levantamientos intensivos.
- 1.5.13 Levantamientos para fines de Manejo. Se hacen generalmente a escala intensiva (mayores a 1/10,000) y están referidos a cuestiones específicas de manejo, tales como, la aplicación de agua de riego, localización precisa para la plantación de ciertos cultivos, o aplicación de fertilizantes.

Mulcahy y Humphries, citados por Young (46) realizaron en el año de 1967, una diferenciación adicional la cual tenía implicaciones para los métodos de levantamiento y el tipo de clasificación de suelos usados, entre levantamientos de propósitos especiales y propósitos generales. En un extremo, los levantamientos del tipo de inventario de recursos, son naturalmente para propósitos generales; se realizan para proveer de información relevante para todos los tipos de uso potencial de

73

la tierra, bien sea agrícola o no agrícola. Para los levantamientos de este tipo, ya sean de suelos-formateo o suelos, la clasificación usada puede ser una clasificación general, ésta puede ser natural o artificial, pero debe tratar de proveer información general sobre los suelos sin omisión de propiedades particulares o sobre-énfasis de las mismas. En el extremo opuesto, los levantamientos de manejo son de carácter de propósito especial. Los objetivos son más estrechamente definidos y desde que la información es colectada pueden ser perfectamente definidos; por ejemplo, profundidad efectiva del suelo, niveles de salinidad o problemas de drenaje; puede ser utilizada una clasificación especializada de suelos, la cual haga énfasis selectivo de las propiedades relevantes del suelo y de acuerdo a los propósitos referidos. (46)

Los levantamientos para localización de proyectos, factibilidad y desarrollo pueden ser tanto para propósitos especiales como generales. En el caso de los generales cuando el esquema de desarrollo programado cubra una diversidad en cuanto a condiciones del terreno y requiere de la localización de áreas para diferentes tipos de uso de la tierra. Y en el caso de los especiales, cuando son concernientes con un tipo de desarrollo específico, por ejemplo, irrigación, programas de recuperación de suelos salinos y/o sódicos en los cuales se pueden dirigir solamente hacia la localización de tierras adecuadas para un tipo de desarrollo, por ejemplo, plantación de cacao.

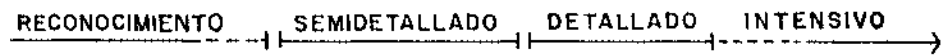
Por último diremos que las escalas de los levantamientos mencionados, en México se han adoptado tres y son: Levantamientos a Nivel de Reconocimiento, Semidetallado y Detallado. Los levantamientos a escala de reconocimiento, en la mayoría de los casos se realizan -

para inventario de recursos o bien para localización de proyectos. Los levantamientos a escala de semidetalle, generalmente son realizados para evaluación de factibilidad o bien como parte de estudios integrales de la planeación de algún proyecto, como pueden ser de rehabilitación de zonas de riego. Por último los levantamientos a escala de detalle, son realizados generalmente para fines de manejo ya sea de agua de riego o manejo de suelos. También se hace una distinción a los levantamientos llamados especiales, los que generalmente se realizan a escala de detalle; podemos mencionar Al Estudio Agrológico Especial de Salinidad y Drenaje. (35)

**ESCALAS DE LEVANTAMIENTOS DE SUELOS**



**TIPOS DE LEVANTAMIENTOS DE SUELOS**



INVENTARIO DEL RECURSO

LOCALIZACION DEL PROYECTO

LEVANTAMIENTOS DE FACTIBILIDAD

LEVANTAMIENTOS PARA DESARROLLO

LEVANTAMIENTOS PARA MANEJO →

## 1.6 Fotointerpretación de Suelos

### Generalidades

Actualmente se común el uso de imágenes aéreas de la superficie terrestre para estudios de suelos, donde la interpretación de las imágenes es la actividad medular por medio de la cual se puede obtener el mayor provecho de las mismas. De aquí surge la Fotointerpreta--ción de Suelos, la que se entiende como: las activide--des deductivas que conducen de una manera lógica a la más probable diferenciación y distribución de los tipos de suelos que se encuentren en una porción del paisaje visto sobre fotografías aéreas. (9)

La Fotointerpretación de Suelos no es del todo infalible, exige que el fotointerprete tenga un nivel de conocimiento suficientes en las ciencias del suelo, por un lado y por otro, que haga de sí el conocimiento de los fenómenos de la superficie terrestre que están ocurriendo en la zona por estudiar. (30). Junto con lo anterior, se depende en gran medida del tipo y calidad del material fotográfico; por ejemplo, con tipo queremos englobar a: si es blanco y negro o color, escala y si permite su observación en estereoscopia principalmente; con calidad el material fotográfico nos referimos a: fidelidad de la imagen, nitidez, exageración del relieve, uniformidad de tonos, colores y normalidad del plano focal de la imagen con respecto al plano del horizonte, principalmente.

Desde el punto de vista físico, las imágenes representan la energía reflejada, emitida y/o transmitida de muchas partes del espectro electromagnético y es registrada en muchas formas, medidas y escalas (25)



### 1.6.1 Técnicas de Interpretación de Imágenes

La interpretación de imágenes ha sido definida como el acto de examinar fotografías y/o imágenes para propósitos de identificar objetos u fenómenos y juzgar su significado. Para realizar esta tarea, el interprete puede usar mucha información adicional, estos datos son a menudo agrupados bajo el título de Información Colateral o Sobre el Sitio. (25)

El material colateral es formado por diferentes fuentes: Literatura, medidas de laboratorio, análisis, trabajo de campo y fotografía terrestres del área. La información colateral es a menudo útil en forma de mapas y otros registros en forma de gráficas o tabular, como ocurre con las estadísticas de meteorología, uso de la tierra o información diversa colectada por otros técnicos y agencias gubernamentales. Una revisión de estas fuentes de información existentes, no solo ayuda en la interpretación de las imágenes sino que también puede producir una mayor definición de los alcances, objetivos y problemas asociados con un proyecto dado.

Posterior a esta fase de fotointerpretación se hace necesario recurrir al trabajo de campo (visita a la zona de estudio) en donde la intensidad de éste es variable, ya que depende de las siguientes consideraciones.

- 1.- Calidad de la imagen, incluyendo escala, resolución, etc.
- 2.- Tipo de análisis o interpretación involucrada
- 3.- Precisión en la delimitación de unidades y clasificación.
- 4.- Experiencia del fotointérprete y sus conoci-

mientos sobre el área y los objetivos del trabajo.

Bajo estas condiciones podemos decir que el trabajo de campo es realizado en base a muestreos para la verificación y/o corrección a la fotointerpretación previa.

En síntesis, pueda decirse que la adquisición de conocimientos colaterales deben ser vistos como elementos necesarios para la fotointerpretación, por lo tanto, deben ser analizados considerando que esos datos tienen su propia variación.

La labor de fotointerpretación empieza con un minucioso examen del área como un todo, de esta manera se está preparando para seleccionar y estudiar los detalles, en el sentido de que el fotointérprete debe trabajar metódicamente, procediendo de consideraciones generales a detalles específicos, de lo conocido a lo desconocido. (25)

El fotointérprete que trabaja de una manera ordenada obtiene mucho más información que aquel que sigue un enfoque ocasional, además de que es más fácil cometer errores tomando decisiones precipitadamente. (ASP 1975).

#### 1.6.2 Planeación y equipo para la fotointerpretación

Una considerable información útil para el trazo de los límites entre unidades de suelos, puede ser obtenida de una sola fotografía usando lentes de mano o sin ayuda de ellos, especialmente cuando se está trabajando en áreas de poco relieve. Sin embargo, creémos que son preferibles los pares estereoscópicos, debido a que las pequeñas variaciones en la elevación son importantes en los estudios de condiciones de drenaje y textura del

suelo, además sirven para comparar los valores tonales de un área dada sobre los traslapes de la fotografía -- aérea. (2)

Si para cubrir el área bajo estudio se necesitan -- muchas fotografías y un fotoíndice no da utilidad para los fines del estudio, se recomienda montar un mosaico sin restituir y sobre éste estudiar el área como una -- unidad antes de examinar en detalle los pares estereoscópicos. De esta manera los grandes patrones pueden ser relacionados a factores ambientales de fisiografía, geología y clima. (25)

La fisiografía de un área es el resultado de la historia de su tectonismo y degradación en un ambiente - climático dado. El arreglo de las montañas, planicies, cerros, es comunmente conspicuo en los fotomosaicos aéreos que es reflejado en los contrastes tonales, rasgos de erosión, distribución de la vegetación y los patrones de uso del suelo. Así, con la identificación de unidades fisiográficas comienzan a surgir los tipos de materiales del suelo presentes, sus grados de uniformidad entre otros. (25)

El fotointérprete debe estar interesado en la historia y estructura geológica del área. Es por esto que los mapas geológicos y su literatura deben ser consultados durante la etapa de pre-campo, ya que estos muestran la distribución de los materiales de la tierra y ayudan al fotointérprete a identificar el material parental de los suelos de un área. La fotografía en pares estereoscópicos puede entonces ser usada en estudios de patrones de drenaje y otros detalles de la superficie - que no se muestran sobre los mapas.

La climatología del área puede ser obtenida de la -

literatura geográfica. Y la influencia del clima manifiesta su evidencia en las fotografías aéreas - en los patrones de erosión y vegetación; para tener una comprensión ordenada de estos patrones en sus relaciones con la distribución de los suelos, se debe considerar los efectos de la temperatura, precipitación, evaporación, y drenaje.

Habiendo comprendido el contexto regional de los suelos bajo estudio, ya estaremos en condiciones de dividir las unidades mayores del paisaje en pequeñas unidades y examinar los elementos de los patrones locales bajo el estereoscópio. Si todas las deducciones convergen, entonces los suelos pueden ser agrupados y delimitados con razonable exactitud. (2)

Los elementos del patron (o arreglo repetitivo de rasgos del paisaje) indican condiciones de la superficie, estos son:

80  
Paisaje.- Deberá ser estudiado a través de una inspección estereoscópica; algunos paisajes tienen características distintas que son claramente visibles. Un ejemplo son los paisajes de deposición que tienen a menudo características tan estrechamente relacionadas al modo de deposición que algunas propiedades de sus suelos pueden ser interpretadas indirectamente.

Patrones de Drenaje.- Son fácilmente localizables y es sencilla su delimitación sobre pares estereoscópicos. Representan la manera en que el agua superficial está configurando la superficie terrestre. Los patrones de drenaje (dendrítico, enrejado, paralelo, anular, rectangular, radial, entre otros) sugieren estructuras geológicas, parteaguas y composición de la roca subyacente.

Patrones de Erosión.- Están referidos a la acción del agua, el viento, la gravedad y el hielo. Particularmente las cárcavas son clases para pronosticar algunas características del suelo como: desarrollo del perfil, grado de compactación, textura, estructura, entre otras. (2)

Es importante recordar que para el diagnóstico - adecuado de dichas características de los suelos basado en estas manifestaciones, solo podrá hacerse cuando la escala de la fotografía lo permita, es decir, a escalas menores a 1:10,000 difícilmente pueden identificarse las características individuales de cada cárcava

Vegetación.- En términos generales la vegetación puede utilizarse como un indicador de las condiciones del medio. Cambios en la vegetación pueden ser atribuidos a algunos cambios en los suelos con respecto a composición, humedad, pendiente, entre otras; tomando en cuenta desde luego la posibilidad de haber sido causados por la actividad humana.

Investigaciones en suelos vírgenes de California mostraron que un 80% de la mayoría de los límites de los suelos correspondían con los límites de vegetación detectados sobre las fotografías aéreas.

Tono Fotográfico.- Esta es de gran importancia en el proceso fotointerpretativo, sin embargo, son muchos los factores que influyen el tono del suelo en la fotografía aérea, esto hace difícil atribuir valores estandar en las variaciones tonales, y la verificación de campo es comunmente necesaria para establecer correlación con los juegos de fotografías que se están usando. Los tonos del suelo, en general son más representativos para definir variaciones de humedad que para -

otros factores naturales. Contrastes tonales asociados con modelos de drenaje e irregularidades topográficas, sugieren diferencias en contenido de humedad.

Correlación con otros Estudios.- Al emprender la tarea de fotointerpretar una zona determinada es de singular importancia consultar cartas e información descriptiva sobre Fisiografía, Geología, Climatología, Topografía y Edefología principalmente. La investigación preliminar de la literatura ayuda a orientar y organizar el trabajo de interpretación, así como a obviar esfuerzos innecesarios. (2)

### 1.6.3 Elementos para la Fotointerpretación de Suelos

82  
Prévio a la explicación de las técnicas de fotointerpretación usadas en el presente estudio, se considera necesario definir los conceptos elementales involucrados en todo el proceso de fotointerpretación; estos elementos se agrupan en tres grupos principales que son:

a) Características deseables de las fotografías aéreas: Escala, Estereoscopia, Resolución, Uniformidad de tonos y Fidelidad.

b) Elementos Útiles en fotointerpretación para la caracterización del paisaje: Medida, Forma, Sombre, Tono, Textura, Patrón y Sitio.

c) Características visibles del paisaje útiles para la fotointerpretación de suelos: Rasgos Geomórficos y Uso del Suelo.

A continuación se explica detalladamente a cada uno de estos conceptos haciendo referencia exclusivamente de las fotografías aéreas en blanco y negro.

#### 1.6.4 Características Deseables de las Fotografías Aéreas

Puesto que el elemento principal para la fotointerpretación es la fotografía aérea, a continuación se exponen los atributos deseables de la misma.

La Escala.- La selección de la escala más apropiada de las fotografías aéreas, depende en gran medida del nivel del estudio a realizar. Además hemos de considerar la visibilidad obtenida de los rasgos del paisaje depende en gran medida de la escala; a medida que decrece la escala se ven cada vez menos detalles, pero a su vez se pueden observar porciones más grandes del terreno. Es muy recomendable disponer de dos juegos de fotografías aéreas a escala diferentes; uno a escala pequeña para interpretar los rasgos regionales y otra a escala mayor para afinar los trazos y diferenciar los detalles. (2,40)

Estereoscopia.- Las fotografías aéreas que permiten la percepción tridimensional del paisaje son más útiles en fotointerpretación que una imagen monoscópica. La visión en relieve se logra por la visión simultánea de los objetos desde distinto ángulo y su coordinación mental, si tenemos dos fotografías de un mismo terreno tomadas desde distinto ángulo, solo nos falta coordinarlas en el cerebro para obtener la visión estereoscópica. Esto se logra fácilmente con la ayuda de unos aparatos especiales llamados Estereoscópios, - estos aparatos nos permiten observar las imágenes con un ojo cada una pero simultáneamente.

Las dos fotografías descritas reciben el nombre de par estereoscópico, las cuales para poder ser observadas como tales deberán reunir los siguientes requisitos.

1.- Deben ser de la misma escala, ya que si hay grandes desniveles de terreno o han variado las alturas del avión, la visión se dificulta pudiendo llegar a impedirse.

2.- El solapamiento de las fotografías debe ser de un 60% del terreno fotografiado, es decir, aproximadamente las 2/3 partes del terreno fotografiado en la primera toma debe estar contenido en la segunda.

3.- El rumbo del avión debe ser constante para que una foto no quede girada con respecto a otra.

74 La estereoscopia de un juego de fotografías aéreas, es una propiedad que nos permite ver las diferencias de altura de la mayoría de los rasgos visibles del paisaje, lo cual ayuda al fotointérprete a delinear ciertos detalles del terreno en un tiempo aceptable que de otra forma sería más lento y costoso. Este tipo de fotografías son las más comunes, y para su uso se requiere tener muy en cuenta la exageración de las distancias verticales con respecto a las horizontales; esto significa que al observar la altura de los detalles del paisaje se ven exagerados en dos o tres tantos de lo natural, lo cual facilita hacer distinciones de pequeños desniveles de terreno, sin embargo, es necesario familiarizarse con dicha exageración vertical y sobre todo conocer la concordancia de la realidad en el campo.

Resolución.- La resolución o poder resolutivo de una imagen, es una propiedad conferida por los materiales con los cuales es lograda la imagen y las condiciones ambientales del momento de la toma.



Por resolución se entiende como el grado de agudeza con lo cual un material o sistema televisivo puede registrar objetos pequeños de una imagen; por lo tanto es un indicador de la capacidad del material o sistema para separar objetos en una escena. (2)

La resolución de una imagen depende de muchos factores, tales como : brillantés, tamaño, y contraste de los objetos, granulosisidad de la película, movimiento relativo entre la cámara y el objeto durante el instante en que el expuesta la película y la cantidad de neblina atmosférica interpuesta al momento de la toma fotográfica (27,40)

Uniformidad de Tonos.- Esto se refiere a que en una fotografía aérea en blanco y negro la gama de tonos de gris que van desde el blanco al negro, deben variar normalmente y de acuerdo a los cuerpos que representan, esto exige además de uniformidad de tonos entre toma y toma. (2)

Un juego de fotografías aéreas con adecuada uniformidad de tonos, permite interpretar adecuadamente ciertos rasgos del paisaje cuya representación tonal va ligada a propiedades intrínsecas de humedad y cubierta vegetal del suelo principalmente.

Fidelidad.- La fidelidad de las fotografías aéreas consiste en la veracidad en que los paisajes son representados, esto depende prácticamente de todas las características mencionadas anteriormente, pero además de la siguiente condición; que la fotografía aérea sea de fecha reciente, tales condiciones permiten observar en ellas el verdadero uso del suelo y además nos permiten utilizarlas con elevada eficiencia como mapas

en el campo.

El fotointérprete encuentra serias limitaciones cuando dispone únicamente de fotografías aéreas de más de tres años de antigüedad; sobre todo, en las zonas del trópico húmedo de nuestro país, debido a que en dichas zonas el desmonte irracional y el crecimiento de vegetación secundaria posterior a éste, confunde al fotointérprete tanto en el trabajo de campo como en el de oficina.

#### 1.6.5 Elementos Útiles en Fotorinterpretación para la Caracterización del paisaje

El intercambio de experiencias entre fotorintérpretes es una actividad necesaria, de ahí que diferentes autores han empleado algunos conceptos por medio de los cuales se puede describir la morfología de las fotografías del paisaje. (2) y (40)

Estos conceptos además de servir para la comunicación entre fotointérpretes, son muy útiles para la identificación de los rasgos del paisaje.

Se han considerado suficientes a los siguientes siete elementos para la caracterización de los rasgos que las fotografías aéreas muestran del paisaje y son: Medida, Forma, Sombra, Tono, Textura, Sitio y Patrón.

Puesto que nos estamos refiriendo únicamente a fotografías aéreas en blanco y negro, el concepto color aquí no se incluye. Para la definición de estos rasgos es conveniente basarse en las definiciones dadas por la Sociedad Americana de Fotogrametría. (2).

Medida.- La medida de un objeto es una de las claves o pistas más usadas para su identificación, ya que a través de la medición de los objetos desconocidos se

bre una fotografía aérea, se pueden eliminar grupos comple-  
tos considerables de posibles identificaciones. Cuando se-  
está trabajando con imágenes de escala variable, es oportu-  
no hacer frecuentes mediciones de los objetos de intefes.-  
Así mismo, se pueden omitir errores en la identificación -  
de objetos estudiando su medida.

Forma.- La forma de cualquier imagen es una caracte-  
rística que debe considerarse, ya que en algunas ocasiones  
ésta es un distintivo para identificar imágenes. Sin embar-  
go, la forma de los objetos observados verticalmente con -  
visión estereoscópica, tienen en la fotografía aérea forma  
diferente de lo usual, y son en casiones difíciles de in-  
terpretar,

77

En la fotointérpretación de suelos, la forma es la ex-  
presión fotográfica de los rasgos del terreno, y se utiliza  
principalmente para el reconocimiento de formas constuc-  
cionales del paisaje (dunas, terrazas, diques) y destruc-  
cionales del paisaje (formaciones de diferentes rasgos de-  
errosión). Sin embargo, debido a que los rasgos naturales -  
pueden expresarse en gran variedad de formas, el criterio  
sobre éste elemento no puede aplicarse en el sentido rigu-  
roso del término; en otras palabras, la forma no es sufici-  
ente para identificar a todos los objetos o rasgos geo-  
morfológicos. Hay que recordar que la erosión y el uso -  
entre otros- cambian las características de la forma; ade-  
más las escalas comunmente utilizadas en este tipo de le-  
vantamiento dificultan la identificación detallada de la -  
forma. Pero las peculiaridades de la forma general contri-  
buyen sustancialmente a la diferenciación de rasgos del te-  
rreno que pueden interpretarse en términos de su significa-  
do.

Sombra.- Las sombras son útiles en fotorintérpreta-  
ción porque aportan a veces mayor información acerca del -  
objeto que la imagen del objeto mismo. Además de producir-  
una silueta, la dimensión de la sombra proporciona un indi

ce la dimensión relativa de diferentes objetos.

La sombra facilita la visión tridimensional, la mejor vista estereoscópica se obtiene cuando las sombras caen hacia el observador. Sin embargo, las sombras también pueden oscurecer fenómenos importantes y hacer más difícil su interpretación. Bajo estos criterios, los límites claros y formas de las sombras facilitan al intérprete la identificación de objetos, siendo esto de gran interés al inicio del reconocimiento.

Tono.- Se considera el tono como un rango de variación del negro al blanco de la fotografía, es decir, cada variación distinguible de matiz entre negro y blanco. El tono fotográfico o el tono de gris es una medida de la cantidad relativa de luz reflejada por un objeto y registrada en la fotografía de blanco y negro.

87

La utilidad real y significativa de los tonos de gris se deriva del contraste que puede observarse entre un objeto o entre un objeto y su medio. En todos los casos la diferencia tonal y su medio son fundamentales, porque sin ella no puede haber imagen detectable. El tono está sujeto a considerable variación debido entre otros a los siguientes factores: ángulo del sol, hora del día, tipo de película y filtro, proceso de revelado e impresión, presencia de bruma y altura de vuelo.

Textura.- La textura sobre las imágenes fotográficas es el resultado de las repeticiones tonales en grupos de objetos y se manifiesta como una impresión visual de aspereza o tersura. Las diferencias texturales de las imágenes son muy útiles para el fotointerprete, sobre todo, en la diferenciación del uso del suelo.

Sitio.- El sitio se define como la situación ocupada por un lugar, rasgo u objeto con relación a su medio circundante local. Los factores distintivos para examinar un-

sitio son entre otros: la topografía, vegetación, geología suelo y las variaciones impresas por la cultura humana. La importancia relativa de estos factores variará de acuerdo a las variaciones que imperen.

Patrón.- Es definido como el arreglo espacial de varios rasgos en una secuencia repetitiva y en un orden característico. El patrón puede distinguirse cuando se hacen asociaciones de rasgos naturales o culturales del paisaje, y muchos de los patrones visibles en las fotografías aéreas resultan de la interacción de estos dos factores.

87 Los árboles sembrados y los cultivos tienen un patrón-distintivo. En algunos casos los patrones culturales están adaptados al medio, como sucede en las zonas donde se realizan prácticas de conservación de suelos de la misma manera, los patrones de drenaje son importantes en la fotointerpretación porque están relacionados con condiciones estructurales, litológicas o de textura y permeabilidad de suelos. Este patrón junto con el de vegetación y uso del suelo, aportan mucha información útil para la delimitación previa de los diferentes tipos de suelos.

#### 1.6.6 Características Visibles del Paisaje Útiles para la Fotointerpretación de Suelos.

Rasgos Geomórficos.- Los paisajes son el producto de las fuerzas ambientales imperantes en el modelado de la corteza terrestre. (23, 24, y 30). El identificar rasgos típicos de algún proceso evolutivo de deposiciones y pérdida de materiales superficiales, nos sugiere propiedades muy relevantes de los suelos tales como: texturas más probables, profundidad y tipo de material parental.

Es común que cada rasgo geomórfico se caracterice por tener topografía similar, red de drenaje similar, material geológico similar y desde luego grado evolutivo similar.

No obstante lo anterior, se le recuerda al lector que el poder predictivo del fotointérprete es limitado, sin embargo, un fotointérprete acucioso es capaz de delinear con precisión aceptable los límites entre diferentes tipos de suelos cuando se comprende la génesis de los rasgos geomórficos del paisaje.

Uso del Suelo.- Resulta difícil encontrar hoy en día lugares donde la mano del hombre no haya intervenido. Este factor es de gran utilidad debido a que en la mayoría de los casos se puede asociar con atributos buenos o malos para la agricultura. Por ejemplo, en nuestro caso la serie de suelos denominada El Mangal es típica por su uso prafícola y vegetación natural; contrasta con la serie denominada Jamapa, la cual presenta una intensa actividad agrícola (ver plano de series y uso del suelo). La primera presenta limitantes de humedad que impiden en la mayoría de los casos una actividad agrícola continuada y costea- - ble, cosa que no ocurre con los suelos de la serie Jamapa, incluso los asentamientos humanos son más numerosos en esta última.

#### 1.6.7 Técnicas de Fotointerpretación Utilizadas en el Presente estudio.

##### Generalidades:

De la misma manera que se realiza un acopio informativo de gabinete con fines preparativos a la etoa de campo, en fotointerpretación se realiza un reconocimiento previo sobre las fotografías aéreas de la zona por estudiar, dicha fotointerpretación consiste en la delimitación de los posibles tipos de suelos. Crémos que a este nivel de estudio no es redituable hacer un trabajo previo de clasificación de tierras para fines de riego sin antes tener la vivencia de campo, debido a que hay limitantes que difícilmente se pueden inferir tan siquiera. Sin embargo, una apreciación gruesa de las posibles clases de tierras es de utilidad para la definición de los sitios de muestreo.

El uso del suelo puede definirse con aceptable precisión, sin embargo, el uso actual del suelo necesita de una abundante verificación de campo para lograr una precisión adecuada.

### Método Sequido

Durante la primera etapa de fotointerpretación previa se utilizó un vuelo de fotografías aéreas de escala 1:50,000, ya que a esta escala se cubre una gran superficie en tan solo un par fotográfico (13,225 ha aproximadamente).

Esta cobertura permite observar la distribución de los posibles tipos de suelos con mayor facilidad.

Una vez delimitados los posibles tipos de suelos por medio de la fotointerpretación previa a escala 1:50,000, se transfirieron los mismos trazos a un juego de fotografías de la misma zona pero de escala mayor, que en este caso fue a 1:20,000. Obviamente a esta última escala fue posible afinar los trazos, ya que posibilitó observar con mayor detalle las variaciones del paisaje.

Como paso siguiente se marcaron los sitios de muestreo de acuerdo a la heterogeneidad del paisaje y distribución de cada tipo de suelos inferido, procurando que cada sitio de muestreo fuese accesible.

Hasta aquí, puede considerarse que el trabajo de fotointerpretación en su primera fase ha concluido, debiendo proseguir con el trabajo de campo en donde se relacionaran las propiedades de los suelos y los elementos del paisaje y su correlación con el trabajo de fotointerpretación previo.

Al trabajo de campo le sigue la tercera y última fase, que consiste en la afinación de los contactos establecidos

sobre las fotografías aéreas. En esta última etapa de trabajo la fotointerpretación previa es corregida y completada.



A continuación expondremos a manera de ejemplo el desarrollo del estudio agrológico Cotaxtla- Jamapa, el cual concentra además una explicación de los capítulos que así lo ameritan.

## 2 Localización del Area

### 2.1 Situación Geográfica

El área de estudio se localiza entre los paralelos  $18^{\circ}$  y  $19^{\circ} 10'$  de Latitud Norte y entre los meridianos  $96^{\circ} 05'$  y  $96^{\circ} 18'$  de Longitud Oeste del meridiano de Greenwich.

Se ubica aproximadamente en la parte central del Estado de Veracruz (38). La altura varía desde los 84m. hasta los 136m.s.n.m.

### 2.2 Situación Política

La zona de estudio comprende a los municipios de Medellín, Jamapa y Boca del Río, así como también parte de los municipios de Alvarado y Cotaxtla.

### 2.3 Superficie Estudiada y Límites

La superficie estudiada fue del orden de las 54,400-has., presentando una forma irregular y alargada en sentido Norte - Sur.

Los límites están constituidos por: Al Norte colinda con el poblado de Boca del Río; al Sur con el poblado de Cotaxtla en las inmediaciones de éste; al Este con terrenos del municipio de Cotaxtla y al Oeste con terrenos del ejido Paso del Toro.

## 2.4 Vías de Comunicación.

Las vías de comunicación más importantes que permiten el acceso al área estudiada son:

Carretera Federal 140 ( México- Jalapa- Veracruz ) - la cual pasa por el límite norte del área , comunicando a las poblaciones que se encuentran en la margen izquierda del río Jamapa.

Carretera Federal 150 ( México- Orizaba- Veracruz ) que es la que atraviesa prácticamente la zona de estudio siendo la principal vía de acceso a las diversas poblaciones que se localizan en la margen derecha del río Coaxtla.

En lo que respecta a carreteras estatales se cuenta con la carretera Veracruz- Jamapa; Veracruz- Anton Lizardo y Veracruz- Alvarado.

Las vías de comunicación interna son suficientes, - aunque presentan el inconveniente de que en época de temporal es difícil transitarlas.

### Ferrocarriles.

Actualmente se cuenta con dos redes o vías de acceso por este medio; México Veracruz vía Orizaba y Veracruz- Alvarado.

### Aeropuertos.

La ciudad de Veracruz cuenta con un aeropuerto nacional de mediano alcance con la ruta hacia la ciudad de México.

La ciudad de Veracruz cuenta con un puerto de comunicación marítima de primer orden, situación de mucha relevancia, ya que es considerado el puerto principal de el Golfo de México.

### 3 Aspectos Socioeconómicos.

#### 3.1 Generalidades.

El apartado referente a los Aspectos Socioeconómicos nos proporciona la información de las principales características de una población, lo cual servirá como base para la toma de decisiones en la ejecución de programas colaterales al proyecto.

Los principales puntos que deben cubrirse en este apartado son: Población Total y Densidad, Población Económicamente Activa en el Sector agropecuario, Nivel Económico, Tenencia de la Tierra, Servicios Públicos (Educativos, sanitarios Asistenciales, energía Eléctrica y de Comunicación). Esta información se obtiene en campo, auxiliándose de los datos proporcionados por las Dependencias Oficiales encargadas de los levantamientos censales.

76  
La información obtenida para la zona que nos ocupa se presenta en los cuadros # 5,6,7,8,9,10,11,12,13,14, 15, y 16.

CUADRO 5

RELACION DE POBLACION, SUPERFICIE Y DENSIDAD DE POBLACION PARA CADA UNO DE LOS MUNICIPIOS QUE FORMAN PARTE DE LA ZONA DE ESTUDIOS

| MUNICIPIO    | NUMERO DE HABITANTES | SUPERFICIE KM <sup>2</sup> | DENSIDAD DE POBLACION (HABITANTES/KM <sup>2</sup> ) |
|--------------|----------------------|----------------------------|---|
| Boca del Río | 67,953               | 42.7                       | 1,588.9   |
| Medellín     | 22,438               | 370.14                     | 60.6  |
| Jamapa       | 8,281                | 163.00                     | 136.6   |
| Alvarado     | 1,922                | 44.97                      | 42.7  |
| Cotaxtla     | 1,624                | 79.88                      | 20.33   |

FUENTE: Censos Generales de Población y Vivienda 1950, 1960 y 1970.

4  
 CUADRO 6

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA EN EL SECTOR AGROPECUARIO.

| MUNICIPIO    | TOTAL | PORCENTAJE |
|--------------|-------|------------|
| Medellín     | 2,798 | 53.83      |
| Jamapa       | 1,310 | 25.20      |
| Boca del Río | 554   | 10.65      |
| Alvarado     | 318   | 6.11       |
| Cotaxtla     | 217   | 4.17       |

FUENTE: IX Censo General de Población y Vivienda 1970.

CUADRO 7

ESTRUCTURAS DE LA TENENCIA DE LA TIERRA POR SECTORES EN EL AREA  
BENEFICIABLE

| TIPO DE PROPIEDAD | SUPERFICIE EN HAS. |        | NO. DE PROPIEDADES |        | PROMEDIO PARCELA-<br>RID. |
|-------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|---------------------------|
|                   | ABS.               | REL.   | ABS.               | REL.   |                           |
| Privada           | 23,305.39          | 47.93  | 563                | 15.46  | 44.95                     |
| Ejidal            | 26,741.14          | 50.64  | 3,078              | 84.54  | 8.69                      |
| Federal           | 376.86             | 0.71   | -                  | -      | -                         |
| Urbana            | 378.60             | 0.72   | -                  | -      | -                         |
| Total:            | 52,801.99          | 100.00 | 3,641              | 100.00 | 14.50                     |

FUENTE: Estudio de Catastro elaborado por EYPSA, 1980.  
Investigación Directa.

CUADRO 8  
 NUMERO DE ESCUELAS EXISTENTES  
 NIVEL PRIMARIO  
 PROYECTO COTAXTLA - JAMAPA

| MUNICIPIO        | NUMERO DE MAESTROS. |           |           | ALUM NOS.   | NUMERO DE : |           |
|------------------|---------------------|-----------|-----------|-------------|-------------|-----------|
|                  | CONTROL             | D/S       | D/C       |             | DOC         | ALU- LAS  |
| Alvarado         | <u>3</u>            | <u>5</u>  | <u>20</u> | <u>949</u>  | <u>33</u>   | <u>8</u>  |
| SEP              | 0                   | 1         | 3         | 156         | 4           | 1         |
| Estatal          | 3                   | 3         | 17        | 758         | 26          | 6         |
| Particu-<br>lar. | 0                   | 1         | 0         | 35          | 3           | 1         |
| Boca del Río     | <u>1</u>            | <u>8</u>  | <u>18</u> | <u>1036</u> | <u>33</u>   | <u>10</u> |
| SEP              | 0                   | 5         | 3         | 353         | 15          | 5         |
| Estatal          | 1                   | 3         | 15        | 683         | 18          | 5         |
| Jamapa           | <u>0</u>            | <u>1</u>  | <u>2</u>  | <u>80</u>   | <u>3</u>    | <u>1</u>  |
| Estatal          | 0                   | 1         | 1         | 80          | 3           | 1         |
| Medellín         | <u>0</u>            | <u>3</u>  | <u>3</u>  | <u>237</u>  | <u>9</u>    | <u>3</u>  |
| SEP              | 0                   | 1         | 1         | 48          | 3           | 1         |
| Estatal          | 0                   | 2         | 2         | 189         | 6           | 2         |
| Total:           | <u>4</u>            | <u>17</u> | <u>43</u> | <u>2302</u> | <u>78</u>   | <u>22</u> |
|                  | 0                   | 7         | 7         | 557         | 22          | 7         |

1 D/S Directivo sin grupo

D/C Directivo con grupo

DOC Personal Docente

FUENTE: Secretaría de Educación Pública. Estadística ciclo 77/78.



CUADRO 9  
 NUMERO DE ESCUELAS EXISTENTES  
 NIVEL DE SECUNDARIA GENERAL  
 PROYECTO: COTAXTLA-JAMAPA

| MUNICIPIO<br>CONTROL | NUMERO DE<br>MAESTROS. |           |  | 1/<br>DOC  | ALUM<br>NOS | NUMERO DE : |           |
|----------------------|------------------------|-----------|--|------------|-------------|-------------|-----------|
|                      | D/S                    | D/C       |  |            |             | AU-<br>LAS  | ESCUELAS  |
| Alvarado             | <u>1</u>               | <u>5</u>  |  | <u>51</u>  | <u>985</u>  | <u>27</u>   | <u>5</u>  |
| SEP                  | 0                      | 4         |  | 9          | 424         | 16          | 4         |
| Estatad              | 1                      | 1         |  | 42         | 561         | 11          | 1         |
| Boca del Río         | <u>1</u>               | <u>6</u>  |  | <u>90</u>  | <u>2203</u> | <u>43</u>   | <u>5</u>  |
| SEP                  | 1                      | 6         |  | 90         | 2203        | 43          | 4         |
| Estatad              | 0                      | 0         |  | 0          | 0           | 0           | 1         |
| Cotaxtla             | <u>0</u>               | <u>1</u>  |  | <u>2</u>   | <u>71</u>   | <u>3</u>    | <u>1</u>  |
| SEP                  | 0                      | 1         |  | 2          | 71          | 3           | 1         |
| Jamapa               | <u>0</u>               | <u>1</u>  |  | <u>5</u>   | <u>141</u>  | <u>5</u>    | <u>1</u>  |
| SEP                  | 0                      | 1         |  | 5          | 141         | 5           | 1         |
| Medellín             | <u>0</u>               | <u>4</u>  |  | <u>10</u>  | <u>419</u>  | <u>11</u>   | <u>3</u>  |
| SEP                  | 0                      | 4         |  | 10         | 419         | 11          | 3         |
| Total:               | <u>2</u>               | <u>17</u> |  | <u>158</u> | <u>3819</u> | <u>69</u>   | <u>15</u> |
|                      | 1                      | 16        |  | 116        | 2839        | 78          | 13        |

1/ D/S Directivo sin grupo  
 D/C Directivo con grupo  
 DOC Personal docente

FUENTE: Secretaría de Educación Pública. Estadística  
 Escuela ciclo 77/78.

CUADRO 10  
 ESCUELAS DE NIVEL MEDIO SUPERIOR EXISTENTES EN LA  
 REGION

| MUNICIPIO<br>CONTROL                    | NUMERO DE<br>MAESTROS |     |           | ALUM<br>NOS | NUMERO DE : |          |
|---|-----------------------|-----|-----------|-------------|-------------|----------|
|   | D/S                   | D/C | 1/<br>DOC |             | AU-<br>LAS  | ESCUELAS |
| <u>Bachillerato 2 años</u>              |                       |     |           |             |             |          |
| Alvarado                                |                       |     |           |             |             |          |
| Estatal                                 | 1                     | 0   | 14        | 160         | 3           | 1        |
| Boca del Río                            | 0                     | 0   | 0         | 0           | 0           | 1        |
| <u>Bachillerato con opción-terminal</u> |                       |     |           |             |             |          |
| Alvarado                                |                       |     |           |             |             |          |
| SEP                                     | 0                     | 1   | 24        | 266         | 9           | 1        |
| Boca del Río                            |                       |     |           |             |             |          |
| SEP                                     | 2                     | 0   | 25        | 612         | 15          | 1        |

- 1/ D/S Directivo sin grupo  
 D/C Directivo con grupo  
 DOC Personal Docente

FUENTE: Secretaría de Educación Pública. Estadística Escolar ciclo 77/78.

CUADRO 11  
 UNIDADES MEDICAS EN SERVICIO  
 COTAXTLA - JAMAPA  
 - NIVEL MUNICIPAL -

| MUNICIPIO    | TIPO DE ESTABLE<br>CIMIENTO | INSTITUCION | CONSULTORIOS | NO.DE CA-<br>MAS |
|--------------|-----------------------------|-------------|--------------|------------------|
| Alvarado     | Clinica-Hospital            | IMSS        | 5            | 4                |
|              | Centro de Salud             | SSA         | 5            | 12               |
|              | Clinica                     | ISSSTE      | *            | *                |
| Boca del Rio | Centro de Salud             | SSA         | 2            | *                |
| Cotaxtla     | Clinica                     | IMSS        | 1            | 1                |
| Jamapa       | Centro de Salud             | SSA         | 1            | 3                |
| Medellin     | Clinica                     | IMSS        | 3            | 1                |
|              | Centro de Salud             | SSA         | 1            | *                |
| TOTAL        | 10                          | 3           | 20           | 24               |

FUENTE: Servicios Coordinados de Salud Pública del Estado

\* Sin datos.

CUADRO 12  
LINEAS DE TRANSMISION ELECTRICA

| L I N E A                | LONGITUD KM | TENSION |
|--------------------------|-------------|---------|
| Temascal-Veracruz II     | 112         | 230     |
| Veracruz II -Tamarindo   | 65          | 115     |
| Dos Bocas-Veracruz II    |             |         |
| TAMSA-Fábricas de alum.  | 35          | 115     |
| Dos Bocas-Veracruz I     | 38          | 44      |
| Tuxpango-Paso del Macho  |             |         |
| Soledad D-Veracruz I     | 168         | 44      |
| Dos Bocas-Veracruz I     | 38          | 115     |
| Veracruz II - Veracruz I | 3           | 115     |

FUENTE: Comisión Federal de Electricidad.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

CUADRO 13  
 CANTIDADES DE APARATOS TELEFONICOS  
 AREA DE PROYECTO Y ZONA DE  
 INFLUENCIA

| LOCALIDAD         | SISTEMA | APARATOS |
|-------------------|---------|----------|
| Alvarado          | AE      | 1,388    |
| Boca del Río      | MG      | 51       |
| El Tejar          | MG      | 22       |
| Jamapa            | LG      | 2        |
| Medellín          | MG      | 18       |
| Paso del Toro     | MLG     | 6        |
| Dos Bocas         | LG      | 1        |
| Piedras Negras    | LG      | 2        |
| Tlalixcoyan       | LG      | 1        |
| Cotlaxtla         | LG      | 2        |
| Veracruz *        | AE      | 40,162   |
| Soledad Bravo *   | AE      | 194      |
| Manlio Fabio *    | MG      | 36       |
| Puente Nacional * | LG      | 2        |
| TOTAL             | --      | 41,887   |

NOTA: AE Automático Ericsson  
 MG Magneto Larga Distancia  
 LG Caseta Larga Distancia  
 \* Zona de influencia

FUENTE: S.C.T. D. G. Telecomunicaciones

CUADRO 14  
 RADIODIFUSORAS COMERCIALES  
 COTAXTLA - JAMAPA

| IDENTIFICACION      | FRECUENCIA | SITUACION GEOGRAFICA |         |        |         |
|---------------------|------------|----------------------|---------|--------|---------|
| <u>Boca del Rio</u> |            |                      |         |        |         |
| X E O O             | 1,090 KHZ  | 19º20'               | 05" N   | 96º07' | 59"W    |
| <u>Veracruz</u>     |            |                      |         |        |         |
| X E F M             | 1,010 KHZ  | 19º20'               | 05" N   | 96º08' | 35" W   |
| X E H V             | 1,310 KHZ  | 19º10'               | 00" N   | 96º07' | 30" W   |
| X E L L             | 1,430 KHZ  | 19º11'               | 42.6 "N | 96º08' | 73.1"W  |
| K E Q T             | 1,600 KHZ  | 19º11'               | 12" N   | 96º08' | 6.6"W   |
| K E T F             | 1,250 KHZ  | 19º11'               | 24" N   | 96º08' | 07" W   |
| W E V               | 930 KHZ    | 19º11'               | 00" N   | 96º07' | 30" W   |
| W E W B             | 900 KHZ    | 19º12'               | 36.47"N | 96º09' | 42.79"W |

FUENTE: S.C.T. D. G. Aeronáutica Civil.

CUADRO 15  
 VIVIENDAS QUE DISPONEN DE ENERGIA  
 ELECTRICA.  
 Nivel Municipal  
 COTAXLA - JAMAPA

| MUNICIPIO    | VIVIENDAS<br>TOTALES | CON ENERGIA<br>ELECTRICA | %     |
|--------------|----------------------|--------------------------|-------|
| Boca del Rio | 4,194                | 3,174                    | 75.7  |
| Cotaxtla     | 1,869                | 286                      | 15.3  |
| Jamapa       | 1,105                | 118                      | 10.7  |
| Medellin     | 3,328                | 1,423                    | 42.8  |
| TOTAL        | 10,496               | 5,001                    | 47.65 |

FUENTE: IX Censo General de Población y Vivienda, 1970. SIC.

CUADRO 16  
 LOCALIDADES CON SERVICIO ELECTRICO  
 COTAXTLA - JAMAPA

| LOCALIDAD         | MUNICIPIO  | ELECTRIFICACION<br>% |
|-------------------|------------|----------------------|
| Boca del Río      | B. Del Río | 87.0                 |
| El Bosque         | Cotaxtla   | 60.0                 |
| Campo Cotaxtla    | Medellín   | 55.1                 |
| La Candelaria     | Cotaxtla   | 100.0                |
| La Capilla        | Cotaxtla   | 65.0                 |
| Los Capulines     | Cotaxtla   | 57.1                 |
| Cotaxtla          | Cotaxtla   | 48.4                 |
| La Covadonga      | Cotaxtla   | 100.0                |
| Jamapa            | Jamapa     | 50.0                 |
| Juan de Alfaro    | Medellín   | 51.4                 |
| La Laguna         | Medellín   | 84.7                 |
| Mandinga          | Alvarado   | 67.0                 |
| El Mangal         | Medellín   | 76.1                 |
| Mata del Caballo  | Cotaxtla   | 76.5                 |
| Mata Espino       | Cotaxtla   | 57.1                 |
| Mecayucán         | Cotaxtla   | 60.3                 |
| Medellín de Bravo | Medellín   | 19.5                 |
| Paso del Toro     | Medellín   | 79.4                 |
| Paso Nacional     | Alvarado   | 59.6                 |
| Potreriillo       | Cotaxtla   | 10.8                 |
| Potreriillos      | Medellín   | 36.4                 |
| El Progreso       | Cotaxtla   | 57.9                 |
| El Ranchito       | Cotaxtla   | 90.0                 |
| Los Robles        | Medellín   | 52.0                 |
| Santa Inés        | Cotaxtla   | 36.4                 |
| El Tejar          | Medellín   | 76.1                 |
| La Y Griega       | Medellín   | 65.9                 |



#### 4 Aspectos Fisiográficos

##### 4.1 Generalidades:

En los estudios agrológicos, se incluye un capítulo de nominado "Aspectos Fisiográficos", el cual contiene las descripciones referentes a la Geología, Geomorfología, Topografía, Hidrografía y Vegetación, todas del lugar que es ta estudiando; con ello, se intenta describir a los princi pales rasgos físicos de la superficie terrestre, sumando el clima al listado anterior se contiene a los fenómenos más relevantes que en ella se proceden. En otras palabras, en este apartado paisaje, los cuales están incidiendo en la formación y diferenciaciones locales de los suelos.

Por todo lo anterior, se considera de particular impor tancia el presente capítulo. Además, creémos que los incisos del mismo debieran ser desarrollados considerándolos siempre bajo la perspectiva de los factores generales de formación de suelos (material original, relieve, clima organismos y tiempo). No obstante, se considera que la mayoría de los estudios de esta naturaleza no requieren una in vestigación exhaustiva sobre los factores generales de formación de suelos, son que ésto signifique desde luego, una liviandad en su descripción.

##### 4.2 Geología Superficial

###### Generalidades

El interés e importancia de apoyarse en la ciencia de la Geología para proveer información a los estudios agrológicos, está basado en el principio de que cualquier estudio de esta naturaleza deberá iniciarse a través del conocimiento de los materiales a partir de los cuales se están originando los suelos. Obviamente, para los fines aquí indicados, el especialista en suelos se apoya principalmente

en el estudio de los de los materiales geológicos -  
superficiales. (18)

Con respecto a este punto, S.W. Buol et al 1971, cita-  
do por A. Young 1976 (48), considera importante tomar en -  
consideración que el suelo moderno actual, tal como lo ve-  
mos y estudiamos, debe sus propiedades a los siguientes as  
pectos:

- a) La composición de la capa superficial presente --  
cuando iniciaron sus efectos el conjunto actual de  
factores ambientales, y
- b) A las modificaciones resultantes del efecto de -  
esos factores en el tiempo.

110  
Considerando lo anterior, y cubriendo los fines que el  
propio estudio de suelos pretende, se caracterizó geológic-  
amente a la zona de la siguiente manera.

El área de estudio se encuentra en la parte central de  
la planicie costera del Golfo de México. Dicha planicie es  
ta cubierta en mayor proporción por materiales deposita--  
dos en el Reciente, con influencia de material conglomerado  
(Sierra Madre Oriental) que posiblemente corresponde al  
Pleistoceno.

De esta manera y en forma general, la zona de estudio-  
se encuentra cubierta superficialmente por mezclas hetero-  
géneas de Sedimentos clásticos recientes, los cuales sobre  
yacen a materiales conglomerados y areniscas que probable-  
mente pertenecen al Plioceno. (21)

Las rocas predominantes en dicha zona, son del tipo se  
dimentario de origen continental y marino. La mayoría de -  
ellas, atendiendo a su modo de formación se clasifican co-  
mo detríticas, de las cuales se identificaron entre otras;  
areniscas, coarzosas, conglomerados de cantos rodados de -

violita y basaltos, cuyos intersticios se encuentran ocupados con partículas de arenas. (21).

Influencia de los materiales geológicos en las características de los suelos.

De acuerdo a las consideraciones anteriores, se concluye que los suelos del área estudiada, se están desarrollando a partir de sedimentos clásticos recientes. A esto obedece que puedan darse condiciones de discontinuidades litológicas - como el lector lo podrá constatar al leer el capítulo de los suelos - las cuales se manifiestan como capas alternantes con cambio textural abrupto, no debido a procesos pedogenéticos, sino más bien a fenómenos geológicos.

#### 4.3 Geomorfología

##### Generalidades

En este apartado se explica en forma general la mecánica del modelado de la corteza terrestre en la porción que nos ocupa; y la influencia de las zonas vecinas. Enfoque - útil para comprender el mecanismo efectuado durante el acarreo y deposición de materiales que está incurriendo en el desarrollo de los suelos. (18)

Rasgos Geomórficos y su influencia en la formación de los suelos.

Dentro de la zona de estudio descrita geomorfológicamente con anterioridad, identificamos además rasgos geomórficos distribuidos como a continuación se explica. Sistemas de lomeríos al oeste y sudoeste; en la parte central - Terrazas fluviales y Planicies de Inundación.

#### 4.4 Sistema de Lomeríos

El sistema de lomeríos se presenta en dos etapas diferenciadas por el grado de erosión, para fines prácticos se han denominado de la siguiente manera:

- a) Sistema de Lomeríos con relive ondulado.
- b) Sistema de Lomeríos suavemente ondulado.

El primero se caracteriza por la acción erosiva acentuada, donde la red de drenaje se encuentra muy diversificada, formando pequeños cauces, los que en ocasiones han originado incipientes cañadas, esto nos indica que el rasgo geomórfico aquí señalado se encuentra en un ciclo erosivo joven. Los suelos que se están desarrollando en estos sitios son poco profundos y de texturas finas, pueden presentar intrusiones de gravas y limitan al fondo con un material de areniscas o bien conglomerados.

El sistema de lomeríos suavemente ondulado es similar al anterior, con la diferencia de que su ciclo erosivo está más avanzado, con una red de drenaje más espaciada en un ambiente de lomeríos más abatidos, y, consecuentemente, con pendientes menos fuertes, lo cual indica su grado de madurez. Cubre gran parte de la superficie estudiada, y se localiza en las partes norte, centro y centro-este de la zona de estudio. Los suelos que se están desarrollando en estos sitios, son comúnmente profundos, de texturas finas y como en el caso anterior, limitan también al fondo con areniscas. Pueden presentar concreciones de carbonato de calcio y/o manfaníferas, así como también estratos arenosos.

#### 4.5 Diques Naturales

Están constituidas de aluviones, los cuales fueron -

transportados por los ríos y arroyos, para luego, depositarlos sobre sus márgenes. Dentro de este rasgo geométrico se encuentran formaciones de meandros, cauces abandonados y diques naturales; estos últimos se originan durante las etapas de inundación, debido a que cuando el agua de los ríos abandona su cauce, tiende a perder violentamente velocidad y turbulencia; esto facilita el depósito brusco y rápido de las partículas más gruesas de la carga en suspensión a lo largo de las orillas del cauce, y a mayor distancia, se precipitan las partículas más finas. Este tipo de formaciones, se pueden observar en las cercanías de la confluencia entre los ríos Cotaxtla y Jamapa aguas arriba de la influencia con su tributario arroyo Moreno.

Los suelos que se están desarrollando en este rasgo geomórfico son jóvenes, debido a que están recibiendo nuevos aportes constantemente, de ahí la presencia de discontinuidades litológicas en el perfil del suelo. En general, son de texturas medias, profundos y de buena permeabilidad su relieve es suavemente ondulado y pueden presentar manto freático durante alguna temporada, lo cual depende de su elevación relativa; por lo regular, están sujetos a inundaciones, provocadas por las avenidas de los ríos.

#### 4.6 Planicie de Inundación

Son depresiones más o menos extensas, las cuales reciben eventualmente aportes de materiales sedimentarios y están delimitadas por diques naturales o bien por el sistema de lomeríos.

Dichas planicies, son los sitios donde remansa el agua de las inundaciones provocadas por las avenidas de los ríos; las podemos encontrar a ambos márgenes del río Jamapa al sur de su confluencia con el Cotaxtla, así como también en la margen izquierda del Jamapa como a dos kilómetros antes de su desembocadura en el Golfo.

Los suelos que se están desarrollando, en estos sitios son húmedos durante la mayor parte del año, con manto freático elevado y afectados con frecuentes inundaciones, en consecuencia, están sometidos a un proceso de hadromorfismo. Sus texturas son de medias a finas, debido a que en estos sitios, se depositan sedimentos que pueden ser transportados en suspensión a mayores distancias; dado que los sedimentos más gruesos acarreados por las corrientes, son depositados a corta distancia por los ríos cuando estos se desbordan y los sedimentos finos, pueden viajar hasta donde las aguas remanen donde finalmente, precipitan. Estos suelos presentan también discontinuidades litológicas.

#### 4.7 Topografía

##### Generalidades

114 La topografía en el área de estudio es una característica asociada a los diferentes rasgos geomórficos y bajo este punto de vista, se puede describir de acuerdo al rasgo de que se trate.

Descripción (forma, relieve, pendientes y macrorelieve).

En las terrazas fluviales, encontramos un relieve de plano a suavemente ondulado con inclinación general hacia el cauce en la mayoría de los casos, aunque también suelen presentar una forma ligeramente convexa, con suaves pendientes hacia las planicies de inundación y al propio cauce; sus pendientes son desde 3-6%.

Las planicies de inundación son en términos generales, rasgos geomórficos cóncavos con suaves ondulaciones y tienen pendientes aproximadas del 2-4%.

Las planicies alta semimadura presentan relieve ondula

do con pendientes del orden del 6-15%.

Finalmente, la planicie alta madura tiene un relieve de suavemente ondulado a ondulado con pendientes del orden de 4-9%.

#### 4.8 Hidrografía.

##### Generalidades

El presente capítulo es destinado comúnmente a la descripción de las corrientes fluviales. Se incluye en los levantamientos y es considerado como un apoyo importante por el cúmulo de información aportada a lo largo de su desarrollo; información que en su mayoría trata lo referente a tipos de corrientes que existen en la zona estudiada, su curso, gasto y sólidos en suspensión.

#### 4.9 Descripción de las Corrientes.

La zona de estudio muestra una intensa actividad fluvial; esto se debe a la abundante precipitación, la cual causa grandes escurrimientos superficiales formando una red de corrientes naturales. La acción de estas corrientes son las que han configurado la superficie del terreno tal como se presenta en la actualidad.

Las corrientes principales del área que nos ocupa son: El río Jamapa, colector general y el río Cotaxtla colector de afluentes.(43-12)

El río Jamapa se origina con el nombre de barranca de Cocomeatepec en el límite de los estados de Puebla y Veracruz a 4,700 m.s.n.m., la cuenca de este río, cubre un área de 3,912Km<sup>2</sup>; está situada entre los meridianos 18° 45' y 19° 13' de latitud norte y los paralelos 96° 17' y 97° 16' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Colinda al norte con la cuenca del río La Antigua y con la zona que comprende el río San Francisco, la laguna río Papaloapan, al oeste con la región hidrológica No 18 y al este con el Golfo de México. (34)

Río Cotaxtla. Esta corriente se origina como río barranca de Chocamán en la línea limitrofe de los estados de Puebla y Veracruz, en el parteaguas con la región hidrológica No.18. en las faldas del volcán Pico de Orizaba a una elevación de 5,700 m.s.n.m.. A partir de la confluencia con el arroyo Cuatro Caminos que se origina a 1 Km. al sureste de Yango, Ver., el colector general cambia su nombre a río Cotaxtla, atravesando con este nombre una zona plana de terrenos cultivados hasta recibir por margen izquierda a su principal afluente, el río Jamapa y adopta el nombre de éste último recibiendo por margen izquierda al río Moreno y por margen derecha las descargas de la laguna Mandinga, desembocando finalmente al Golfo de México con el nombre de río Jamapa.

En los cuadros número 17 y 18 se presentan los datos de los gastos y volúmenes medios anuales y mensuales para los ríos mencionados., y en el cuadro 19 se presentan los datos anuales de sólidos en suspensión.



CUADRO # 17  
 DATOS HIDROMETRICOS DEL RIO JAMAPA EN LA ESTACION DEL TEJAR, VER.  
 PROMEDIOS MENSUALES DE 1952 A 1969  
 GASTO EN M<sup>3</sup>/SEG.

|               | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO  | JUNIO  | JULIO  | AGOSTO | SEP.   | OCT.   | NOV.  | DIC.  | ANUAL  |
|---------------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|--------|
| GASTO MEDIO   | 4.82  | 3.83    | 3.37  | 3.22  | 3.91  | 26.58  | 52.17  | 34.47  | 45.98  | 26.88  | 10.62 | 6.41  | 18.46  |
| GASTO MAXIMO  | 6.80  | 5.41    | 4.99  | 5.99  | 20.82 | 159.50 | 263.56 | 192.01 | 194.93 | 102.01 | 29.34 | 9.26  | 194.82 |
| GASTO MINIMO  | 3.91  | 3.15    | 2.79  | 2.45  | 2.44  | 3.68   | 15.23  | 13.37  | 17.33  | 11.18  | 6.44  | 5.10  | 2.00   |
| VOL. MENSUAL* | 12.93 | 9.48    | 9.02  | 8.37  | 10.49 | 68.91  | 139.75 | 92.33  | 119.19 | 67.55  | 27.54 | 17.17 | 582.69 |

\* Dado en miles de M<sup>3</sup>.

Volúmenes registrados en la estación de El Tejar, Ver.

X MAXIMO MAXIMORUM 718.00 M<sup>3</sup>/SEG. 3 de Septiembre de 1969

+ MINIMO MINIMORUM .57 M<sup>3</sup>/SEG. 24 de Junio de 1968

CUADRO # 19  
RESUMEN DE DATOS ANUALES DE SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN  
VOLUMENES EN MILLONES DE METROS CÚBICOS

| <u>CUENCA DEL RÍO JAMAPA</u> |                           |        |        |                               |        |         |                           |        |        |
|------------------------------|---------------------------|--------|--------|-------------------------------|--------|---------|---------------------------|--------|--------|
| RÍO COTAXTLA                 |                           |        |        |                               |        |         |                           |        |        |
| AÑO                          | <u>ESTACION CAPULINES</u> |        |        | <u>ESTACION PASO DEL TORO</u> |        |         | <u>ESTACION DEL TEJAR</u> |        |        |
|                              | AGUA                      | AZOLVE | %      | AGUA                          | AZOLVE | %       | AGUA                      | AZOLVE | %      |
| 56                           | 1,207.7                   | 0.212  | 0.0176 | 1,614.3                       | 0.217  | 0.0128  | 573.2                     | 0.088  | 0.0154 |
| 57                           | 907.0                     | 0.111  | 0.0122 | 1,105.1                       | 0.159  | 0.0144  | 302.6                     | 0.021  | 0.0069 |
| 58                           | 1,543.6                   | 0.273  | 0.0177 | 1,949.8                       | 0.223  | 0.014   | 916.2                     | 0.135  | 0.0147 |
| 59                           | 1,226.1                   | 0.160  | 0.0130 | 1,648.1                       | 0.155  | 0.0094  | 500.4                     | 0.077  | 0.0154 |
| 60                           | 1,155.8                   | 0.163  | 0.0141 | 1,465.6                       | 0.205  | 0.0140  | 594.2                     | 0.121  | 0.0204 |
| 61                           | 1,169.1                   | 0.304  | 0.0260 | 1,353.3                       | 0.473  | 0.0350  | 657.4                     | 0.422  | 0.0572 |
| 62                           |                           |        |        | 1,029.3                       | 0.104  | 0.0101  | 379.2                     | 0.060  | 0.0158 |
| 63                           | 878.0                     | 0.042  | 0.0048 | 1,135.7                       | 0.078  | 0.0069  | 390.9                     | 0.021  | 0.0054 |
| 64                           |                           |        |        |                               |        |         | 401.1                     | 0.051  | 0.0127 |
| 65                           |                           |        |        | 1,025.9                       | 0.123  | 0.0120  | 441.1                     | 0.060  | 0.0136 |
| 66                           |                           |        |        | 1,056.7                       | 0.210  | 0.0200  | 512.1                     | 0.074  | 0.0145 |
| 67                           | 931.9                     | 0.245  | 0.0273 | 1,100.7                       | 0.296  | 0.02969 | 452.9                     | 0.171  | 0.0378 |
| 68                           | 849.5                     | 0.123  | 0.0145 | 1,127.9                       | 0.169  | 0.0150  | 472.3                     | 0.180  | 0.0381 |
| 69                           |                           |        |        | 1,632.0                       | 0.428  | 0.0262  | 992.7                     | 0.486  | 0.0497 |
| PROMEDIO                     |                           |        | 0.0145 |                               |        | 0.0145  |                           |        | 0.0263 |

119

CUADRO # 18  
 DATOS HIDROMETRICOS DEL RIO COTAXTLA EN LA ESTACION DE CAPULINES, VER.  
 PROMEDIOS MENSUALES DE 1955 A 1968  
 GASTOS EN M<sup>3</sup>/SEG.

|               | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO  | JUNIO  | JULIO  | AGOSTO | SEP.   | OCT.   | NOV.  | DIC.  | ANUAL    |
|---------------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|----------|
| GASTO MEDIO   | 14.92 | 13.42   | 12.52 | 12.06 | 15.46 | 53.57  | 83.83  | 58.81  | 75.44  | 49.34  | 24.39 | 14.93 | 35.83    |
| GASTO MAXIMO  | 21.01 | 17.74   | 15.63 | 18.45 | 81.76 | 302.43 | 386.71 | 270.76 | 278.69 | 197.49 | 72.83 | 22.29 | 556.55   |
| GASTO MINIMO  | 12.35 | 11.70   | 11.22 | 10.53 | 9.99  | 13.53  | 25.39  | 26.36  | 29.50  | 22.08  | 15.57 | 11.93 | 9.23     |
| VOL. MENSUAL* | 39.98 | 32.76   | 33.54 | 31.26 | 41.47 | 134.86 | 224.54 | 157.53 | 195.54 | 132.17 | 63.22 | 39.99 | 1 130.87 |

\* Dado en miles de M<sup>3</sup>

Volúmenes registrados en la estación de Capulines, Ver.

X MAXIMO MAXIMORUM 1,000.00 M<sup>3</sup>/SEG. 31 de Julio de 1961

+ MINIMO MINIMORUM 4.33 M<sup>3</sup>/SEG. 12 de April de 1968

FUENTE: S.A.R.H. Boletín Hidrológico No. 43

119

## 5 VEGETACION.

### 5.1 Generalidades

El objetivo general que se persigue con la inclusión de este apartado, es conocer la respuesta del estrato arbóreo y arbustivo a los diversos factores ambientales a los que está sometido. De su conocimiento y descripción se desprenden elementos que apoyan las inferencias dirigidas al futuro comportamiento de cultivos comerciales.

El objetivo particular responde a la necesidad de conocer a la vegetación como tal y las relaciones que establece con el medio ambiente.

La vegetación del área de estudio, es el resultado de la combinación de todas las variables ambientales como son: la energía solar, la temperatura, la precipitación, el fuego, la altitud, la topografía, el sustrato geológico y el suelo; las cuales en su conjunto determinan los distintos tipos de vegetación y las diferentes asociaciones o comunidades vegetales. ( 19)

La clasificación que se utilizó para identificar las diferentes formaciones vegetales es la propuesta por Miranda y Hernández X. ( 27), ya que se ajustó más a los tipos de vegetación de la zona estudiada. Los fundamentos que sirvieron de base para su identificación son básicamente los siguientes: las condiciones climáticas, principalmente la cantidad de precipitación y su distribución, los promedios de temperatura media anual, temperaturas máximas y mínimas, así como la oscilación térmica; las condiciones edáficas y la topografía. Dentro de los aspectos bióticos, se consideraron las características de las formaciones (altura, estratificación, permanencia o pérdida de la hoja etc. ), formas biológicas ( árboles, arbustos, hierbas, trepadoras, etc.) y la composición flo-

rísticas ( familias, géneros y especies).

Los tipos de vegetación reconocidos fueron: Selva --  
baja caducifolia, palmares, manglares, popales, vegeta --  
ción acuática y pastizales.

Las principales especies correspondientes a este ti-  
po de vegetación se agrupan en el cuadro No. 20 citadas --  
también por los autores (39, 36, 19, 33 y 26 )

## CUADRO # 20

## TIPOS DE VEGETACION

|                           |   |
|---------------------------|---|
| Selva baja<br>caducifolia | <u>Acacia cornigera</u> (cornezuelo), <u>Acacia farnesiana</u> (huizache), <u>Bursera grandifolia</u> (palo mulato), <u>Bursera simarouba</u> (copalilli), <u>Byrrosima crassifolia</u> (uvero), <u>Cordia dodecandra</u> (cópite), <u>Enterolobium cyclocarpum</u> (orejón), <u>Ehretia tenuifolia</u> (manzanito), <u>Ficus máxima</u> (amate), <u>Ficus obtusifolia</u> (higuera) <u>Piscidia piscipula</u> (cocuile), <u>Glyricidi sepium</u> (cocuite), <u>Pithecollobium arboreum</u> (-- frijolillo), <u>Tabebuia rosea</u> (mascuil), <u>Ficus hemslellana</u> , <u>Parmontiera edulis</u> (cucilote), entre otros. |
| Palmares                  | <u>Scheelea liebmannii</u> , <u>Acromia mexicana</u> , <u>Sapal mexicana</u> , principalmente.  |
| Manglares                 | <u>Rhizophora mangle</u> (mangle rojo), <u>Avicennia germinans</u> (mangle negro), y <u>Langucularia racenosa</u> (mangle blanco)   |
| Popales                   | <u>Ihalia geniculata</u> , <u>Cyperus gigantens</u> , <u>Bac - tris cohune</u> y <u>Elocharis interstiincta</u> .   |
| Vegetación<br>acuatica    | <u>Pistia stratiotes</u> y <u>Nymphaea sp.</u>  |
| Pastizales                | <u>Eynodon plectostacyus</u> (estrella de Africa)- <u>Digitaria decumbens</u> (pangala), <u>Echinochloa polystachya</u> (alemán) y <u>Panicum purpuracens-</u> (pará).  |

6 CLIMATOLOGIA AGRICOLA.

## 6,1 Generalidades.

El estudio del clima de una determinada región, es uno de los temas más importantes y que nunca se debe de omitir, ya que una infinidad de aspectos naturales relacionados con el hombre dependen directamente del clima. Por un lado es uno de los principales factores de la distribución de la flora y fauna, por otro, regula varios aspectos de las actividades humanas, ya que ningún otro factor del medio ambiente juega un papel tan importante en la economía del hombre el cual afecta a sus principales fuentes de producción.

El enfoque pretendido para este capítulo deberá entenderse como una idea general, que correlaciona el comportamiento de los diferentes cultivos ya existentes con respecto al clima y su influencia.

El clima no es más que el conjunto de condiciones meteorológicas, que determinan el estado medio de la atmósfera en un determinado lugar de la tierra. (13) Entre los factores del clima que se analizaron en el presente trabajo fueron: precipitación, temperatura y evapotranspiración; para lo cual se tomaron en cuenta 3 estaciones meteorológicas que se localizan estratégicamente dentro de la zona de estudio y tienen una secuencia altitudinal, longitudinal y latitudinal, por lo que nos refleja un contexto más o menos real de las variaciones del clima. Las estaciones tomadas para este estudio son las siguientes: estación Veracruz (19° 12' - 96° 8' y 16 m.s.n.m.), estación El Tejar (19° 04' - 96° 09' y 11 m.s.n.m.) y la estación Capulines (18° 53' - 96° 17' y 18 m.s.n.m.). Para obtener los diversos promedios en las distintas estaciones se tomó un registro de 30 años en Veracruz, 15 años en El Tejar y 20 años en la estación Capulines.

Para los fines perseguidos en el presente trabajo de tesis mostraremos unicamente la información climática de la estación Veracruz por ser la más representativa, sin embargo el análisis y la clasificación del clima ovedece a la información proporcionada por las tres estaciones.

La temperatura media anual promedio que se registró en esta estación es de  $25.2^{\circ}\text{C}$ , en la temperatura media anual influye la situación del lugar, la altitud y la influencia de los vientos. En cuanto a la distribución de temperatura media mensual a través del año, se observa en general que la temperatura media mensual más alta se presenta en el mes de agosto, teniendo un valor de  $27.8^{\circ}\text{C}$ . La temperatura promedio del mes más frío es de  $21.6^{\circ}\text{C}$  y corresponde al mes de enero (ver gráfica No 2 )

En cuanto a las temperaturas máximas y mínimas, éstas van a depender de la altitud, estación del año, nubosidad, las condiciones topográficas, la cercanía de depósitos grandes de agua y la vegetación. Las temperaturas máximas de los meses más cálidos mayo, junio, julio, agosto y septiembre van de  $30.1$  a  $31.2^{\circ}\text{C}$ , siendo el mes de agosto el más cálido. Con respecto a la temperatura mínima promedio mas bajo se presenta en el mes de enero teniendo un valor de  $18.4^{\circ}\text{C}$  (ver gráfica No 2 ).

Respecto a la oscilación térmica promedio se tiene un valor de  $6.2^{\circ}\text{C}$ , lo cual nos indica que la variación de la temperatura no es extremosa sino que se mantiene en un nivel medio (ver gráfica No 2 ).

En cuanto a la precipitación y su distribución, se estima que las precipitaciones más abundantes se deben a la acción de los vientos alisios. La precipitación media anual obtenida fué de  $1667\text{mm.}$ , el 54% de la precipitación se presenta en el verano en donde julio es el mes más lluvioso, en agosto disminuye un poco, pero luego se incrementa al iniciar el otoño en donde se registra el 36%-



del total de lluvias lo cual nos indica que practicamente existen dos estaciones lluviosas, más sin embargo en el verano ocurre la principal.

La época de sequía se ubica entre el invierno y la primavera, siendo el primero la estación más seca; el mes que reporta mayor sequía es el de marzo (ver gráfica # 3).

Respecto a la evapotranspiración, no se tienen reportes en las diferentes fuentes de información, pero es probable que sea algo similar a los datos obtenidos en la estación El Tejar, en donde los meses de abril, mayo y junio son los de mayor evapotranspiración y en donde febrero marzo y abril son los meses con mayor deficiencia de agua.

Por lo tanto el clima que le corresponde a esta estación y su área de influencia según la clasificación de Köppen modificada por E. García(16) es el  $AW_2^a$  (w)(i)g, lluvioso, con un periodo corto de sequía ubicado en medio de la estación lluviosa y un periodo largo localizado en el invierno y primavera, el mes más caliente está en el verano y la oscilación térmica es media.

Según el 2º sistema de climas de Thornthwaite, el clima que le corresponde a esta estación es el siguiente:  $C_2W_2A^1a^1$  subhúmedo lluvioso, con deficiencias grandes de agua en el invierno, megatérmico y con eficiencia térmica normal del clima.

#### Clasificación del Clima; su Análisis en Relación a la Agricultura.

Una vez caracterizada el clima se realiza un análisis correlacionándolo con los principales factores que determinan el éxito o fracaso de los diferentes cultivos en determinado lugar de la tierra (el suelo, el clima y la altitud).

Una vez analizados los factores climáticos más importantes como son la precipitación, evapotranspiración y temperatura podemos decir que la zona de estudio no impide el desarrollo de una gran variedad de cultivos, proprios de climas cálido húmedos; sin embargo, para la planeación de cultivos de temporal es necesario considerar la distribución anual de la lluvia, ya que tan solo existen cuatro meses con demasía de agua y ocho meses con deficiencias de ésta.

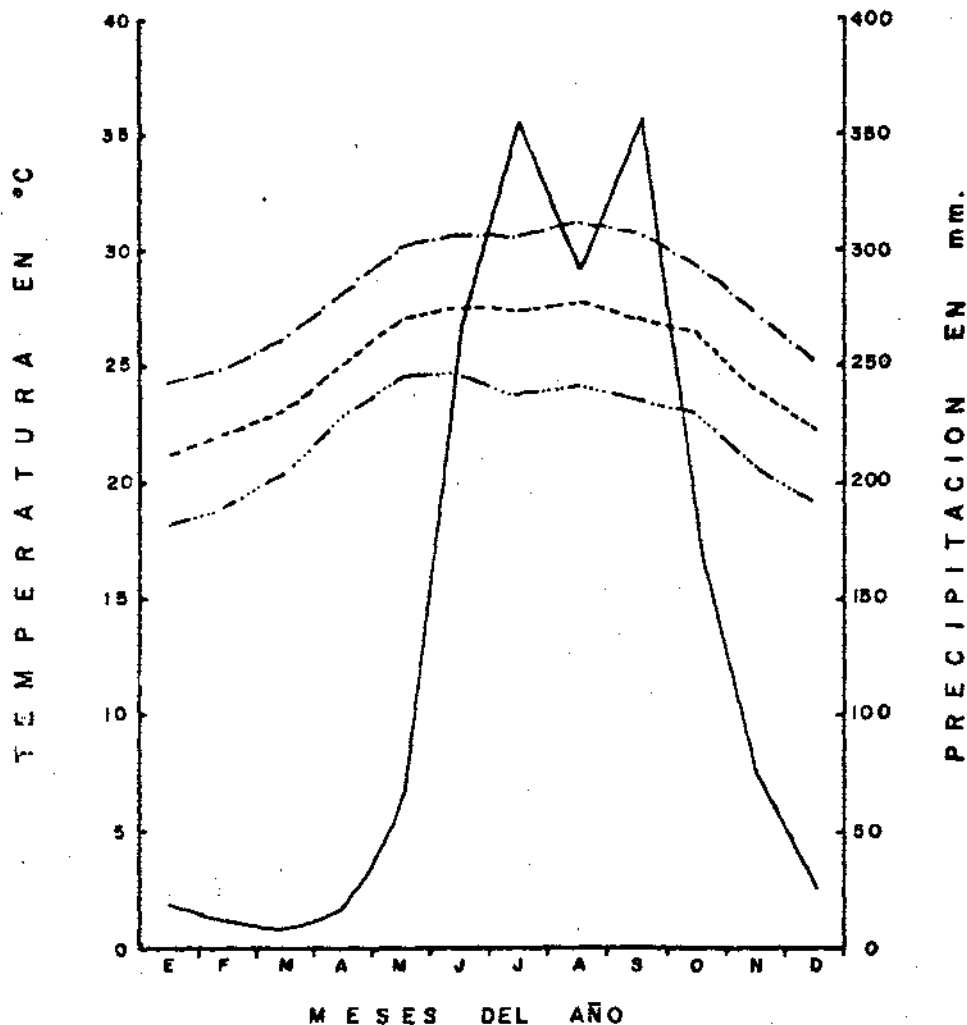
Para valorar los requerimientos de agua de los cultivos más comunes de la región, se determinaron los usos consuntivos (mensual y anual), estas determinaciones se calcularon para riego con agua subterránea con un 63% de eficiencia y con agua superficiales con un 60% de eficiencia (ver cuadro # 21).

A pesar de que el clima es catalogado como sub-húmedo o ligeramente húmedo, se presenta un largo periodo crítico de sequía que se inicia en el mes de diciembre y termina a fines de mayo, por lo que prácticamente los cultivos de invierno de raíces cortas no puede desarrollarse normalmente. Sin embargo otros cultivos como los frutales prosperan en este sitio.

Otra limitante a considerar es el nivel freático, ya que en algunas partes (serie 2 El Mangal) es elevado, lo cual crea condiciones anaeróbicas. Desde otro punto de vista, el nivel freático es provechoso cuando se encuentra a profundidad superficial para algunos cultivos de raíces poco extendidas, en donde representa un suministro de agua continuo para satisfacer sus necesidades.

# VARIACION MENSUAL DE TEMPERATURA Y PRECIPITACION DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE VERACRUZ, VER.

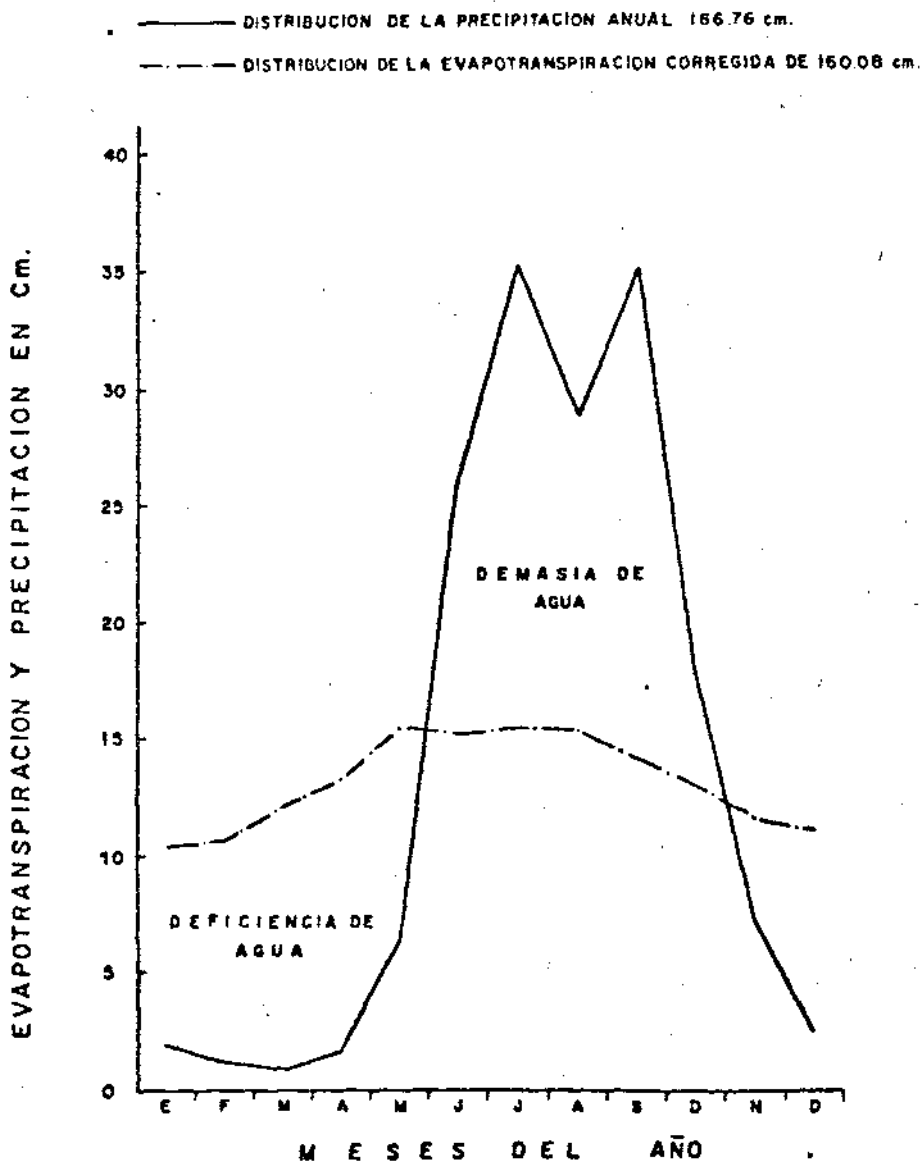
——— PRECIPITACION TOTAL ANUAL = 1667.5 mm.  
 - - - - - TEMPERATURA MAXIMA ANUAL = 35.3° C  
 - - - - - TEMPERATURA MEDIA ANUAL = 26.2° C  
 - - - - - TEMPERATURA MINIMA ANUAL = 11.1° C



GRÁFICA N.º 5  
CLIMOGRAMA DE LA ESTACION METEOROLOGICA DE  
VERACRUZ, VER.

(SEGUN EL 2º SISTEMA DE THORNTHWAITE)

CLAVE: C<sub>2</sub> w<sub>2</sub>A' 0'



## 6. AGRICULTURA Y GANADERIA

El cuadro No. 22 , comprende lo referente al sistema de explotación agrícola practicado en el área de estudio; esta información se obtiene a través de cuestionamientos a los productores de los cultivos más relevantes; la utilidad de dicha información es bastante considerable porque nos permite tener un panorama real del manejo de los suelos.

Con los datos obtenidos en este capítulo y el conocimiento previo de las características físicoquímicas de los suelos nos ponemos en la posibilidad de sugerir alternativas para la mejor explotación de los suelos, alternativas que irán encausadas a modificar donde así se requiera el sistema actual de producción, así como también se sugiere la introducción de nuevos cultivos pensando en la potencialidad de los suelos bajo condiciones de riego.

La cartera de cultivos sugerida deberá ser el resultado de un minucioso análisis en correlación con las condiciones climáticas, edáficas , topográficas, de mercado y rentabilidad de los cultivos.

Para lograr lo anterior nos apoyamos en los resultados que a través de la experimentación han obtenido los técnicos del Centro Agrícola Experimental Cotaxtla.

PRINCIPALES CULTIVOS Y SUS PRACTICAS AGRICOLAS

|                          | MAIZ<br>(Zea mays L.)   | FRIJOL<br>(Phaseolus vulgaris)  | ARROZ DE LAGO<br>(Oryza sativa)   | PAPAYA<br>(Carica papaya L.)                               | PLATANO<br>(Musa sapientum L.)                  | PIÑA<br>(Ananas comosus L.)  | MANGO<br>(Mangifera indica L.)       | PASTOS<br>(*)   |
|--------------------------|---|---|---|--|---|--|--------------------------------------|---|
| VARIETADES               | ERIDULO, M507, M540, M550   | JAMAPA  | MOHELIANO<br>FARU-I   | CERA<br>AMAMEYORA  | MANZANO<br>MARIANO                              | CAYENA LISA<br>CABEZONA  | MARILA                               | HENUELA<br>ESTRELLA DE AFRICA<br>GUINER<br>ALEMAN<br>FARA (*) |
| EPOCAS DE SIEMBRA        | 1 - 15 de JUNIO<br>4 - 15 de JULIO  | 15 - 30 de OCT.   | 15 de JULIO al<br>15 de AGOSTO  | ALMACIGUO 15-30 de<br>JUNIO, TRASPLANTE<br>15-30 de AGOSTO | ABRIL Y MAYO                                    | OCTUBRE  | ABRIL - JUNIO                        | JUNIO   |
| PREPARACION DEL TERRENO  | BARBECHO, RASTREO,<br>CRUZA (+) Y SURCO   | BARBECHO, RASTREO,<br>SURCO, TABLADO  | BARBECHO, RASTREO,<br>SURCO   | BARBECHO, RASTREO,<br>CRUZA                                | BARBECHO, RASTREO,<br>CRUZA                     | SUBSOLO, BARBECHO,<br>RASTREO, CRUZA Y<br>SURCO.                               | APERTURA DE DCPAS<br>Y TRASPLANTE.   | SUBSOLO, BARBECHO<br>Y RASTREO.                               |
| DIST. ENTRE SURCOS       | 0.8 x 5.0 m.  | 0.3 x 0.4 m.  | 0.75 m.   | 3.0 m.   | 4.0 m.  | DOBLE FILERA<br>A 0.6 Y 0.9 m.   | 20.0 m.                              | (1), (2) Y (4) A 0.9 m.<br>(3) Y (5) AL VOLIO                 |
| DIST. ENTRE PLANTAS      | 0.4 x 0.6 m.  | 0.35 m.   | A DORSILLO CON<br>ACERADO POSTERIOR<br>A 0.10 m.                              | 3.0 m.   | 4.0 m.  | 0.45 m.  | 15.0 m.                              | (1), (2) Y (4) A 0.30 m.<br>(3) Y (5) AL VOLIO                |
| DENSIDAD DE SIEMBRA      | 12 - 15 kg./Ha.   | 30 - 40 kg./Ha.   | 3 - 4 kg./Ha.   | 1111 PLANTAS/Ha.   | 625 PLANTAS/Ha.                                 | 25,630 PLANTAS/Ha.   | 33 PLANTAS/Ha.                       | (1), (2) Y (4) 1-1.5 ton/Ha.<br>(3) Y (5) 30 kg./Ha.          |
| PRIMERA FERTILIZACION    | A LOS 20 DIAS<br>100 kg./Ha de<br>UREA.   | EN SIEMBRA 100 kg/Ha<br>DE SULFATO DE AMONIO<br>Y 100 kg/Ha DE SUPER<br>FOSFATO TRIPLE. | 55 kg./Ha. Urea<br>y 100 kg./Ha. de<br>Super-Fosfato.                         | A LOS TRES MESES<br>500 kg./Ha. DE<br>17-17-17             | 0.200 kg/CEMERA DE<br>UREA DIOXIDA<br>AL FONDO. | A LA SIEMBRA<br>0.015 kg./MATA DE<br>SULFATO DE AMONIO                         | -----                                | CON LA SIEMBRA Y CADA<br>ALD 111 kg./Ha. DE<br>UREA.          |
| SEGUNDA FERTILIZACION    | EN LA ESCARDA<br>150 kg./Ha. DE UREA<br>150 kg./Ha. DE 17-17-17                         | -----   | EN LA SEGUNDA<br>ESCARDA 55 kg./Ha.<br>DE UREA.                               | A LOS SEIS MESES<br>500 kg./Ha de<br>17-17-17              | -----   | DOS APLICACIONES AL<br>40 Y 70 PES. CON 15<br>gr./MATA DE<br>SULFATO DE AMONIO | -----                                | -----   |
| DDDS APLICADA            | 121-00.5-08.5   | 25-46-00  | 49.5-46-00  | 1er. ALO 170-170-170<br>SIGUIENTES 85-85-85                | 51-00-00  | 273-00-00  | -----                                | 50-00-00  |
| PLAGAS Y ENFERMEDADES    | GUSANO DE PLAMBE,<br>BARREANOSA, COCILLER<br>O Y ELUTERO.                               | GRIETA OJERA, DE-<br>ROJILLA Y CONCHU-<br>LA.   | LANTAS DE UJEROS-<br>TICIA Y GUSANO SOL<br>DADO.                              | -----  | RATA DE CAMPO                                   | BARRERADO DEL FRUTO<br>RATA, PLURICIDA DE<br>LA BASE DE LA HOJA                | GUSANO DEL FRUTO<br>CANCER DEL FRUTO | -----   |
| CONTROL DE PLAGAS        | 25 mg/Ha DE BHC A<br>LA SIEMBRA Y 250 cc.<br>DE FOLIBOL EN 100 l.<br>DE AGUA AL FOLIAJE | FOLIBOL 3 kg/Ha<br>(Poco lo aplica)   | 25 kg/Ha DE BHC A<br>LA SIEMBRA Y 250 cc.<br>DE FOLIBOL EN 100 l.<br>DE AGUA. | -----  | TRAMPAS   | 20 mg/Ha de FOLIBOL<br>AL FRUTO Y BARFARINA<br>EN CERO PARA LA RATA            | -----                                | -----   |
| CONTROL DE MALAS HIERBAS | CONTROL MECANICO O<br>1 L/100 DE AGUA DE<br>HIERBICIDA                                  | CONTROL MECANICO  | CONTROL MECANICO  | CONTROL MECANICO   | CONTROL MECANICO                                | CONTROL MECANICO O<br>100 gr. EN 100 l. DE<br>AGUA POR Ha.                     | CONTROL MECANICO                     | CONTROL MECANICO  |
| COSILLON                 | DE LA A LOS 50<br>100 DIAS, COSECHA A<br>MANO A LOS 130-140                             | MANUAL A LOS 120<br>DIAS  | MANUAL A LOS 150<br>DIAS  | MANUAL, DE 20 A<br>25 CORTES POR AÑO                       | MANUAL A LOS 10<br>MESES                        | MANUAL A LOS<br>10-22 MESES  | MANUAL, MARZO-<br>ABRIL-MAYO         | -----   |
| REMOJUECOS               | TEMPORAL 1.5-2 Ton/Ha<br>RIEGO 3 Ton/Ha.  | TEMP. 1 Ton/Ha<br>RIEGO 2 Ton/Ha  | TEMP. 0.7-0.9 Ton/Ha,<br>10-12.0 Ton/Ha.                                      | 20 Ton/Ha.   | 50 Ton/Ha.                                      | 10 Ton/Ha.   | 2.5 - 3 UNIDAD ANIMAL/ Ha.           |   |

(\*) PANDELA (Digitaria decumbens); ESTRELLA DE AFRICA (Cynodon plectos tachy); GUINER (Panicum maximum); ALEMÁN (Echinochloa polystachya); FARA (Panicum purpurascens).

## 8 SUELOS

### 8.1 Descripción General de los Suelos

Para los fines perseguidos en la sistemática de ésta Tesis, creémos necesario desarrollar con toda amplitud la descripción de una sola serie de suelos, ya que con ello se logra ejemplificar la manera de elaborar dentro de un estudio de esta naturaleza la identificación general de las unidades de suelos, su agrupación y la forma de representarlas.

Las series restantes de no menos importancia se enumerarán sus características distintivas, y con el apoyo del plano de series de suelos, se logrará tener un panorama general de las condiciones del paisaje y de las diferentes unidades de suelos identificadas.

Los suelos del área de estudio se están desarrollando a partir de sedimentos aluviales, los cuales varían en cuanto a su época de deposición, constitución litológica y su posición en el paisaje. La interpretación de tales variables junto con los sondeos realizados en campo permite identificar y segregar a las diferentes series de suelos.

La investigación dirigida al conocimiento de los suelos del área de interés, arrojó como resultado la identificación de cinco series de suelos con cuatro fases; las series responden al criterio básico de serie, el cual es definido como: "El conjunto de suelos que presentan, sobre un material original de composición litológica definida y en posiciones comparables en el paisaje, el mismo tipo de perfil". (43)

Por el grado evolutivo los suelos se agruparon en:

Suelos Inmaduros poco evolucionados y suelos de semi-maduros a maduros, considerados estos últimos como los más evolucionados dentro del área de estudio. En el primer grupo se incluyen a tres series de suelos; Jamapa, El Mangal y - El Roble; en el segundo grupo se incluyen a dos series de suelos: El Moralillo y Capulines.

## 8.2 Descripción de perfiles

Es por medio de las descripciones de los perfiles de suelos que conocemos las características morfológicas de los mismos, conocimiento necesario para definir las diversas clases taxonómicas de suelos. Razón por la cual no se deben escatimar esfuerzos en la calidad de las descripciones de perfiles.

Para lograr lo antes dicho, nos apoyamos en el Manual para la Descripción de Perfiles de Suelos en Campo (5)

Para cada uno de los pozos seleccionados debe procurarse que la cara del perfil en la cual se hará la descripción esté expuesta al sol, para que la observación -que es el principal medio utilizado- no sufra modificaciones por tal razón. Posteriormente y con ayuda del tacto y escoriaciones (en cualquiera de las tres caras restantes) se detectan los cambios verticales para identificar las capas u horizontes que constituyen el perfil, y así medir y anotar en un reporte de cuadro sus características, tales como: color, textura, estructura, porosidad, compactación, cementación,  $P_H$ , entre otros.

Una vez descritas todas las capas u horizontes, se les designa en forma previa la denominación correspondiente (horizontes genéticos), denominación que deberá revisarse y afinarse cuando se disponga de los análisis de labo-



retorio.

De cada uno de los horizontes se tomará muestra para su análisis, procurando mostrar todo el espesor del mismo y evitar contaminación entre ellos, para esto se procede - muestreando de la capa inferior a la superior.

Como datos complementarios se describen las principales características del paisaje y del sitio de muestreo, - información consistente en: localización del perfil, vegetación, topografía, geoforma, rasgos de erosión, material parental, uso del suelo y su relación con los pozos ya descritos.

Durante los caminamientos de campo se van haciendo correcciones a los contactos previamente detectados por foto-interpretación, afinando de esta manera el mapeo de clases de suelos y clases de tierras, trabajo este último que será concluido hasta la fase de gabinete posterior. Con respecto a las clases de suelos, las series van siendo segregadas tentativamente en el trabajo de campo.

### 8.3 Series de Suelos

#### 8.3.1 Serie Uno: Jamapa.

Los suelos de la serie Jamapa se están desarrollando típicamente en la geoforma denominada "Diques naturales" - (ver palmo de series), se localizan a ámbos márgenes de los ríos principales (Jamapa, Cotaxtla, Palmito y el Naranjo). Son suelos fluviogénitos, poco desarrollados, de texturas medias, presentan discontinuidades litológicas, pueden presentar hidromofría temporal y están expuestos a recibir aportes de sedimentos fluviales al paso de las inundaciones. Estos suelos están sometidos a la actividad agrícola.

### 8.3.2 Uso Actual

Estos suelos son usados principalmente para la actividad agrícola; los cultivos principales son: maíz, frijol, ajonjolí, sorgo, caña de azúcar, tomate, chile, mango, limón y plátano. Se pueden encontrar también praderas cultivadas para la explotación de ganado bovino de raza cebú y las cruces cebú-pardo suizo ó cebú-holstein.

### 8.3.3 Topografía

Los suelos de esta serie se localizan bajo una topografía que va desde plana a suavemente ondulada, con pendientes del orden del 2 al 6% ; se distribuyen en forma de fajas más o menos amplias a lo largo de los ríos, en corte transversal, drenando hacia el cause y hacia los terrenos-vecinos.

### 8.3.4 Drenaje Superficial

Los suelos de esta serie tienen baja altura relativa, casi planos afectados por inundaciones provocadas por los ríos, en consecuencia presentan un drenaje superficial deficiente en la mayoría de los casos, excepción hecha de los suelos que se localizan al oeste del poblado de Jamapa y al sur del campo experimental Dotaxtla. (ver plano de series).

### 8.3.5 Génesis

Son suelos poco evolucionados que se están desarrollando a partir de sedimentos finos y medios de origen aluvial, depositados éstos por las avenidas de los ríos que en forma periódica realizan sus deposiciones.

### 8.3.6 Características Distintivas

Las características más relevantes de estos suelos -- son: color café oscuro, presentan discontinuidades litológicas con texturas que van de franca a migajón arcilloso, de estructura brumosa fina a poliédrica subangular media-- débilmente desarrollada, son profundos aunque limitados en ocasiones por el manto freático, el cual es originado por las inundaciones provocadas por los ríos, las elevadas precipitaciones y su baja altura relativa.

Estos suelos son similares a los de las series El Roble y El Mangal, pero se diferencian de ambas por su posición, ya que los suelos de la serie Jamapa ocupan básicamente los diques naturales y su relieve es menos ondulado, así como su textura es media afina.

### 8.3.7. Salinidad y/o Sodicidad

El lavado con perforación profunda en los suelos que son relativamente altos de esta serie o bien, la renovación constante de las aguas freáticas, son procesos que -- han estado actuando para que en forma natural se estén lavando y en consecuencia, no tengan problemas en cuanto al contenido de sales y/o sodio; los análisis clínicos de las muestras obtenidas ratifican lo mencionado en este párrafo

### 8.3.8. Clases Agrícolas para Fines de Riego

A los suelos de esta serie se les clasificó de primera, segunda y tercera clase; los de primera se localizan -- a ambas márgenes del río Jamapa, al oeste del poblado del mismo nombre y al sur del campo Agrícola Experimental Co-- taxtla; el resto de la superficie de esta serie es conside-- rada como de segunda y tercera clase, los factores limi-- tantes son: Inundación (I), Drenaje Superficial e Interno, (D1-2) causada por la poca pendiente del terreno y la --

presencia del manto freático; también se clasifican de acuerdo por pendiente, relieve y con riesgo de erosión (T12--E) ver plano de clasificaciones de tierras.

### 8.3.9. Variaciones del Perfil

Los horizontes de la serie Jamapa presentan variaciones en profundidad de acuerdo a los siguientes ámbitos

| Horizonte | Profundidad (cm) |
|-----------|------------------|
| A11       | 0-12/50          |
| A12       | 12/50-48/94      |
| A13       | 48/94-90/168     |
| C         | 90/168-200       |

Las variaciones en color van de café oscuro a gris muy oscuro, esto último en los suelos con manto freático.- Las variaciones en textura van de franco a migajón arcilloso con alternancias irregulares debido a las discontinuidades litológicas.

### 8.3.10 Descripción del Perfil Representativo

Serie Jamapa Perfil NO. 81

El pozo se localiza a dos kilómetros al suroeste del poblado de Jamapa y a 0.6 kilómetros al sur del poblado Jamapa villa, en un terreno bajo explotación agrícola

| Hte.           | Prof. (cm) | Descripción  |
|----------------|------------|--|
| A <sub>p</sub> | 0-40       | Color café oscuro (10YR3/3), no compacto, no sementado, poroso, de consistencia muy friable, ligeramente plástica y adhesiva, textura de mi- |

gajón limoso, estructura poliédrica subangular media; las raíces son pocas, media y finas; sin concreciones ni intrusiones; la permeabilidad es rápida y con buen drenaje; no hubo reacción al ácido clorhídrico ni a la fenolftaleína.

- 1.
- A12 40-85 Color café oscuro, no compacto, no cementado, poroso, de consistencia friable, plástico y adhesivo, textura franca, estructura poliédrica subangular fina; las raíces son muy pocas medias y finas; no presenta concreciones ni intrusiones; la permeabilidad es moderada y el drenaje es bueno; no hubo reacción al ácido clorhídrico ni a la fenolftaleína.
- 136
- A13 85-168 Color café amarillento oscuro 10YR--4/4, ligeramente compacto, no cementado, con muy pocas fisuras finas y numerosos poros finos intersticiales la consistencia es friable, plástico y adhesivo, de textura franca, estructura poliédrica subangular fina; las raíces son muy pocas y finas, no presenta concreciones ni intrusiones; la permeabilidad es moderada y el drenaje es bueno; no reaccionan al ácido clorhídrico ni a la fenolftaleína.

**DESCRIPCION MORFOLOGICA Y OTROS DATOS  
SOBRE EL PERFIL DEL SUELO**

PROYECTO: COXTATLA - JAMAPA

FECHA: 10 de Octubre de 1980

AGROLOGO: Ings. F. Copado y J. Virgen

PERFIL N°: 81

UNIDAD DE SUELOS: Serie 1 Jamapa

| HORIZONTES      | PROFUNDIDAD | COLOR                    | C O N S T I T U C I O N |             |  |  |              |
|-----------------|-------------|--------------------------|-------------------------|-------------|--|--|--------------|
|                 |             |                          | COMPACTACION            | CEMENTACION | P O R O S I D A D  |  | CONSISTENCIA |
|                 |             |                          |                         |             | ENTRE UNIDADES   | DENTRO UNIDADES                                |              |
| A <sub>p</sub>  | 0-0.40      | 10 YR 3/3<br>café oscura | no compacto             | NO          | pocas fisuras<br>finas vertica-<br>cales y hori-<br>zontales | pocos poros<br>finos inters-<br>ticiales       | muy friable  |
| A <sub>12</sub> | 0.40-0.85   | 10 YR 3/4                | ligeramente<br>compacto | NO          | muy pocas fi-<br>suras caóticas<br>finas                     | pocos poros<br>finos inters-<br>ticiales       | friable      |
| A <sub>13</sub> | 0.85-1.68   | 10 YR 4/4                | ligeramente<br>compacto | NO          | muy pocas fi-<br>suras caóti-<br>cas finas                   | numerosos po-<br>ros finos in-<br>tersticiales | friable      |

| HORIZONTE | CONSTITUCION            |             | TEXTURA | ESTRUCTURA                            | CARACTERISTI-<br>CAS DE LAS<br>RAICES.    | CONCRECIONES | INTRUSIONES |
|-----------|-------------------------|-------------|---------|---------------------------------------|---|--------------|-------------|
|           | PLASTICIDAD             | ADHESIVIDAD |         |                                       |   |              |             |
| Ap        | ligeramente<br>plástico | adhesivo    | Ml      | poliédrica -<br>subangular me-<br>dia | pocas raíces<br>medias y finas            | NO           | NO          |
| A12       | plástico                | adhesivo    | F       | poliédrica -<br>subangular -<br>fina  | muy pocas raíz-<br>ces medias y-<br>finas | NO           | NO          |
| A13       | plástico                | adhesivo    | F       | " "                                   | muy pocas raíz-<br>ces finas              | NO           | NO          |

| HORIZONTE | OTRAS — CARACTERISTICAS |              |                 |              | DATOS COMPLEMENTARIOS  |
|-----------|-------------------------|--------------|-----------------|--------------|--|
|           | PERMEABILIDAD           | REACCION HCL | REACCION FENOLF | DRENAJE      |  |
| Ap        | rápida                  | NO           | NO              | bien drenado | EDAD: Inmaduro<br><br>TAXONOMIA: 7ª Aproximación: Udifluent Típico<br><br>F.A.D. : Fluvisol Eutrico<br><br>Sistema Ruso : Suelos Aluviales Neutros<br><br>HABITO DEL PERFIL: Son suelos de color café oscuro, - profundos y de fácil penetración de las raíces, son plásticos, adhesivos, de texturas finas predominantemente; - presentan buen drenaje y su permeabilidad es de rápida a moderada; No presentan reacción a la fenolftaleína ni al ácido clorhídrico. Los suelos pertenecientes a esta serie son predominantemente agrícolas.<br><br>INTERPRETACION AGROLOGICA:<br><br>II/ T1,2E |
| A12       | moderada                | NO           | NO              | " "          |  |
| A13       | "                       | "            | "               | "            |  |



# OBSERVACIONES GENERALES

Localización del perfil, Condiciones climáticas, Vegetación, Topografía, Geomorfología, Erosión, Roca madre, Geología, Agricultura, Ganadería, Relaciones genéticas de la unidad que se describe con las vecinas

El pozo fué localizado a 2 000mts. al SW del poblado Jamapa y a 600 mts. al S del poblado Javi-  
lla. Descrito con cielo deséjado y vientos suaves provenientes del SE.

La vegetación está constituida principalmente por especies arbóreas entre las cuales predomina-  
el cocoite (Gliricidia sepium) y el cocuite (Piscidia piscipula).

Estos suelos se encuentran formando parte de un relieve suavemente ondulado con pendientes del-  
orden del 3-5% y una geoforma de Terraza Fluvial.

Son suelos susceptibles a la erosión, ya que se encuentran sugetos a procesos de escurrimiento  
por efecto de las lluvias y por el laboreo. El material parental lo constituyen sedimentos alu-  
viales transportados por efectos fluviales; parte de este material se fué precipitando sin modifi-  
car totalmente su apariencia y así llegar a formar horizontes homogéneos.

Son destinados en su mayoría a la explotación agrícola de temporal, en los cuales el cultivo do-  
minante es el maíz. No se observó actividad ganadera en forma extensiva, solo a nivel casero.

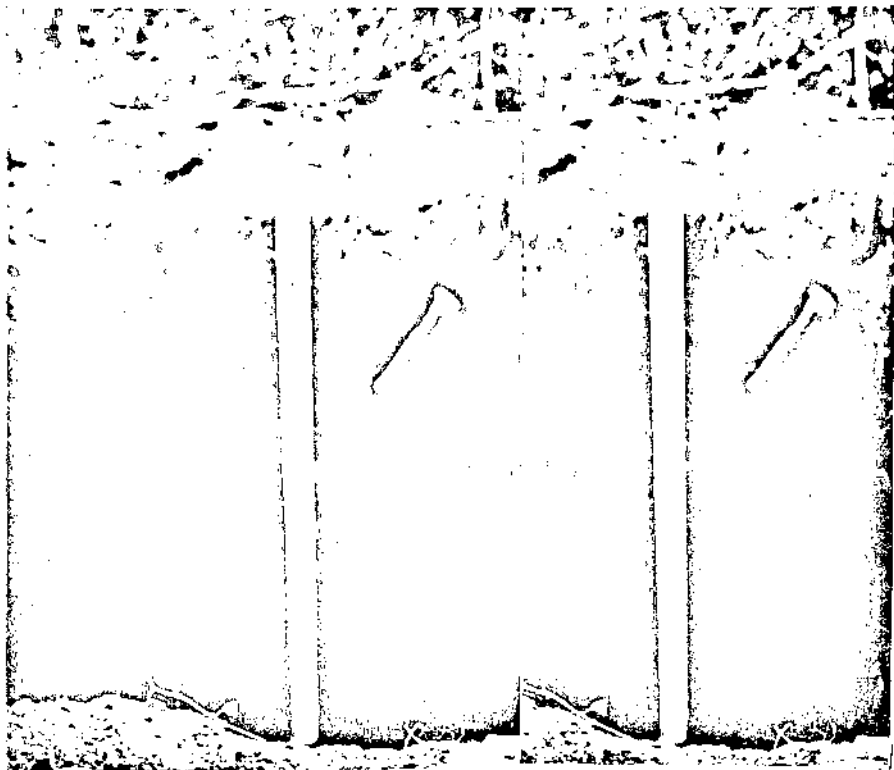


fig. No. 1

Par estereoscópico del perfil # 81, representativo de la Serie Jamapa. Se trata de un suelo de origen fluvial e inmaduro de color café oscuro a café amarillento oscuro y de texturas medias a finas.

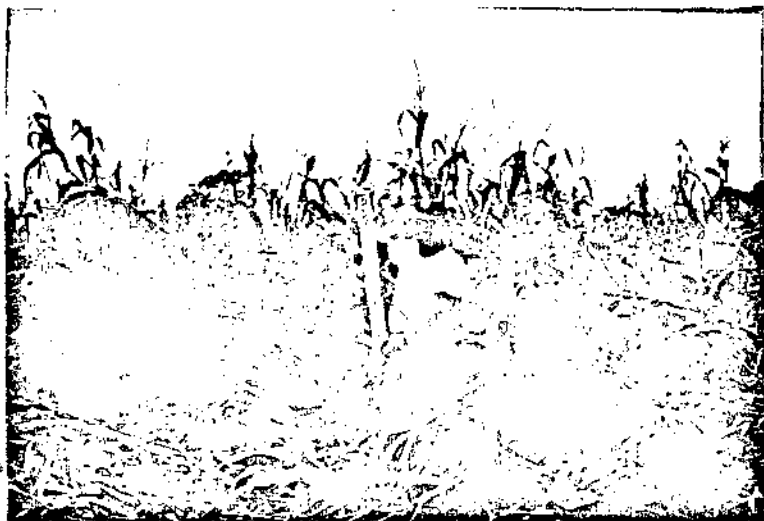


Fig. No. 2

Panorámica del sitio donde se ubicó el pozo B1. Estos suelos son utilizados para la agricultura de temporal predominantemente y solo en pequeñas áreas se cultivan hortalizas con riego, bombeando el agua del río y distribuyéndola con manguera por surco.

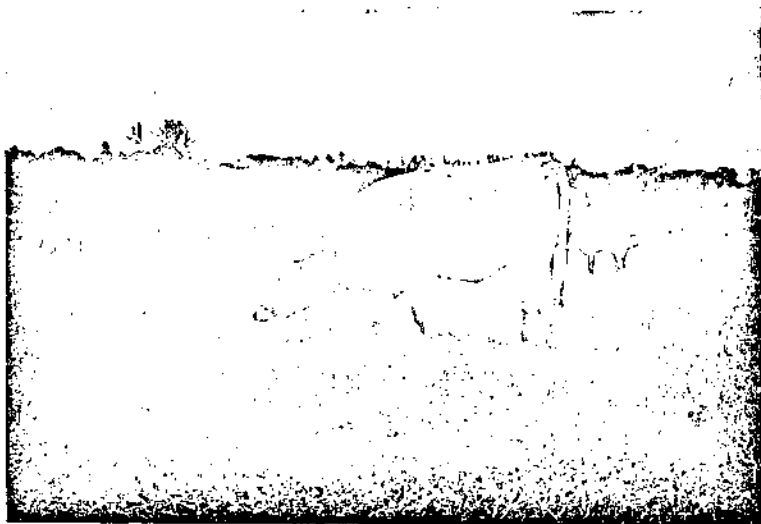








Sistema de preparación de suelos para la siembra; práctica aún generalizada en los ejidos de la zona de estudio con este sistema.



Panorámica para representar el ganado bovino de la raza Pardo - Suizo apacentando en un potrero cubierto de pasto estrella de Africa.





Lugar representado por la barrena # 36; estos suelos presentan  
nento freático elevado y están cubiertos por vegetación acuática, son  
utilizados para la explotación ganadera.



Fotografía panorámica de la barrena # 97, ubicada en un suelo delgado de textura fina y con procesos de hidromorfismo. En este lugar, la práctica agrícola es nula ya que todos los terrenos son utilizados para la ganadería, por lo que están cubiertos principalmente de pastos.

### 8.3.2 Serie Dos: El Mangal

Los suelos correspondientes a esta serie se distribuyen en la geofорма denominada Planicie de Inundación; se caracterizan por estar sometidos a inundaciones frecuentes e hidromorfismo permanente; son suelos planos de texturas finas y al igual que los suelos de la serie Jamapa, están expuestos a aportaciones constantes de sedimentos acarreados por las aguas de inundación, y se diferencian de los mismos por la limitada actividad agrícola. Ocupan una superficie de 11399has., que corresponden al 22.17% del total estudiado.

### 8.3.3 Serie Tres: El Moralillo

Estos suelos se están desarrollando a partir de sedimentos finos de origen aluvial. Son suelos evolucionados con horizontes genéticos A empobrecidos y B enriquecidos. Esta serie de suelos presenta dos fases características; una de suelos delgados erosionados y otra con manto freático y sometida a inundaciones periódicas (ver plano de series). Se les encuentra al norte del área y ocupan una superficie de 7604 has., que corresponden al 14.79%; la fase delgada 332 has. y la freática 156 has., lo que representa el 0.65 y 0.30% respectivamente.

### 8.3.4 Serie Cuatro: El Roble

Estos suelos se localizan en la geofорма denominada Sistema de Lomeríos; presentan un relieve suavemente ondulado a ondulado. Son suelos de texturas medias y con riesgo a la erosión, se encuentran sometidos a la explotación agrícola. Presenta también una fase delgada; la superficie ocupada por esta serie es de 7005has., lo que corresponde al 13.63% y la fase ocupa 651 has., que corresponde al 1.27% del total estudiado.

### 8.3.5 Serie Cinco: Capulines

Los suelos correspondientes a esta serie se localizan en la geoforma denominada Sistema de Lomeríos con Relieve Suavemente Ondulado; son suelos de texturas finas, de color negro predominantemente y con características vérticas; el material edáfico probablemente se de origen lacustre expuesto por levantamientos tectónicos; tienen una fase delgada originada por la erosión ya que están bajo actividad agrícola; ocupan una superficie de 6838 has., lo que corresponde al 13.30%, la fase delgada ocupa una superficie de 4843 has., lo que significa el 9.42% del total estudiado.

## 9 CAPACIDAD DE USO Y MANEJO DE SUELOS.

### 9.1 Cultivos Recomendables.

Las condiciones ambientales y edáficas que prevalecen dentro del área que nos ocupa restringen la diversidad de cultivos que bajo fines remunerativos podrían introducirse razón por la cual trabajar con cultivos en los que no se tiene experiencia resultaría aleatorio y correría el peligro de afectar los intereses del productor; sin embargo la experimentación agropecuaria que actualmente es conducida por técnicos del Campa Agrícola Experimental Cotaxtla y -- del Centro experimental Pecuari de Paso del Toro, es de suponer que será encausada a la obtención de material vegetativo que prosperará ante las condiciones mencionadas, de tal forma que su introducción e implementación a futuro sea más confiable; ya que es fácil reconocer que el potencial que actualmente nos presenta la zona de estudio no ha sido aprovechado en forma óptima, siendo las principales causas el recurso económico y el asesoramiento técnico dirigido a esta condición específica del trópico húmedo. Considerando lo anterior se infiere que el punto de partida para el desarrollo de ésta zona, deberá comprender inicialmente la rehabilitación de los cultivos existentes, sobre todo en referencia a cultivos que actualmente se destinan para auto consumo y pastizales. Incrementar la superficie para -- cultivos de escarda en terrenos adecuados y dotar de los -- medios necesarios, llámese económicos o técnicos en forma directa al productor para que éste realice oportunamente -- las prácticas agrícolas que su cultivo requiere. Asimismo se hace conveniente aprovechar la experiencia que se tiene en la zona sobre el manejo del frijol, plátano, chile, piña y pastos a fin de mejorar las plantaciones existentes e iniciar con ésta base nuevas plantaciones.

Las características morfológicas de las diferentes series de suelos así como las del medio ambiente hacen selec

tivos los cultivos que pueden adaptarse a ellos en las -- condiciones actuales. Atendiendo a esto, los cultivos re-- comendables se presentarán para cada suelo en particular-- iniciando con los cultivos actuales que han probado su -- adaptación en la zona.

Esta selección de cultivos podrá extenderse conforma-- las limitantes que los condicionan disminuyan paulatina-- mente; es decir, para los suelos clasificados de 4/T1, 2E-- (pendiente, relieve y erosión), con obras de conservación-- de suelos tales como terrazas, nivelación admitirán las -- prácticas agrícolas para cultivos que actualmente no pros-- peran.

Para los suelos pertenecientes a la serie Jemapa, es de suma importancia que los cultivos seleccionados sean -- protegidos contra las inundaciones, sobre todo a los que se encuentran en las márgenes de los ríos; así también se recomiendan pastos en las zonas clasificadas como de cuar-- ta clase en los que el relieve del terreno favorece la -- erosión del suelo.

Entre las especies de pasto que se recomiendan se -- tiene el pasto pangola (Digitaria decumbens), estrella de Africa (Cynodon plectostachyus) y ginea (Panicum maximum) ya que han manifestado buen desarrollo en esta zona, lo cual puede constituir alternativas adecuadas para substituir a las gramas naturales y aumentar el número de cabezas de -- ganado por hectárea.

En esta misma serie de suelos es factible el buen de-- sarrollo de una gama de cultivos básicos tales como: maíz, frijol, sorgo y soya que ayudarían a satisfacer la creci-- ente demanda de cereales en el estado, ya que se tienen -- extensiones clasificadas también de primera, segunda y -- tercera clase en las cuales las limitantes más fuertes --

son; la pendiente, el relieve y un drenaje superficial deficiente, sin embargo existen suelos de esta misma serie sin este problema, los cuales se localizan al Oeste de Ja mapa y al Sur del Campo Agrícola Experimental Cotaxtla.

Para los suelos de esta serie es también recomendable el establecimiento de frutales, siendo el aguacate, mango, plátano, papaya, nanche y guayaba los que por sus requerimientos climáticos y edáficos mejor se adaptarían.

Para los suelos de la serie El Mangal que presentan como limitantes en la selección de los cultivos la capa freática elevada y el peligro de inundación son causa que aún cultivos exigentes en humedad y resistentes a los excesos de agua no prosperen en estos suelos por presentar condiciones de asfixia durante periodos de tiempo prolongados, es por ello que se les utiliza de manera extensiva en la actividad ganadera con pastizales cultivados principalmente.

Estos suelos se les ha clasificado de tercera a sexta clase en las que se refleja el uso del suelo; de tal manera que en los suelos de tercera se presentan los cultivos de pastos y en menor proporción arroz y maíz. Los suelos clasificados de cuarta a sexta clase se les utiliza para la producción exclusiva de pastos o con vegetación natural.

Para la rehabilitación de los pastizales se recomienda la introducción de los pastos mencionados agregando el pasto alemán que se adapta a suelos con excesos de humedad, siendo también de importancia el manejo a que esté sometido el pastizal, recomendándose para esto la aplicación de abonos fertilizantes, combate de plagas, enfermedades, malas hierbas y la rotación de potreros; con lo cual se lograría el mejor uso del suelo.

Para su uso en esta actividad, los suelos necesitan ser protegidos contra las inundaciones y dotados con sistemas de drenaje que ayuden a evacuar los excesos de agua y evitar que la capa freática ascienda cerca de la superficie por periodos de tiempo prolongados, de tal forma que los suelos puedan ser utilizados en la actividad agrícola con mayor potencialidad.

En condiciones de proyecto la diversificación de cultivos sería factible con el cultivo de arroz, maíz y soya así como hortalizas, forrajes de corte, frutales y oleaginosas tales como ajonjolí y cacahuate.

El tipo de suelos que se distribuyen al norte del área hacia la margen izquierda del río Jamapa pertenecientes a la serie El Moralillo, son clasificados de segunda y tercera clase por las demeritantes de pendiente, relieve, textura, permeabilidad y erosión, no presentan una restricción estrecha en la selección de cultivos, sin embargo es fácil comprender que tales demeritantes restringen el desarrollo potencial y consecuentemente afectan su producción; por lo consiguiente se hace necesario tomar medidas preventivas para la protección de estos suelos.

Dadas las características mencionadas, los cultivos recomendables son: Branos (maíz, frijol, sorgo y soya); Hortalizas (camote, cebolla, chile jalapeño, chile serrano, jitomate, melón, pepino, sandía y yuca); Forrajes de corte (maíz y sorgo); Frutales (aguacate, guayaba, mamey, mango, nanche, papaya y toronja) Oleaginosas (ajonjolí y cacahuate) y Zarcates de pastoreo.

Dentro de esta misma serie se encuentran segregados dos fases: una delgada y una freática; la primera se adecúa para pastos y frutales de las especies antes mencionadas. Para la fase freática en condiciones de proyecto pueden prosperar todos los cultivos anteriormente mencio-



nados.

Los suelos pertenecientes a la serie El Roble se -- clasifican de segunda, tercera y cuarta clase por las desmeritantes de pendiente, relieve y riesgo de erosión, ya que se están desarrollando en una planicie alta madura. En función de estas características aunadas a sus propiedades edafológicas en lo referente a buen drenaje, textura, etc., los cultivos factibles a explotación bajo condiciones de proyecto serían los anteriormente mencionados más el cultivo de la piña que responde bien a estas condiciones climáticas y edafológicas ya que se tiene buena experiencia sobre ello.

El tipo de suelos migajón arcillo arenoso y arcilloso que se distribuye en la parte sur del área presentan como factores limitantes para la selección de cultivos su textura arcillosa, permeabilidad rápida y lenta, pendiente, relieve y riesgo de erosión por lo cual se encuentran clasificados de segunda y tercera clase; estos suelos pertenecientes a la serie Capulines son los más adecuados -- para cultivos anuales, hortalizas, forrajes y frutales de las variedades mencionadas.

Para la fase delgada de esta serie se recomienda el uso intensivo de los pastos para mejorar las características físicas del suelo.

En forma general cabe hacer mención que las prácticas agrícolas para los cultivos anuales y perennes enumerados, deberán ser realizadas tomando en cuenta las condiciones climáticas y edáficas, la oportunidad de las labores agrícolas, asimismo, se recomienda optimizar la asesoría y crédito necesario para la superación de los rendimientos actualmente obtenidos.

## 9.2 Técnicas de Cultivo.

Las formas de preparar el suelo para la siembra han ido cambiando, lo mismo que los modos de sembrar y cultivar la tierra; los agricultores acostumbran trabajar la tierra donde iban a sembrar hasta que quedase fina y firme, ahora sabemos que un trabajo excesivo del suelo no solo es innecesario, sino que puede ser perjudicial. ( )

Para dar a un terreno una preparación aceptable para la siembra, es importante cubrir lo siguiente.

a) Proporcionar un lugar adecuado para que la semilla germine y para que se desarrollen las raíces de las plantas.

b) Destruir las malas hierbas, tanto perennes como anuales.

c) Lograr que el terreno quede en buenas condiciones para el uso de la maquinaria que se vaya a emplear para la siembra y los cultivos posteriores.

d) Conservar o mejorar la estructura del suelo.

e) Preparar el terreno de tal modo que pueda penetrar en el suelo la mayor cantidad posible de agua, en lugar de escurrir por la superficie y producir erosión.

Las semillas que se siembran necesitan un suelo que esté caliente, húmedo, bien provisto de aire y suficientemente fino para que se pueda establecer contacto entre las semillas y las partículas del suelo. Al trabajar el suelo se introduce aire en él, esto hace que llegue antes el momento en que se encuentra suficientemente caliente y seco para poder sembrar. ( 45 )

En determinadas ocasiones algunos agricultores inician la preparación de sus suelos con la destrucción de malas hierbas; la cantidad y clase de trabajo que se haga

para destruir las malas hierbas, dependerá de los problemas especiales que presenten las mismas en cada caso. Si hay en el terreno malas hierbas perennes, convendrá empezar a preparar el terreno con bastante anticipación a la siembra; se pueden dar varios pasos de rastra antes de sembrar, para ir desgastando las malas hierbas, esto contribuirá a contener el desarrollo de las mismas hasta que el cultivo esté bien establecido y puedan darse cultivos entre líneas.

Otro sistema para combatir las malas hierbas es el empleo de herbicidas de acción preemergente, lo cual permitirá una mayor destrucción de éstas y frecuentemente resulta más barato que la realización de varios pasos de rastra.

158  
La conservación o mejora de la estructura es fundamental en la preparación de los suelos. Los suelos de textura ligera se pueden trabajar en cualquier época porque no se necesita una granulación determinada para facilitar el trabajo. En los suelos pesados, es precisa una buena estructura para poder trabajarlos, un buen drenaje y una aireación satisfactoria. Las fuerzas que mantienen unido el material que forma los gránulos se debilitan cuando el suelo está húmedo. Desgraciadamente los suelos pesados -- también forman grandes terrones cuando se labran; de aquí que se deban labrar, preparar y cultivar cuando están ligeramente húmedos. Esta es la razón de que los agricultores llamen a los suelos pesados suelos de media hora.

Cuando se trabaja demasiado el terreno, se destruyen algunos de los gránulos que dan al suelo una estructura conveniente. Esto puede traer consecuencias en los suelos que sea un problema la estructura; primero la superficie se cierra cuando llueve; segundo, cuando la superficie se cierra, la mayor parte del agua que cae sobre ella escu--

tre y causa erosión; tercero, se almacena menos agua en el suelo para su uso por el cultivo; cuarto, cuando la superficie se ha cerrado y el suelo se seca, forma una costra que puede impedir que salgan las plántulas a la superficie; quinto, la costra que cubre la superficie impide una buena aireación del suelo, sugiriéndose por lo tanto que, cuando más grande sea la semilla, menor importancia tiene que el terreno donde se va a sembrar esté finamente pulverizado y compacto.

#### 9.2.1. Siembra

Es de considerarse la siembra como una parte de la preparación del terreno; las siembras de los cultivos en dirección perpendicular a la pendiente, especialmente en el caso de las sembradas en línea reduce la erosión. Cada línea retiene el agua de lluvia y cuando ésta es retenida sobre la superficie del campo, mediante la siembra siguiendo las líneas de nivel, el cultivo sufre menos con la sequía.

#### 9.2.2. Labores Culturales.

Es recomendable dar labores de cultivo cuando el suelo está suficientemente seco; si se cultiva cuando el suelo está demasiado húmedo formará masas apelmasadas, que al secarse se convertirán en terrenos duros, las raíces del cultivo no se desarrollarán en los terrones y los elementos nutritivos que éstos contienen quedan sin aprovecharse durante el ciclo.

Respecto al número de labores culturales se sugiere que cuanto menor sea el número de éstas, mejores serán los resultados.

Para los cultivos recomendados tales como granos, se sugiere una preparación del terreno para la siembra consistente en: barbechar el terreno a una profundidad de 30 centímetros aproximadamente, con lo cual se logrará una mayor penetración de agua, cruzar a través de rastros aquellos terrenos que por su textura pesada lo ameriten y fertilizar racional y oportunamente cuando los nutrientes a adicionar sean nitrogenados y fosforados. Para la eliminación de malas hierbas, se sugiere la aplicación de herbicidas selectivos de acción pre-emergente, aplicándolo de ser posible al momento de la siembra o posterior a ella. Las escardas solo serán recomendables cuando la finalidad sea la destrucción de malas hierbas y/o el rompimiento de costras que se forman en la superficie por la acción de la lluvia que impediría la penetración del agua

160 La siembra para el cultivo de hortalizas, es recomendable hacerla en terrenos livianos en los cuales es de alta consideración disminuir el número de pasos sobre el terreno, sugiriéndose una preparación de suelos consistente en uno o dos pasos de rastra cuando el terreno ya ha sido cultivado quedando de esta manera en condiciones para ser sembrado. La destrucción de malas hierbas se podrá hacer con labores culturales cuidando de reducir éstas al máximo. En estos cultivos es recomendable la fertilización a base de elementos mayores, principalmente con adiciones racionadas en varias aplicaciones, siendo esto en función del desarrollo o requerimiento por las plantas.

En los frutales recomendados, las labores de preparación del terreno estarán constituidas por un barbecho profundo y una cruz del terreno a través de rastros; sugiriéndose fertilizar las cepas y combatir las malezas con pasos de rastra.

Las labores de preparación de suelos recomendadas para los terrenos destinados a pastizales, estarán determinadas por las características físicas de los suelos donde se implanta dicho cultivo, siendo recomendable para ello aquellos terrenos que por su textura y topografía no sean aptos para otros cultivos.

Para iniciar dicha implantación se sugiere un barbecho profundo, cruza del terreno a través de rastreos donde las condiciones del suelo lo ameriten y fertilizar con la siembra.

### 9.3 Métodos de Riego.

Los tópicos más importantes al respecto son : preparación del terreno para recibir el riego, el manejo del agua de riego y las necesidades de agua para cada uno de los cultivos.

Los cálculos de los usos consuntivos de cada cultivo (según el método de Blaney- Criddle) dan una idea muy cercana a la realidad, sin embargo no dejan de ser cálculos teórico-empíricos lo cual hace necesario ajustar dichos resultados a nivel regional por cultivos y series de suelo principalmente.

Para los intervalos de riego, se consideran las características de los suelos junto con las necesidades propias de los cultivos. En cuanto a suelos es de particular relevancia su textura, estructura y porosidad, características estrechamente relacionadas con la capacidad de retención de la humedad; así por ejemplo los suelos de la serie El Roble de textura media y estructura gruesa, tienen de media a baja capacidad de retención de humedad, por lo que la periodicidad de los riegos deberá de ser más corta que los de la serie Capulines los cuales son arcillosos, pobremente estructurados y por lo regular su ca

pacidad de retención de humedad es de media a alta.

Por otro lado, se debe consentizar a los usuarios - en lo referente al manejo del agua a nivel parcelario, y cuando esto se logre, se verá que se use el agua racionalmente y con eficacia, lo que se proyecta favorablemente - en los rendimientos de los cultivos, redundando en la economía del agua. A continuación se citan algunos consejos prácticos relacionados con este tema:

Con anticipación a la aplicación del riego, se deberán tener limpios de malezas y desazolvedos los provedores y regaderas con el fin de aumentar la eficiencia.

Es conveniente que el volúmen de agua que maneje un regador no exceda de los 60 l/s para facilitar su manejo y lograr una buena saturación del terreno.

Es necesario también revizar la parcela regada para que en caso de que persistan inundaciones (en los cultivos que no se riegan por inundación) en las partes bajas del terreno, sean desalojados inmediatamente.

El uso del sifón es una práctica muy recomendable para el riego de hortalizas y para aquellos cultivos muy exigentes de agua. También resulta práctico su uso para todos los cultivos en aquellos sitios dentro de la parcela que por tradición se rompe el bordo para dar paso al agua dentro del predio; en lugar de esto, es más práctico utilizar sifones que además resulta ser una excelente práctica de conservación de suelos y agua debido a que se evita la pérdida por arrastre de la tierra de los bordos y se controla el gasto de agua que ingresa a la parcela.

En el cuadro 23 se sintetizan los diferentes métodos de riego que pueden ser utilizados en las diferentes series de suelos diagnosticados en el presente estudio.

#### 9.4 Fertilización

Los resultados de los análisis de fertilización aplicados a las muestras obtenidas de los perfiles de suelos, reportan en general valores bajos para los principales nutrientes como son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, esto es, todos los suelos del área de estudio muestran deficiencia de estos elementos, por lo que para obtener buenos rendimientos se deberán aplicar a los suelos fertilizantes químicos que contengan estos elementos.

Las fórmulas, dosis y épocas de aplicación variarán en función de la serie de suelos y el cultivo de que se trate, pero se pueden tomar como base las recomendaciones generales de fertilización que para cada cultivo de la zona emite el Campo Agrícola Experimental Cotaxtla, e impulsarla experimentación agrícola en este concepto, con el fin de obtener dosis óptimas para cada cultivo establecido en las diferentes series de suelos respectivamente.

En el área de estudio, los suelos pertenecientes a la serie El Roble y Jamapa, son los que muestran mayor proporción en nutrientes, no solo en los ya anotados sino también en calcio y magnesio. En este caso, se prevé que la dosis de fertilización deberá ser mayor que para el resto de los suelos.

El contenido de materia orgánica por lo general varía de medio a alto para los horizontes superficiales; no obstante cuando se cultivan especies anuales es recomendable la aplicación de materia orgánica a través de incorporaciones de abonos verdes, residuos de cosecha o estiércol con el objeto de mejorar las características físicas del suelo.



A través de encuestas realizadas en la zona de estudio, nos pudimos percatar de la dificultad que representa inducir a los agricultores a utilizar nuevas técnicas de manejo de suelos, para contrarrestar este efecto sugerimos se estableciera un programa que tenga como principal finalidad, consientizar a los campesinos a que adopten las nuevas técnicas de la agricultura moderna, especialmente en lo que se refiere a fertilización.

Para lograr la aceptación del uso del fertilizante - deberá de iniciarse con reuniones donde el principal tema sea el uso y las bondades de los mismos auxiliándose de - parcelas demostrativas.

Interesar personalmente a los agricultores con exposiciones, experimentos, conferencias y otras actividades del ramo es un elemento básico de toda campaña educativa. El agricultor aprende más con sus manos y ojos que con sus oídos y/o lectura. Mos resultados obtenidos en dichas exposiciones experimentales deberán divulgarse ampliamente utilizando todos los medios de comunicación disponibles.

Entre los impedimentos más importantes a los que debe considerársele inmediata atención, si se quiere incrementar el uso de los fertilizantes, cabe citar los siguientes

- a) La falta de información acerca del tipo y cantidad de abono requerido.
- b) La ausencia de cantidades adecuadas de fertilizante y la existencia de distribución poco apropiadas.
- c) Una relación desfavorable entre el valor de los productos del agro y el precio de los fertilizantes.

- d) La resistencia de los agricultores a las nuevas ideas
- e) La carencia de variedades de plantas adecuadas, de medidas de control de enfermedades e insectos y diversas prácticas necesarias para explotar plenamente las posibilidades potenciales de los abonos. (45)

### 9.5 Drenaje Agrícola

165

Resulta necesario la concepción de un sistema de drenaje cuyas características de diseño sean tales que permitan la explotación intensiva de las tierras, además que permita incorporar a la agricultura las tierras inundadas o que presenten el manto freático elevado durante una etapa considerable del año. Como se recordará, las series de suelos que presentan problemas de drenaje son : la serie Jamapa en algunas de sus áreas, la serie El Moralillo en su fase freática y la serie El Mangal en toda su superficie; en el resto de los suelos no se encontró este problema, sin embargo, se prevee que al introducir riego obviamente requerirán de sistemas de saneamiento eficientes para evacuar los excesos de agua.

### 9.6 Control de la Erosión

Las series de suelos que presentan mayor riesgo a ser erosionadas son: El Moralillo, El Roble y Capulines; gran parte de estas series tienen relieve ondulado con pendientes de moderadas a fuertes, lo que hace suponer que bajo intensa actividad agrícola pueden ser erosionados de no tomar las debidas precauciones. Cuando estas tierras son destinadas para pastizales el riesgo es mínimo; sin embargo es recomendable el surcado en contorno en aquellos lugares en donde la pendiente es pronunciada. De tratarse de cultivos anuales sobre todo de escarda, son recomendables las siguientes prácticas: buena preparación

de suelos, adición de abonos verdes, estiércol o residuos de cosechas, establecer rotación de cultivos, adicionar fertilizantes y nivelar el suelo donde la profundidad del mismo lo permita. Donde las pendientes sean fuertes, se recomienda sistemas de sanjas y bordos a nivel o bien terrazas de formación paulatina. Los suelos clasificados de sexta por pendiente, relieve, profundidad del suelo y riesgo severo de erosión, no son propios para cultivos, se sugiere que sean utilizados como pastizales o bien que se destinen a la explotación de bosques y a la reproducción de la fauna silvestre.

#### 9.7 Ganadería (sistemas de explotación, especies y razas recomendables)

Para un aprovechamiento integral del área mediante la actividad agropecuaria, se conside a la ganadería como indispensable.

El análisis de las encuestas levantadas para el sistema de explotación pecuaria, permitió definir el nivel de conocimientos de los productores en cuanto a métodos de producción y la aceptación o rechazo de las recomendaciones técnicas hechas por el personal capacitado para ello, llegando a la conclusión de que en general, los índices de tecnificación son bajos, no obstante las experiencias de algunos productores progresistas y el establecimiento de un eficiente programa de apoyo a la producción, constituirán una pauta para lograr mejores resultados en dicha explotación.

Según los programas de desarrollo pecuario y en función de las investigaciones por parte de los técnicos del Campo Experimental Pecuario de Paso del Toro, los tipos de granja factibles de instalar son las destinadas a engorde, producción de leche y doble propósito. Sin embargo, -

en cuanto a rentabilidad, las más convenientes resultan ser la de engorda y la de doble propósito, en virtud de que la explotación de ganado lechero requiere de inversiones más fuertes y los animales tienen menor capacidad de adaptación a las condiciones adversas del clima regional.

#### 9.7.1 Unidad Productora de Carne.

Siendo el sistema de engorda intensivo en pastoreo el más económico, para la unidad productora de carne se propone que el ganado se explote en praderas artificiales bajo riego, con fertilización oportuna, rotación de praderas y se alimente al ganado con un suplemento a base de mezclas minerales.

En función de la disponibilidad de agua, de suelos aptos para la ganadería, de los resultados de la investigación de forrajes del CAEC y del CEPP, las especies de gramíneas que se seleccionaron son: estrella de Africa -- (Cynodon plectostacyus), pangola (Digitaria decumbens) y guinea (Panicum maximum). Así como también la asociación de éstas con leguminosas.

Respecto a razas de ganado bovino, serán determinadas en función de las condiciones climáticas del lugar para su adaptación y de las exigencias del mercado nacional de la carne, para lo cual se han determinado como las más convenientes la raza Brahaman y la cruce de ésta con Holstein y con Pardo Suizo. El suministro de ganado para este tipo de explotación provendrá de las unidades productoras de leche y carne y de los ranchos ganaderos aledaños a la zona.

### 9.7.2 Unidad Productora de Leche.

Las investigaciones realizadas por los técnicos de la S.A.R.H. y el F.I.R.A., han demostrado que el método más eficiente y económico para esta explotación, es aquel en el que se mantiene el ganado en pastoreo y se complementa la dieta con alimentos concentrados y melaza.

El pastoreo de ganado se debe efectuar en forma rotativa, disponiendo de los mejores potreros para vacas en gestación. Se recomienda también elaborar registros individuales de los animales en los que se anota los aspectos relacionados a la productividad lechera, fertilidad, edad salud, entre otros; para eliminar a aquellos ejemplares que por su baja calidad influyen negativamente en la explotación. La inzeminación artificial se sugiere como una alternativa en la mejora de las razas existentes; sin embargo para ello se requiere de equipo especial y personal capacitado para efectuar esta labor. Se sugiere además la planificación de la época de empadre a fin de aprovechar los meses en que las vacas tengan una buena fertilidad, con lo que es posible elevar la eficiencia reproductiva.

### 9.7.3 Otras Especies

Otras especies de ganado que pueden prosperar y significar una actividad más para los productores, es el ganado porcino; es evidente su factibilidad como lo han demostrado las investigaciones hechas por los técnicos de CEPP, quienes tienen actualmente en explotación a la raza pelón mexicano, la cual ha originado resultados aceptable en rendimiento y nivel de reproducción.

Otras razas que son factibles de adaptación a las condiciones prevalecientes son la raza Duroc, Hampshire,

Yorkshire y la cruce Duroc- Yorkshire.

El ganado ovino representa otra actividad que se puede explotar con fines de producción y de industrialización de su piel.

Introducir este tipo de ganado representaría una gran ventaja, ya que estos animales pueden aprovechar el gran potencial forrajero desperdiciado por el constante pisoteo del ganado bovino que apacenta en los potreros.

### 9.8 Silvicultura

La silvicultura es una actividad que no se le ha dado la importancia que merece. Los bosques son de vital importancia en la conservación del suelo y agua, así como también influye en el clima, ya que mantiene una atmósfera con buenos contenidos de humedad y además regula las altas variaciones de temperatura.

Los suelos del área de estudio que por sus características morfológicas y topográficas, no pueden ser usados para fines agropecuarios o urbanos, deben ser conservados con su vegetación natural, utilizándolos dentro de un sistema de Parques Nacionales. Otra forma de utilizar estos sitios que han sido desmontados y abandonados, es haciendo una reforestación comercial, introduciendo una serie de especies que por sus características fenológicas sean de interés para su explotación comercial.

El proponer algunas especies sin tener estudios básicos fundamentales de selectividad y adaptación, compatibilidad, densidad de árboles, pruebas de resistencia contra plagas y enfermedades locales y sobre todo, estudios de adaptación edáfica, resulta muy comprometedor; sin embar-

go, apoyándonos en los estudios realizados por algunos investigadores ( 33 ) se pueden sugerir las siguientes especies Astronium graveolens (jacotillo), Roseodendron donnellsmithii (primavera), Cedrelo mexicana (cedro rojo), - Platymiscium dimorphadrum (palo marimba), Castilla elástica (hule), y especies locales como el Enterolobium cyclocarpum (palo mulato) y Cordia dodecandra (copite). Las cuales serían explotadas para la utilización de su madera en la fabricación de muebles e instrumentos.

Esta explotación debe ser racional y planificada, - elaborando un sistema de tala, de conservación y replantación con el objeto de mantener una producción constante.



ESCUELA DE AGRICULTURA  
BIBLIOTECA

## 10 CONCLUSIONES

El presente Estudio Agrológico Semidetallado cubrió una superficie de 51,400 has., donde se identificaron y caracterizaron cinco series y cuatro fases de suelos (ver cuadro 24 ), en donde se mencionan las superficies con sus porcentajes.

De los resultados de la clasificación agrícola de los suelos para fines de riego (cuadro 25 ), se puede apreciar que existen 40,327 has., de terrenos aptos para la agricultura intensiva de riego, sin considerar aquellos suelos clasificados de sexta por inundación y drenaje; -- mismos que en condiciones de proyecto pueden ser incorporados a la producción mediante obras de protección contra inundaciones y drenaje, pero aún sin considerarlos, salta a la vista el gran potencial de suelos que en condiciones actuales son subexplotados con cultivos de temporal, porque las condiciones climáticas no son suficientes para asegurar una optimización en el uso de los suelos. Por tal motivo, el presente estudio avala la justificación para la construcción de un sistema de riego .

Con respecto al seguimiento metodológico para la ejecución de un levantamiento de suelos, podemos decir que la metodología empleada para la elaboración de los diferentes estudios agrológicos es concisa y precisa, lo cual dificulta a quien cuenta con poca experiencia su aplicación en la práctica; con la explicación detallada que se da al desarrollo del presente estudio, creémos se despejarán algunas dudas que en cuanto a metodología, seguimiento y aplicación se tengan sobre los estudios de esta naturaleza.

El estudio realizado nos permitió ampliar-para el estudiante de la Agrológica- las técnicas seguidas y el con-



tenido de sus apartados, lo cual posibilitará una mejor -  
comprensión en la aplicación de dichas técnicas, así como  
también pone en posibilidad al estudiante de complementar  
sus conocimientos sobre el tema.

## CUADRO No 23

## METODOS DE RIEGO

| Serie de Suelos    | Gravedad | Aspersión   | Gates  |
|--------------------|----------|---|--|
| Serie Jamapa       | Si       | Solo en cultivos rentables y cuando la provisión de agua es costosa.                    | Solo en cultivos rentables y cuando la provisión de agua es costosa. |
| Serie El Mangal    | Si       | " "   | " "  |
| Serie El Moralillo | Si       | " "   | " "  |
| Serie El Roble     | Si       | Solo en cultivos rentables y cuando la provisión de agua es costosa y en clase 4/T1,2E. | Solo en cultivos rentables y cuando la provisión de agua es costosa. |
| Serie Capulines    | Si       | " "   | " "  |

CUADRO No. 21

USDS CONSUNTIVOS SEGUN EL METODO DE BLANEY- CRIDDLE  
Resultados Ponderados con una Eficiencia del 60%

| Cultivos       | Láminas Brutas en Centímetros |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    | Anual |     |
|----------------|-------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|-----|
|                | E                             | F  | M  | A  | M  | J  | J  | A  | S  | O  | N  |       | D   |
| Ajonjolí       |                               |    |    |    |    |    |    | 0  | 0  | 14 | 16 | 8     | 38  |
| Aguacate       | 9                             | 9  | 11 | 16 | 18 | 9  | 0  | 0  | 0  | 9  | 9  | 9     | 99  |
| Arroz          |                               |    |    |    |    | 42 | 50 | 45 | 10 | 13 |    |       | 160 |
| Maíz-Frijol    | 9                             | 21 | 26 | 8  |    |    |    |    |    |    |    |       | 64  |
| Cacahuate      |                               |    |    |    |    | 0  | 0  | 0  | 9  | 17 | 6  |       | 32  |
| Cacahuate      |                               |    |    |    |    |    | 0  | 0  | 0  | 15 | 17 | 8     | 40  |
| Camote         |                               |    |    |    |    | 0  | 0  | 0  | 9  | 10 |    |       | 19  |
| Camote         |                               |    |    |    |    | 0  | 0  | 0  | 9  | 15 | 10 |       | 34  |
| Chile J.       | 9                             | 16 | 22 | 14 |    |    |    |    |    |    |    |       | 61  |
| Chile J.       |                               | 9  | 19 | 24 | 13 |    |    |    |    |    |    |       | 65  |
| Chile S.       | 9                             | 12 | 20 | 24 | 20 |    |    |    |    |    |    |       | 85  |
| Chile S.       |                               | 9  | 15 | 22 | 23 | 9  | 0  |    |    |    |    |       | 78  |
| Chicozapote    | 9                             | 9  | 11 | 15 | 16 | 9  | 0  | 9  | 0  | 9  | 9  | 9     | 107 |
| Cebolla        | 4                             | 15 | 21 | 19 | 6  |    |    |    |    |    |    |       | 65  |
| Frijol         |                               | 9  | 22 | 24 | 6  |    |    |    |    |    |    |       | 61  |
| Frijol E.      |                               |    |    |    |    |    |    |    | 0  | 14 | 5  |       | 19  |
| Frijol E.      |                               |    |    |    |    |    |    |    |    | 9  | 18 | 6     | 33  |
| Guayaba        | 9                             | 9  | 11 | 16 | 18 | 9  | 0  | 0  | 0  | 9  | 9  | 9     | 99  |
| Leguminosas F. | 4                             | 24 | 29 | 18 |    |    |    |    |    |    |    |       | 75  |
| Leguminosas F. | 9                             | 18 | 28 | 29 | 21 | 0  | 0  | 9  | 9  | 5  |    |       | 23  |
| Maíz           |                               |    |    |    |    |    | 0  | 9  | 9  | 16 | 9  |       | 105 |
| Maíz           |                               |    |    |    |    |    | 0  | 9  | 9  |    |    |       | 43  |
| Maíz F.        | 9                             | 21 | 26 | 8  |    |    |    |    |    |    |    |       | 64  |
| Maíz F.        |                               |    |    |    |    |    | 0  | 9  | 9  | 4  |    |       | 22  |
| Mamey          | 9                             | 9  | 11 | 16 | 18 | 9  | 0  | 0  | 0  | 9  | 9  | 9     | 99  |
| Mango          | 9                             | 9  | 11 | 16 | 18 | 9  | 0  | 0  | 0  | 9  | 9  | 9     | 99  |
| Nanche         | 9                             | 9  | 13 | 19 | 22 | 9  | 9  | 9  | 0  | 9  | 9  | 9     | 126 |
| Papaya         | 9                             | 9  | 11 | 16 | 18 | 9  | 0  | 0  | 0  | 9  | 9  | 9     | 99  |
| Piña           | 9                             | 9  | 14 | 21 | 24 | 9  | 9  | 9  | 0  | 9  | 9  | 9     | 131 |
| Plátano        | 18                            | 18 | 19 | 25 | 24 | 9  | 0  | 0  | 9  | 15 | 13 | 17    | 167 |
| Sandía         | 8                             | 12 | 20 | 10 |    |    |    |    |    |    |    |       | 50  |
| Sorgo          | 4                             | 18 | 28 | 24 | 6  |    |    |    |    |    |    |       | 80  |
| Sorgo          |                               |    |    |    |    |    |    | 0  | 9  | 18 | 9  |       | 36  |
| Sorgo E.       | 4                             | 15 | 27 | 29 | 20 |    |    |    |    |    |    |       | 95  |
| Sorgo F.       | 9                             | 21 | 26 | 7  |    |    |    |    |    |    |    |       | 63  |
| Soya           | 9                             | 11 | 22 | 26 | 10 |    |    |    |    |    |    |       | 78  |
| Soya           |                               |    |    |    |    | 0  | 0  | 9  | 9  | 9  |    |       | 27  |
| Soya           |                               |    |    |    |    |    | 0  | 0  | 0  | 17 | 16 | 4     | 37  |
| Tomate         |                               |    |    |    |    |    |    |    | 0  | 11 | 15 | 16    | 42  |
| Toronja        | 9                             | 9  | 13 | 16 | 16 | 0  | 0  | 0  | 0  | 9  | 9  | 9     | 90  |
| Yuca           | 9                             | 9  | 14 | 19 | 22 | 9  | 9  | 9  | 9  | 12 | 9  | 9     | 139 |
| Zacates        | 9                             | 10 | 18 | 25 | 27 | 9  | 9  | 9  | 9  | 14 | 9  | 9     | 157 |

| C L A S E                | S U P E R F I C I E |        |
|--------------------------|---------------------|--------|
|                          | HAS.                | %      |
| 1                        | 2,812               | 5.47   |
| 2                        | 14,850              | 28.89  |
| 3                        | 13,605              | 26.47  |
| 4                        | 9,060               | 17.62  |
| 6                        | 8,766               | 17.05  |
| S U B — T O T A L        | 49,093              | 95.50  |
| ZONAS URBANAS (Z.U)      | 867                 | 1.69   |
| ZONAS INDUSTRIALES (Z.I) | 19                  | 0.04   |
| CUERPOS DE AGUA (C.A)    | 869                 | 1.68   |
| LADRILLERAS (LAD)        | 36                  | 0.07   |
| RIOS                     | 522                 | 1.02   |
| T O T A L                | 51,400              | 100.00 |

**SUPERFICIES Y PORCENTAJES DE LAS SERIES Y FASES DE LOS SUELOS**

| SERIE N°                    | N O M B R E   | S U P E R F I C I E |        |
|-----------------------------|---------------|---------------------|--------|
|                             |               | HECTAREAS           | %      |
| 1                           | JAMAPA        | 10,265              | 10.97  |
| 2                           | EL MANGAL     | 11,399              | 22.17  |
| 3                           | EL MORALILLO  | 7,604               | 14.79  |
| 3                           | FASE DELGADA  | 332                 | 0.65   |
| 3                           | FASE FREATICA | 156                 | 0.30   |
| 4                           | EL ROBLE      | 7,005               | 13.63  |
| 4                           | FASE DELGADA  | 651                 | 1.27   |
| 5                           | CAPULINES     | 6,838               | 13.30  |
| 5                           | FASE DELGADA  | 4,843               | 9.42   |
| SUB-TOTAL                   |               | 49,093              | 95.50  |
| ZONAS URBANAS ( Z. U )      |               | 867                 | 1.69   |
| ZONAS INDUSTRIALES ( Z. I ) |               | 19                  | 0.04   |
| CUERPOS DE AGUA ( C. A )    |               | 869                 | 1.68   |
| LADRILLERAS ( LAD )         |               | 36                  | 0.07   |
| RIOS                        |               | 522                 | 1.02   |
| T O T A L                   |               | 51,400              | 100.00 |

CUADRO # 26

SUPERFICIES APROXIMADAS CORRESPONDIENTES A LOS  
TIPOS DE LEVANTAMIENTOS MAS COMUNES.

|                |    |         |          |         |
|----------------|----|---------|----------|---------|
| DETALLADO      | DE | 500     | -----    | 20,000  |
| SEMIDETALLADO  | DE | 20,000  | -----    | 50,000  |
| RECONOCIMIENTO | DE | 50,000  | -----    | 100,000 |
| FACTIBILIDAD   | DE | 100,000 | -----    | 200,000 |
| GRAN VISION    | DE | TIPO    | REGIONAL |         |

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

- 1) American Society of Photogrammetry, Manual of Photographic Interpretation. A.S.P. Wisconsin 1960.
- 2) American Society of Photogrammetry, Manual of Remote Sensing Vol. II First Edition, Falls Church, Va: 1975.
- 3) Arroyo R.D. Estudio Comparativo de Producción de Carne en 5 Zacates Trópicales I.N.I.P. Paso del Toro - Veracruz. 1964.
- 4) Ceja, R.R. Clasificación Taxonómica y por Capacidad de Uso de las Tierras de la Cuenca Baja del Río Tecoatlalpa. Tesis Profesional, Guadalajara, Jal. 1980.
- 5) Cuauale de la C. H. Manual de Descripción de Perfiles de suelo
- 6) Claude P. Y., La Piña Tropical. Ed. Blume. Barcelona-1968
- 7) Comisión Nacional de Fruticultura. La Piña. Aspectos de su Cultivo y Aprovechamiento. México 1973.
- 8) Comisión Nacional de Irrigación. Primer Colegio Agrológico, Departamento Agronómico. Villa de Mecoqui, - Chihuahua, México 1929.
- 9) Daeka Gassen. Interpretación de Fotos Aéreas y su Importancia en el Levantamiento de Suelos.
- 10) Duchaufour, D. Manual de Edafología. Trad. T. Carrallos Fernández, Ed. Traray-Masson, S.A. Barcelona 1977.

- 11) El Primer Colegio Agrológico. Meoqui Chihuahua. Revista Recursos Hidráulicos No. 2 Vol. V Mex. 1973.
- 12) Estudios y Proyectos S.A. Estudio de Gran Visión - para el Aprovechamiento de los Ríos Cotaxtla y Jamapa. México 1975.
- 13) Fina A.L. y Ravelo A. L. Climatología y Fenología - Agrícola. Universidad de Buenos Aires, Argentina, - II ed. 1975.
- 14) Flores R.D. Algunos Conceptos Sobre el Clima. Inédita. México 1970.
- 15) Frederick H. Edafología Tropical, Ed. Herrero Hnos. Sucesores, S.A. México 1970.
- 178 16) García E. y Colaboradores. Climas de Veracruz. Precipitación y Probabilidad de Lluvias. UNAM-CTENAL. - México, 1974.
- 17) García E. y colaboradores. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, UNAM, México, 1973.
- 18) Gibson J.B. Estratigrafía y Tectónica de la Zona - Costera del Golfo. Soc. Geológica. México, Tomo IX.
- 19) Gomez-Pompa. A. Ecology of Veracruz. Scientific Publishing Company. Amsterdam, 1973.
- 20) Hernández X y Gomez-Pompa. Apuntes de Geobotánica. - Inédito. México.
- 21) Instituto de Geología, UNAM, Reseña Geológica del - Estado de Veracruz y Carta Geológica del Estado 1978.



- 22) Klingebiel A.A and Montgomer, P.H. Land Capabilitu  
Clasificación. A.H. 210 Soil Conservación Service,  
U.S.D.A.
- 23) Longwell R.CH. and Flint F.C. Geología Física. Li -  
musa. México, 1974
- 24) Lobeck A.K. Geomorphology, and Introduction to the -  
Study of Land Scapes, New York, 1939
- 25) López V.M. Fotogeología, Servicio de Publicaciones -  
de la Junta de Energía Nuclear, Madrid 1971.
- 26) Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos de Plan-  
tas Mexicanas, Ed. Fondo de Cultura Económica Méxi-  
co, 1979.
- 27) Miranda F. Estudios Acerca de la Vegetación. IN. -  
Los Recursos Naturales del Sureste y su Aprovecha -  
miento. Ed. Inst. Mex. México, 1952.
- 28) Ortiz V.B. y Aceves E. Instructivo para el Muestreo  
de Datos e Interpretación de la Calidad de Agua pa  
ra Riego. C.P. Chapingo México 1970.
- 29) Pennington T.D. y Serukhan J. Manual para la Identí  
ficación en Campo de los Principales Arboles Tropi-  
cales de México. INIF, México FAO/UNESCO 1968.
- 30) Peña R.F. Métodos de fotointerpretación Aérea de -  
Estudios de Clasificación de Suelos. V. Congreso Na-  
cional de la Ciencia del Suelo.
- 31) Pzedowsky J. Vegetación de México. Ed. Limusa 1978.
- 32) Ramos A y F. González Medrano. La Vegetación de la -  
Zona Arida Veracruzana. Meico, 1972.

- 32) Román R.H. y Colaboradores. Producción de Leche de Vacas Holstein, Pardo Suizo y Jersey en Clima Tropical. INIP. Ver. 1968.
- 33)
- 34) S.A.R.H. Subsecretaría de Planeación, Región Hidrológica No. 28. Boletín Hidrológico No. 43. México - 1971.
- 35) S.A.R.H. Subsecretaría de Planeación. Dirección de Agrología. Metodologías para los Informes de los Estudios Agrológicos. México.
- 36) Sarukhan, K.D. Los Tipos de Vegetación Arbórea de la zona Cálida Húmeda de México. INIF/FAO. México 1968.
- 37) Segalen P. Las Clasificaciones de los Suelos
- 38) Tamayo J.L. Geografía General de México. Talleres Gráficos de la Nación. México 1949.
- 39) Tapia J.C. y Ramos S. Zonas de vegetación en la Parte Central del Estado de Veracruz. México 1960-61.
- 40) Tulio B.S. Introducción a la Fotointerpretación en Estudios de Suelos. Bogotá Colombia, 1976.
- 41) U.S. Departamento del Interior. Manual de la Dirección de Mejoramiento. Vol. V - Uso de la Tierra re-  
habitada, Clasificación de Tierras. Trad. por A. Estrada. Caracas Ven., 1963.
- 42) U.S. Department of Agriculture, Soil Taxonomy, A basic System of Soil clasificación, 1975.

- 43) U S D A. Soil Survey Manual Handbook, 18, 1951.
- 44) U.S. Departamento del Laboratorio de Salinidad. --  
Diagnóstico y Rehabilitación de Suelos Salinos y --  
Sódicos. 6a Ed. Trad.por Nicolás Sánchez Durón, Ed,  
Limusa, México, 1973.
- 45) Worthen E.L. y Aldrich S.R. Suelos Agrícolas, su --  
Conservación y Fertilización.UTAH. Trad.por J. de --  
la Loma, México, 1967.
- 46) Young A. Tropical Soil and Soil Survey, Cambridge --  
University Press Cambridge, 1976.