

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRONOMIA



BIBLIOTECA CENTRAL

METODOLOGIA APLICADA PARA IDENTIFICACION DE SUELOS  
SALINOS SODICOS, EN EL EJIDO LAS PALOMAS,  
CO. DEL MAIZ, S.L.P.

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO AGRONOMO  
P R E S E N T A N :  
CARLOS HERNANDEZ PERA  
LUIS MIGUEL DELGADO ARCE

LAS AGUJAS MPIO. DE ZAPOPAN, JAL. 1994



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
**FACULTAD DE AGRONOMIA**

0EA78039/93  
0EA78039/93

COMITE DE TITULACION

**SOLICITUD Y DICTAMEN**

**SOLICITUD**

M.C. SALVADOR MENA MUNGUIA.  
PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION.  
P R E S E N T E.

Conforme lo indica la Ley Orgánica de la Universidad de Guadalajara y su Reglamento, así como lo establece el Reglamento Interno de la Facultad de Agronomía, he reunido los requisitos necesarios para iniciar los trámites de Titulación, por lo cual solicito su autorización para realizar mi TESIS PROFESIONAL, con el tema:

METODOLOGIA APLICADA PARA IDENTIFICACION DE SUELOS SALINOS SODICOS,  
EN EL EJIDO LAS PALOMAS, CD. DEL MAIZ, S.L.P.

ANEXO ORIGINAL Y DOS COPIAS DEL PROYECTO DEL TRABAJO DE TITULACION.

MODALIDAD: Individual ( ) Colectiva (X).

Nombre del Solicitante	Código	Generación	Orientación o Carrera	Firma del Solicitante
CARLOS HERNANDEZ PEÑA	732005382	73-78	EXT. AGRIC.	
LUIS MIGUEL DELGADO ARCE	732000968	73-78	EXT. AGRIC.	
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----

Fecha de Solicitud: 23 DE MARZO DE 1994

**DICTAMEN**

Vo. Bo. de Aprobación

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUIA

PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

**AUTORIZACION DE IMPRESION**

ING. HUMBERTO MARTINEZ HERREJON

DIRECTOR

ING. ANSEL GALINDO TORRES

ASESOR

ING. GREGORIO REYES HERNANDEZ

ASESOR

VO.BO. PRESIDENTE DEL COMITE DE TITULACION

M. EN C. SALVADOR MENA MUNGUIA

FECHA:

Original: Solicitante. Copia: Comité de Titulación.

mam

## AGRADECIMIENTOS

A la UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, y especialmente a la FACULTAD DE AGRONOMIA, por las facilidades prestadas para alcanzar nuestra superación académica.

A los MAESTROS, COMPAÑEROS Y AMIGOS, con quienes convivimos durante nuestra estancia en la Facultad.

A quienes de alguna u otra forma nos brindaron su amistad y apoyo.

# I N D I C E

	PAG.
RESUMEN . . . . .	i
<b>1 INTRODUCCION. . . . .</b>	<b>1</b>
1.1 Importancia y Justificación. . . . .	2
1.2 Objetivos. . . . .	3
1.3 Hipótesis. . . . .	3
<b>2 REVISION DE LITERATURA. . . . .</b>	<b>4</b>
2.1 La técnica de la fotografía aérea. . . . .	4
2.1.1 El papel de la fotografía aérea en el estudio y la localización geográfica de los recursos naturales . . . . .	4
2.1.2 Comparación de mapas con fotografías aéreas . . . . .	7
2.2 Aviones y equipos para misiones fotográficas . . . . .	9
2.2.1 Características generales de los aviones. . . . .	9
2.2.2 Cámaras aéreas. . . . .	12
2.3 Importancia de la cartografía de los recursos naturales. . . . .	18
2.3.1 Ubicación de la carta edafológica en el sistema de información geográfica . . . . .	19
2.3.2 Definición, conceptos y consideraciones generales . . . . .	20
2.3.3 Escalas de representación . . . . .	26
2.4 Interpretación de la carta . . . . .	29
2.4.1 Metodologías de elaboración . . . . .	29
2.5 Interpretación y representación gráfica de la carta. Símbolos y colores. . . . .	40
2.5.1 Fases físicas . . . . .	41
2.5.2 Fases químicas. . . . .	43
2.5.3 Clase textural. . . . .	45
2.6 Descripción de términos técnicos . . . . .	47
<b>3 MATERIALES Y METODOS. . . . .</b>	<b>117</b>
3.1 Descripción general del área de estudio. . . . .	117
3.1.1 Localización. . . . .	117
3.1.2 Clima . . . . .	117
3.1.3 Geología. . . . .	118
3.1.4 Vegetación. . . . .	118
3.1.5 Fauna . . . . .	118
3.1.6 Agricultura . . . . .	120
3.1.7 Población . . . . .	120
3.2 Metodología. . . . .	120
3.2.1 Métodos de gabinete . . . . .	120
3.2.2 Métodos de campo. . . . .	121
<b>4 RESULTADOS. . . . .</b>	<b>122</b>
4.1 Génesis. . . . .	122
4.2 Taxonomía. . . . .	123
4.2.1 Clasificación agrológica. . . . .	123

## RESUMEN

Los estudios de suelos han tenido gran utilidad e importancia dentro del desarrollo agronómico del país desde 1926, comenzando porque la introducción de sistemas de riego requería una justificación técnica. Hasta la fecha, se tiene un inventario agrológico del territorio mexicano que ha sido estudiado en sus diferentes aspectos, como son: fertilidad, uso y manejo, taxonomía, etc.

Actualmente se cuenta con recursos avanzados para la elaboración de estos estudios, de tal manera que es más rápida la realización de los mismos, dependiendo esto del grado de generalización que se requería. Resultando de suma importancia para la utilización del recurso suelo y para el desarrollo económico del país.

Por la importancia de la realización de estos estudios, nos hemos dado a la tarea de realizar un estudio de suelos preliminar en el área que comprende el Ejido Las Palomas, municipio de Ciudad del Maíz, en el Estado de San Luis Potosí.

## 1. INTRODUCCION

El estudio de los suelos en México es muy reciente. A principios del presente siglo, se impartían conocimientos de suelos en la entonces Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria, ubicada en Tacuba, D.F., pero, de ningún modo se tenía por parte de cualquier organismo el estudio sistemático de los suelos de México.

En 1926, cuando la irrigación en México entró en pleno desarrollo, hubo necesidad de realizar estudios de suelos para justificar técnicamente la ejecución de las obras de riego; de esta manera y hasta la fecha, se han venido ejecutando diferentes tipos de estudios agrológicos por parte de la Comisión Nacional de Irrigación, antes por la Secretaría de Recursos Hidráulicos; después, y más recientemente por parte del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

La superficie estudiada, que puede ser útil con fines de inventario, a través de los diferentes tipos de estudios agrológicos hechos desde 1926 a la fecha, representan un porcentaje muy bajo del total del territorio nacional, con la dificultad, desde luego, de la dispersión y de la falta de correlación entre dichos estudios.

Un inventario de suelos consiste en representar en cartas a diferentes escalas, las características integrales de dichos suelos, entre los que se pueden señalar:

- a) Características morfológicas.
- b) Fertilidad.
- c) Génesis y relaciones genéticas.
- d) Permeabilidad.

La fotografía aérea, a través de un par estereoscópico como elemento o unidad básica, nos brinda la gran oportunidad de observar simultáneamente los elementos fisiográficos y sus correlaciones. Hecho muy importante, por cierto, ya que no podríamos interpretar con éxito las características integrales de los suelos si prescindimos del resto de los elementos que tienen influencia directa e indirecta en su origen, distribución y modo de formación.

Correspondió al Departamento Agrológico de la Secretaría de Recursos Hidráulicos, iniciar y promover el desarrollo de la fotointerpretación agrológica -a partir de 1958- adaptando métodos, técnicas y criterios, que permiten realizar los trabajos agrológicos con un mínimo de costo y esfuerzo, y un máximo de eficiencia.

### 1.1 Importancia y Justificación

La identificación de los suelos salino-sódicos,

reviste gran importancia, ya que de acuerdo con datos de la Sub-Gerencia de Riego y Drenaje de Distritos de Riego, más de una tercera parte de las zonas dedicadas al riego tienen problemas de ensalitramiento, ocasionadas por sales diversas o Sodio.

## **1.2 Objetivos**

Que los estudiantes y/o personas encargadas de realizar estos estudios, observen en forma práctica la detección de los problemas de la salinidad de suelos y aguas, a la vez que entienda cómo se llevó a cabo la salinización de los mismos.

## **1.3 Hipótesis**

Los estudios de este tipo por falta de realización bajo un esquema de metodología práctica y orientada a identificación de causas, son estudios que en la aplicación que se les da en proyectos de recuperación de suelos no responden o no funcionan dentro de un contexto real.



## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 La técnica de la fotografía aérea

#### 2.11 El papel de la fotografía aérea en el estudio y la localización geográfica de los recursos naturales

El propósito de esta técnica es el de descubrir a grandes rasgos en qué consiste la fotografía aérea, especialmente cuando se le utiliza como base para la producción de mapas y cartas. Las nociones que aquí se dan habrán de permitir que los estudiantes tengan una idea clara de lo que es este primer producto de información geográfica, de sus características y de las formas de obtención, así como de las amplias posibilidades de utilización que ofrece.

México requiere, para su desarrollo, de una planeación económica bien estudiada, en la que se tomen en consideración los recursos naturales con que cuenta. El país dispone de una amplia variedad de recursos: yacimientos de hidrocarburos, zonas agrícolas, ganaderas y silvícolas, recursos marinos y depósitos de minerales, los cuales pueden, entre otros aspectos, ser utilizados para programar racionalmente el desarrollo del país.

Para tener una seguridad razonable de que se están considerando todos los recursos y en toda su extensión,

es necesario hacer el inventario de los mismos y expresarlo en forma cartográfica. El éxito de una buena planeación económica para lograr el desarrollo regional e integral de un país, depende principalmente de la fidelidad y oportunidad de la información con que se cuente. La fotogrametría y la fotointerpretación proporcionan la exactitud y rapidez necesarias para estos propósitos y es la cuantificación y localización de los recursos donde la fotografía aérea resulta ser de importancia capital como instrumento básico para el ejercicio de las técnicas mencionadas.

La fotogrametría es una técnica que tiene por objeto la determinación de la forma y dimensiones de los objetos con base en las características métricas de sus perspectivas centrales. Las perspectivas centrales utilizadas son, en este caso, las fotografías.

La más importante de las aplicaciones de la fotogrametría consiste en la parte que le corresponde en la elaboración de planos y mapas topográficos; puede ser fotogrametría terrestre cuando la cámara de toma está fija sobre el terreno al hacer las exposiciones, y fotogrametría aérea cuando las exposiciones se realizan con la cámara fotográfica desde una plataforma elevada. En este trabajo solamente se hará referencia a esta última modalidad, que es usada comúnmente.

Por su parte, la fotointerpretación es un procedimiento

de investigación que consiste en identificar los rasgos que aparecen en las fotografías aéreas y en interpretar su significado en relación con una determinada área de interés, procediendo posteriormente a comprobar y complementar los resultados, mediante inspección directa sobre el terreno. Esta técnica ofrece extraordinarias ventajas cuando se aplica a la realización de estudios sobre recursos naturales, en la programación y proyecto de obras de infraestructura y en la planeación racional del desarrollo integral de una zona, de una región, o de todo un país. Dentro de las más importantes de las ventajas se pueden mencionar:

- La alta calidad técnica de los resultados, con la que frecuentemente se pueden obtener datos de interés fundamental que no podrían haber sido conocidos fácilmente mediante otros procedimientos.
- La notable reducción del tiempo necesario para llevar a cabo una investigación completa con el nivel de detalle requerido; en muchas ocasiones un estudio puede hacerse hasta en una décima parte del tiempo que demandaría su realización utilizando métodos convencionales.
- La panorámica de conjunto que se tiene al realizar un estudio sobre algún recurso natural determinado, o para el proyecto de una obra de infraestructura.

Ello permite observar y considerar la influencia recíproca de las actividades propuestas en un determinado plan con relación a los elementos naturales, los recursos existentes y las obras de infraestructura ya construidas o en proyecto.

- El costo de los estudios que se hacen empleando técnicas de fotointerpretación, es decididamente más bajo que si se llevan a cabo a través de otros sistemas de trabajo.

## 2.1.1 Comparación de mapas con fotografías aéreas

A partir de las fotografías aéreas se obtienen mapas topográficos y cartas de recursos o temáticas. Aunque los mapas pueden elaborarse a partir de levantamientos directos, de campo, sin el auxilio de fotografías, más del 95% de los mapas y cartas se elaboran actualmente con el uso de la fotografía aérea.

La fotografía aérea es una representación fiel del terreno en el momento de la exposición y contiene una gran cantidad de información en las diversas áreas relacionadas con las ciencias naturales. La información que puede extraerse de una fotografía aérea sólo está limitada por la capacidad del hombre para interpretar el contenido de este caudal de información.

Los mapas, en cambio, se refieren a los aspectos específicos de la información: topográfica, edafológica, geológica, etc. y gran parte de la información disponible en la fotografía aérea es omitida deliberadamente en el mapa. Un mapa es una representación gráfica de una parte o de toda la superficie de la tierra, realizada a escala. De acuerdo con esta definición un mapa es un dibujo y está hecho de manera que destaquen la localización, la selección, la identificación y el carácter de ciertos rasgos de interés.

La escala de la fotografía no es uniforme en toda su superficie; la escala del mapa generalmente y dentro de límites prácticos, sí lo es.

Un mapa terminado, normalmente trae marcados los topónimos y la clasificación de los accidentes orográficos e hidrográficos, así como un sistema de coordenadas. Una fotografía, tal como sale del laboratorio fotográfico, no trae ninguno de estos datos, aunque se le pueden agregar.

En tanto una fotografía se caracteriza por la continuidad de los tonos, los mapas tienen una expresión discreta a través de puntos, líneas y áreas coloreadas o no, en tonos contrastantes. De igual modo, en los mapas se hace un uso intensivo de símbolos específicos, los que no aparecen en las fotografías.

Es de fundamental importancia reconocer que en un

mapa la información, tal como aparece, ha sido sometida a un proceso de selección, generalización y énfasis, cosa que no ocurre con las fotografías.

## 2.2 Aviones y equipos para misiones fotográficas

### 2.2.1 Características generales de los aviones

Durante los primeros tiempos de la aerofotografía, las cámaras eran elevadas en globos libres o cautivos, pero rápidamente éstos fueron sustituidos por aviones. En la actualidad, se emplean casi exclusivamente aviones y, en casos especiales, helicópteros o satélites artificiales. En este último caso las imágenes son enviadas a tierra a través del sistema de telemetría.

Por lo general los aparatos utilizados en la toma de fotografías son aviones comerciales o militares que han sido adaptados para tal fin y son pocos los que han sido diseñados especialmente.

Al escoger un avión deberán estudiarse cuidadosamente sus características técnicas, a fin de contar con el mejor equipo para el trabajo que se va a realizar.

Los principales elementos a considerar para la selección de un avión son:

- Buena visibilidad, tanto para el piloto como para el navegante, es decir, que sea posible

un máximo de observación desde el horizonte hasta el nadir (el punto situado abajo del observador y directamente opuesto al cenit).

- La velocidad debe ser variable, dentro de un intervalo suficientemente amplio, como para poder tomar fotografías a una velocidad relativamente baja y movilizarse rápidamente entre las distintas zonas por fotografiar o en el trayecto de ida y regreso al aeropuerto base. Una velocidad de crucero de 250 km/hora puede ser considerada normal para la toma de fotografías aéreas.
- Maniobrabilidad del avión, para reducir el tiempo requerido en los virajes y poder aterrizar y despegar en pistas cortas.
- Buen poder de ascensión a fin de llegar a la altura de vuelo deseada en el menor tiempo posible.
- El techo, o altura máxima a la que puede volar un avión, debe ser alto; 8500 m es un valor normal, que en aviones modernos puede extenderse a 10,000 m. Por encima de los 3000 m se requiere equipo de Oxígeno.
- Las vibraciones deben ser mínimas, a fin de no afectar la calidad de la imagen; si el avión posee más de un motor, es sumamente importante que ambos trabajen sincronizados.

- Los tubos de escape, las graseras, etc., deben estar dispuestos de manera que no afecten los elementos ópticos que sobresalen del fuselaje.
- Espacio adecuado para la tripulación, la que debe estar formada como mínimo por tres personas: piloto, navegante y fotógrafo, quienes deben permanecer constantemente en comunicación.
- La instalación de la cámara aérea requiere de la apertura de un orificio en el piso y en la superficie exterior del avión, lo suficientemente amplio como para no estorbar el funcionamiento de la cámara, aún cuando se estén tomando fotografías aéreas inclinadas.
- La cabina debe ser amplia, para permitir una buena disposición de todo el equipo fotográfico y la instalación cómoda del fotógrafo. Si es posible, debe incluir un pequeño cuarto oscuro.

Los aviones pequeños y livianos, de uno o dos motores, son en general económicos, fáciles de maniobrar, requieren poca tripulación y se emplean usualmente para vuelos a alturas medias y distancias no muy largas.

Para los aviones grandes se requiere de más personal y su mantenimiento requiere de un equipo especializado y, por consiguiente, difícil de obtener en la zona de trabajo cuando se emplean aeropuertos pequeños.



Los aviones de retropropulsión presentan ventajas para su empleo en misiones fotográficas aéreas por su gran poder de ascensión, su velocidad y el alto techo que poseen; sin embargo, el elevado precio de la unidad y de la adaptación han limitado su utilización para estos menesteres.

Los aviones de turbina representan una situación intermedia entre los de retropropulsión y los de pistón.

### 2.2.2 Cámaras aéreas

La fotografía aérea se obtiene normalmente utilizando grandes cámaras montadas en aviones a los que, como se ha dicho, hay que modificar de manera especial.

Un gran porcentaje de las cámaras aéreas actualmente en uso son CAMARAS DE FORMATO, es decir, aquellas en las que un cierto recuadro, generalmente de forma rectangular (18 x 12 cm) o cuadrada (18 o 23 cm por lado), es expuesto a través de una lente, permaneciendo fijo durante el tiempo de exposición.

En la figura 1, se muestran los principales componentes de las cámaras aéreas.

Además de los elementos anteriores, las cámaras aéreas constan de un ÁREA DE INFORMACION, que aparece

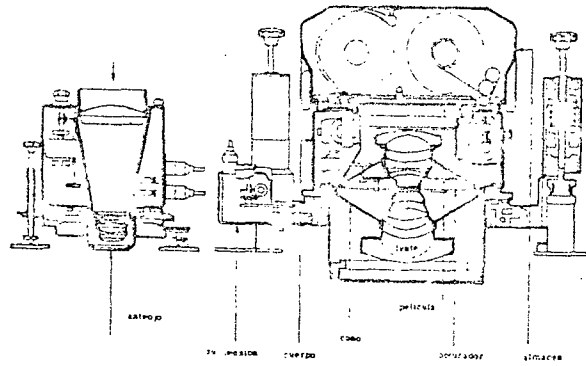


Figura 1. Esquema de una cámara aérea.

registrada en la fotografía, con los datos de los siguientes instrumentos:

- 1.- LECTURA DEL ALTIMETRO.- Que registra la altura de vuelo sobre el plano de referencia y que generalmente es diferente de la altura de vuelo sobre el terreno fotografiado.
- 2.- RELOJ.- Que da la indicación de la hora en que se tomó la fotografía.
- 3.- NUMERO DE ORDEN DE LAS FOTOGRAFIAS.- Que permite posteriormente armar y ordenar las fotografías en fajas y bloques.
- 4.- UN AREA INDETERMINADA.- En donde se incluye la información complementaria deseada: fecha, nombre de la zona, identificación del proyecto, etc.
- 5.- MARCAS FIDUCIALES.- Generalmente cuatro u ocho puntos que forman imágenes en el negativo. La intersección de las líneas que unen marcas opuestas define el centro de la fotografía.
- 6.- DISTANCIA PRINCIPAL O FOCAL.- Que es la distancia perpendicular desde el centro de la lente al plano de la imagen.
- 7.- NIVEL ESFERICO.- Cuya información da una idea de la inclinación de la fotografía respecto

a un plano horizontal.

En la figura 2 se muestra un ejemplo de los elementos que aparecen en el área de información.

Las cámaras aéreas, de formato, pueden clasificarse tomando como criterio a los diferentes elementos, pero la clasificación más empleada es aquella que se hace en función del campo angular de la lente.

De acuerdo con esta clasificación se pueden dividir las cámaras en tres grupos (figura 3).

- a) Cámaras normales, cuando el campo angular es menor de  $75^\circ$ .
- b) Cámaras gran angulares, cuando el campo angular está comprendido entre  $75^\circ$  y  $100^\circ$ .
- c) Cámaras super gran angulares, para campos angulares de más de  $100^\circ$ .

Los tres tipos de objetivos son utilizados actualmente en proyectos fotogramétricos, siendo el gran angular el más comúnmente empleado y siguiéndolo, en orden decreciente, el super gran angular y el normal.

En trabajos en los que la planimetría es de primordial importancia (por ejemplo proyectos catastrales), se escoge la cámara normal, mientras que para una mejor definición altimétrica del terreno se prefiere la de objetivo super gran angular, que por sus características proporciona

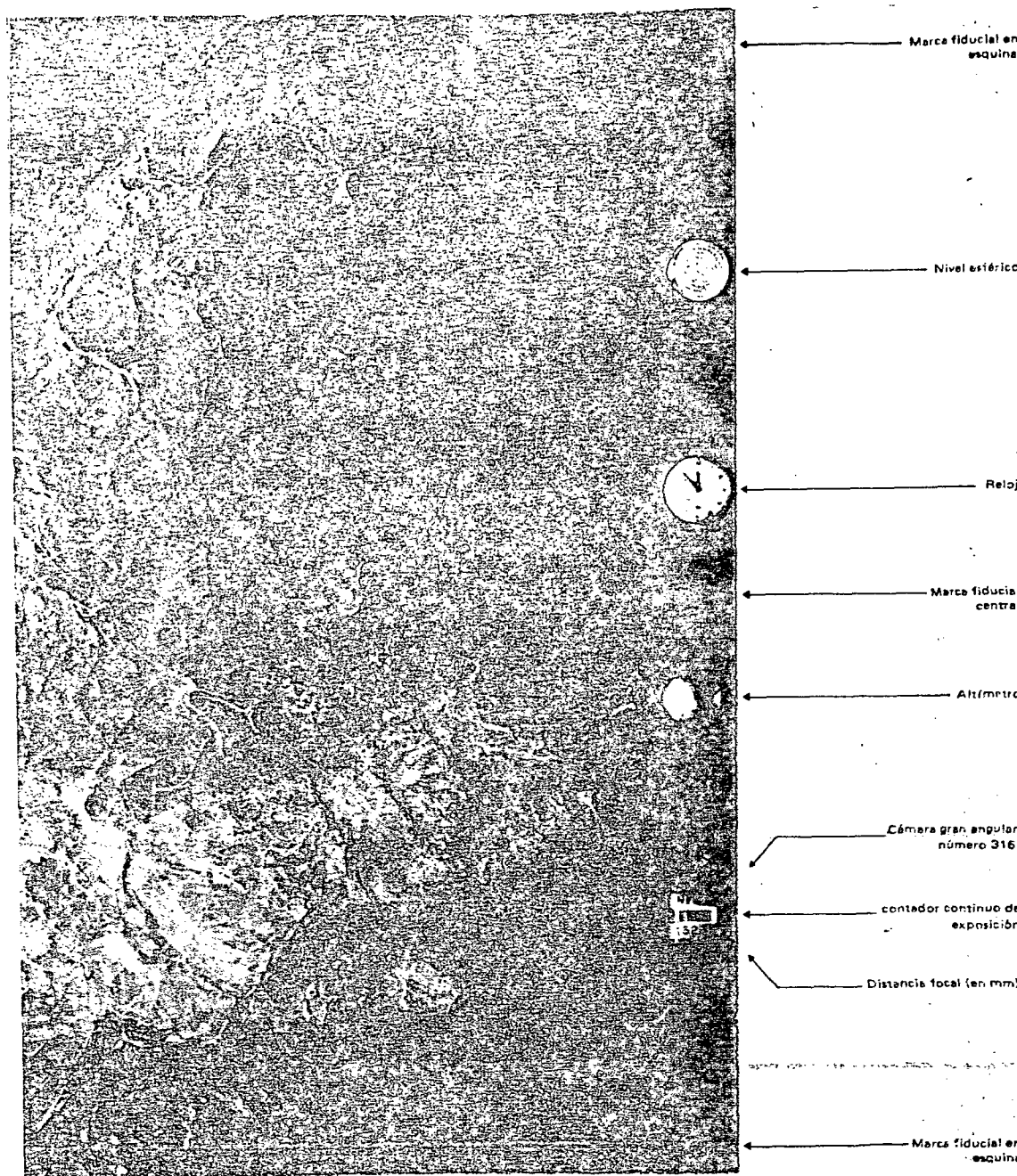


Figura 2. Fotografía aérea pancromática blanco y negro a escala 1:25000 donde se muestra la información que se encuentra sobre el mar co.

mejor precisión altimétrica para una misma escala.

Las cámaras normales requieren de gran altura de vuelo para lograr una cierta escala y con ellas los desplazamientos debidos al relieve son pequeños.

La super gran angular permite tomar fotografías desde una altura mucho menor para la misma escala, pero los desplazamientos son mayores.

En regiones de clima tropical, donde abundan las formaciones de nubes bajas, la cámara super gran angular puede ser la solución para tomar fotografías de escala media y pequeña, si para las escalas requeridas es posible volar por debajo de la capa de nubes que cubre la zona, sin pérdidas molestas de iluminación.

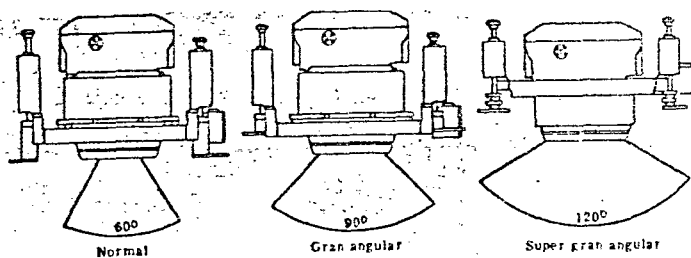


Figura 3. Cámaras fotográficas clasificadas de acuerdo al campo angular de la lente.

### 2.3 Importancia de la cartografía de los recursos naturales

Las actividades fundamentales del hombre están íntimamente relacionadas con el lugar en el que vive, y para poderlas desarrollar de la mejor manera posible, necesita responder a una serie de interrogantes acerca del medio: primero, qué tiene; después, cuánto tiene; y por último, dónde lo tiene. Si puede contestar a estas preguntas está en capacidad de aprovechar adecuadamente los recursos que le brinde el lugar donde vive.

De aquí la importancia de tener representaciones de este medio. Mientras más precisas sean éstas y más aspectos contemplen, mejor será la valoración que se haga de un recurso. En este aspecto, la cartografía a través de mapas es una herramienta insustituible.

El objeto de la cartografía consiste en reunir y analizar datos y medidas de las diversas regiones de la Tierra y representar gráficamente a una escala reducida los elementos y detalles que sean claramente visibles.

Para poner de manifiesto estos datos el instrumento principal de la cartografía es el mapa, que es una representación convencional de la superficie terrestre, vista desde arriba, a la que se le agregan rótulos para la identificación de los detalles más importantes; en él representamos lo que se conoce de la Tierra.

Como parte del conocimiento del medio ambiente en

que se desenvuelve una sociedad es necesario levantar información sobre los recursos naturales para reconocerlos y evaluarlos. Dichos conocimientos conducen a una mejor satisfacción de las necesidades de la colectividad. Además, esta información constituye uno de los soportes en la elaboración de planes de desarrollo.

Dentro de los recursos naturales debemos evaluar los recursos renovables (agua, suelo, vegetación, etc.) y los no renovables (minerales) así como sus relaciones con el paisaje (ubicación geográfica y clima, por citar algunos). Es necesario ubicar estos recursos cartográficamente; así se tendrá la información necesaria para conocer el espacio físico en el que se desarrolla la comunidad.

### **2.3.1 Ubicación de la carta edafológica en el sistema de información geográfica**

Para el desarrollo de la información geográfica se ha implementado un sistema cuyas funciones son la satisfacción de los requerimientos de información acerca de la forma y dimensiones del territorio nacional, la localización y determinación de la magnitud de los recursos naturales, la clasificación y ubicación de las obras de infraestructura -que son los principales indicadores de las actividades humanas-, y el análisis de los centros de población.



Se desarrollan estudios de cuatro subsistemas: el de condiciones físicas, que enmarca a la información topográfica y climática; el de asentamientos humanos, integrado por la carta de uso y aptitud del suelo urbano, cédulas de información y fotomosaicos, entre otros; el de actividades económicas, que contiene información para el desarrollo de actividades humanas en sus aspectos económicos y sociales; y el de recursos naturales. Este último subsistema proporciona información acerca de la localización y magnitud de los recursos geológicos e hidrológicos, el uso actual del suelo y los tipos de vegetación que hay en el territorio nacional, así como sobre las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos. Forma parte de este subsistema, la carta edafológica, en sus escalas de representación 1:1'000,000, 1:250,000 y 1:50,000.

### 2.3.2 Definición, conceptos y consideraciones generales

La palabra edafología proviene de las raíces Edafos= suelo y Logos = estudio, por lo tanto, es el estudio de los suelos.

Podemos definir suelo como la capa más superficial de la corteza terrestre, en la cual encuentra soporte la cubierta vegetal. Es necesario conocer sus característi-

zas, ya que éstas proporcionan información muy valiosa para su manejo en actividades agrícolas, pecuarias, forestales y de ingeniería civil, entre otras.

El suelo es el resultado de la interacción de varios factores del medio ambiente y fundamentalmente de los siguientes: material parental; constituido por la roca madre de la cual se originan los suelos (geología), relieve (geomorfología), clima, actividad biológica y tiempo. Como resultado de dicha interacción, se generan diferentes procesos simples o complejos; los cuales consisten básicamente en pérdidas o ganancias de elementos tales como materia orgánica, líquidos y gases, por citar algunos. Estos procesos los podemos observar en su morfología y en sus características físicas y químicas. El suelo está formado por capas que se llaman horizontes, los cuales se pueden apreciar en los cortes de las carreteras, pozos y zanjas. Las capas de suelos para efectos cartográficos se designan con letras; cada una nos indica diferentes procesos y tipos de suelos, pero hay que tener presente que el suelo es un elemento dinámico, abierto al medio que lo rodea, y que está en constante evolución. De aquí la dificultad de categorizarlo en casilleros determinados, que es lo que pretende hacer un sistema de clasificación. El sistema usado por la DGG -que más adelante se describe con mayor detalle- es el llamado SISTEMA NATURAL, que reúne las características morfológicas, físicas y químicas de un

suelo determinado y las clasifica de acuerdo al grado de desarrollo del mismo. Al variar los factores integrantes de un suelo -clima, vegetación, roca, topografía, etc.- se obtienen los suelos de diferentes zonas, con características diversas y muy variadas; por ejemplo, en una zona plana rodeada de montañas que se inunda en una época del año, se formará un suelo que acumulará sales, que tendrá capas claras y con gravas, que no será bueno para fines agrícolas, por las sales que contenga, pero que podrá desarrollar algunos pastos resistentes y permitir el aprovechamiento pecuario.

Lo primero que se debe hacer es identificar los horizontes o capas del suelo, analizando sus características pues ellas determinarán su colocación dentro del sistema de clasificación; en función de ésta, cada grupo de suelos tendrá diferentes condiciones y usos.

El horizonte A es la parte superficial del suelo en la que se deposita la materia orgánica y se empieza a transformar integrándose posteriormente a los minerales del suelo. De él migran hacia la parte inferior ciertos elementos orgánicos y minerales. En términos generales, el horizonte A lo constituyen las capas oscuras y superficiales de los suelos.

El horizonte B es aquel en el que primeramente se manifiestan los cambios que está sufriendo el material que

dio origen al suelo; en él se acumulan los elementos orgánicos y minerales provenientes del horizonte A. Tiene colores más intensos que las capas superiores e inferiores.

El horizonte C es una capa profunda del suelo, que muestra marcadamente las características del material del que se deriva; aún no manifiesta evidencias de desarrollo edáfico.

El horizonte R es una capa continua, coherente y dura de roca que está por debajo del suelo y que ha dado origen a éste en muchos casos; en otros, dicha roca fue sepultada por otro material del que se formó el suelo actual.

En algunos suelos tenemos también una capa superficial que se llama horizonte O, donde se acumulan los materiales orgánicos que caen en el suelo, tales como restos animales y vegetales.

Cada una de estas capas (horizontes) puede presentar diferencias específicas que se reportan como subhorizontes. No todos los suelos presentan la totalidad de los horizontes, en algunos sólo aparecen horizontes A y C, en otros sólo C y en otros más A y R (Figura 4).

El grado en que cada una de las características resultantes de la acción de los factores formadores del suelo se manifiesta en los horizontes, es precisamente lo que sirve de base para la clasificación de los suelos.

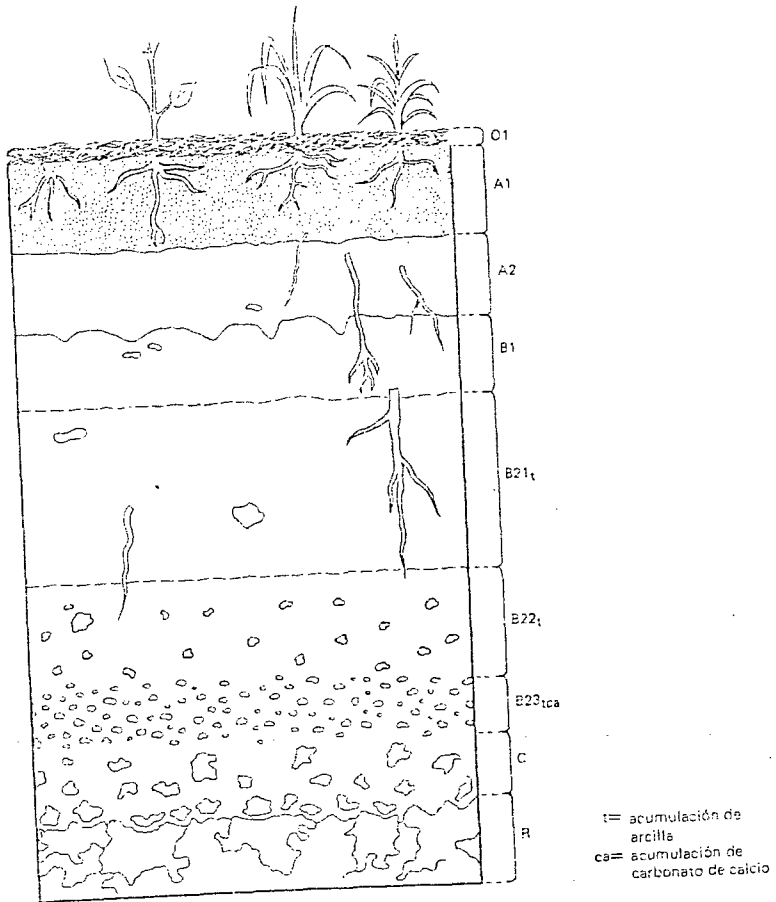


Figura 4. Perfil de un suelo que representa a un PLANOSOL.

El análisis de los horizontes, tanto en sus aspectos morfológicos como en los físicos y químicos, nos permite conocer sus peculiaridades, como drenaje, manejo agrícola, penetración de raíces, nutrientes y cantidad de arenas o de arcillas. Todas van íntimamente ligadas al uso y potencialidad del suelo.

La carta edafológica elaborada por la DGG es la representación de la distribución geográfica de los suelos del país, ordenados de acuerdo con el Sistema de Clasificación de Suelos FAO/UNESCO (1970), modificado por la DGG.

La FAO es la Organización Mundial para la Alimentación y la Agricultura. Es un organismo dependiente de la Organización de las Naciones Unidas, y como parte de sus funciones se encuentra la elaboración de mapas sobre los recursos mundiales.

Se eligió este sistema de clasificación, porque su uso está muy generalizado entre los especialistas de suelos de México y porque su fundamento práctico y técnico permite que el usuario lo maneje a modo de referir los elementos del medio físico en la elaboración de programas de acción.

La terminología utilizada en la carta edafológica, si bien es complicada y ajena al lenguaje común, debe utilizarse solamente como una referencia de entrada a un conjunto de características más comprensibles e interpre-

tables; el uso de la información en ella contenida, los datos complementarios que se encuentran en los informes de campo y los resultados analíticos del laboratorio, se explicarán con más detalle en las secciones referentes a la interpretación de la carta (Figura 5).

### 2.3.3 Escalas de representación

Un mapa es una representación convencional de la configuración de la superficie terrestre. Toda representación, como toda imagen, está en una cierta relación de tamaño (proporción) con el objeto representado. Esta proporción es lo que se llama escala.

Un mapa puede ser millones de veces más pequeño en tamaño que la superficie terrestre, y cuando se elabora uno de ellos con cualquier fin, es preciso establecer una escala, porque a simple vista no se aprecia la proporción a la que está dibujado.

Las escalas se representan de la siguiente forma:

- a) ESCALA NUMERICA.- Es la que da la relación entre la longitud de una línea en el mapa y la correspondiente en el terreno, ejemplo:

$$\text{Escala } \frac{1}{250\ 000} \text{ o } 1:250,000$$

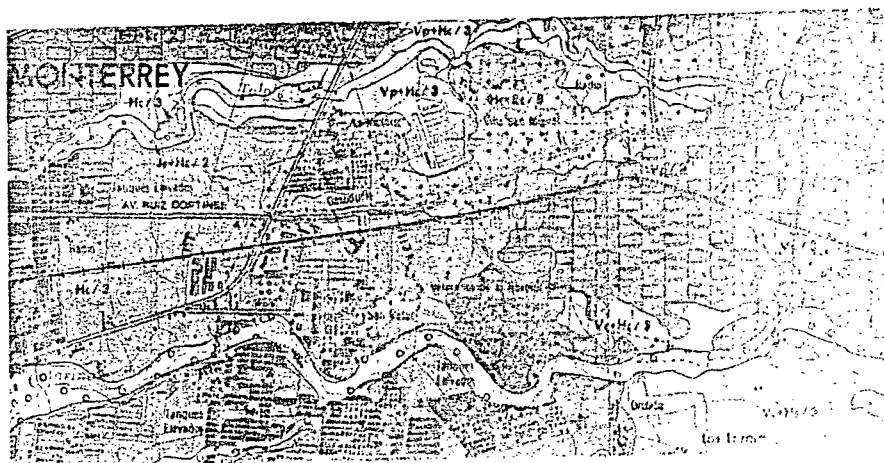
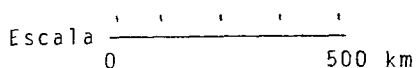


Figura 5. Carta edafológica escala 1:50 000



b) ESCALA GRAFICA.- Representa las distancias en el terreno sobre una línea recta graduada.



$$\text{entonces Escala} = \frac{\text{Distancia sobre el mapa}}{\text{Distancia sobre el terreno}}$$

Por ejemplo, si se tiene la escala 1:50,000, en ella 1 cm del plano es igual a 500 metros en el terreno, en la de 1:250,000, 1 cm representa 2.5 km y en la de 1:1'000,000, 1 cm es equivalente a 10 km.

La carta edafológica se elabora actualmente en tres escalas:

1:50,000, 1:250,000 y 1:1'000,000

La necesidad de contar con información cartográfica de todo el país a corto plazo ha hecho necesario que la orientación principal de la producción se enfoque hacia las cartas 1:1'000,000. La República Mexicana quedará cubierta con 8 cartas a esta escala, las cuales permiten un levantamiento cartográfico de grandes áreas. En esta forma se dispondrá del inventario general del país, según sus tipos de suelos, aspecto que resulta muy relevante en la realización de estudios a nivel nacional, para determinar políticas a seguir en la utilización de este recurso.

La escala 1:250,000 cubrirá al país con 129 cartas.

Esta escala es de un nivel semidetallado, útil para estudios de carácter regional y proporciona el inventario de los suelos con más precisión que la anterior.

Por último, la escala 1:50,000 cubrirá al país con 2,404 cartas, ofreciendo un nivel más detallado aún. En esta escala se aprecian problemas y posibilidades de áreas específicas, con aplicación en estudios de carácter local, pudiendo ser utilizada a nivel municipal.

## **2.4 Interpretación de la carta**

### **2.4.1 Metodologías de elaboración**

Para elaborar la carta edafológica se efectúan los procedimientos siguientes:

- a) INSPECCION PRELIMINAR.- En esta actividad se toma el conocimiento de una zona de trabajo, a fin de establecer los criterios para hacer las separaciones en las fotografías aéreas y determinar la manera más adecuada de entrar a ésta para realizar posteriormente una verificación de campo en detalle. Este procedimiento consta de las siguientes operaciones:
  - Análisis de la información básica. Aquí se reúne toda la información existente relativa a relieve (topografía), geología, vegetación

y clima, así como a trabajos de diferentes entidades del gobierno o privadas que hayan realizado estudios de suelos en la zona de trabajo.

- Itinerario. Operación en la que se establece la ruta de campo que habrá de seguirse, de tal forma que se verifiquen la mayor parte de las condiciones ecológicas que existen en la zona de trabajo.
  - Recorrido de campo. Operación en la que se describen y clasifican los suelos, se analizan sus relaciones con los elementos del paisaje, con la geología y la vegetación de la zona y con las imágenes fotográficas (Figura 6).
  - Discusión de criterios. Aquí se define la forma en que se trabajará la zona, se unifican los criterios de relaciones suelo-paisaje y fotografías aéreas, y se analizan las áreas con mayores problemas para elaborar la carta, a fin de prestar más atención a esas zonas cuando se proceda a trabajar en ellas.
- b) FOTOINTERPRETACION.- Actividad en la que se elabora un mapa de suelos a nivel de hipótesis de trabajo, con base en los criterios previamente establecidos, y trazando sobre las fotografías

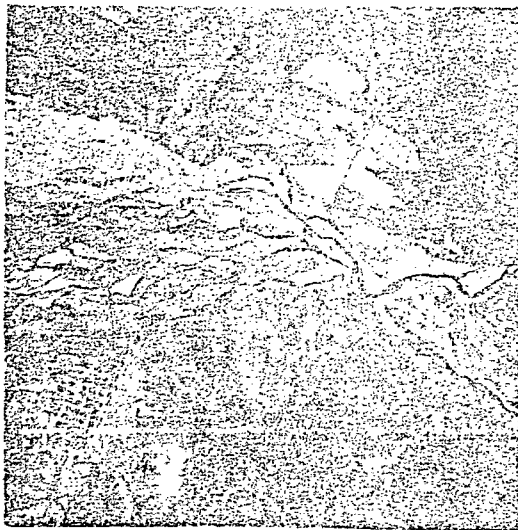


Figura 6. Fotografías de trabajo.

aéreas o imágenes de satélite que cubren el área de estudio, las separaciones correspondientes a condiciones de suelos diferentes. Consta de las siguientes operaciones:

- Identificación. Operación en la que se separan o agrupan las unidades cartográficas en las fotografías por sus diferencias o semejanzas, respectivamente; estas diferencias o semejanzas se juzgan atendiendo al relieve, la vegetación, la estructura, el tono y la textura fotográfica.
  - Interpretación. Se da una denominación a cada unidad de acuerdo con las relaciones suelo-paisaje-imagen fotográfica, y también acorde con los conocimientos que el fotointérprete tenga de la génesis de los suelos, aplicando la información sobre el origen, el modo de formación y la naturaleza de éstos.
  - Revisión. Se juzga si la interpretación está de acuerdo con las especificaciones de tamaño de unidad y con los criterios previamente establecidos y se indican los cambios o modificaciones que deben realizarse (Figura 7).
- c) VERIFICACION DE CAMPO.- Actividad en la cual se acude a la zona en estudio a comprobar el mapa que se hizo en la etapa anterior, y se

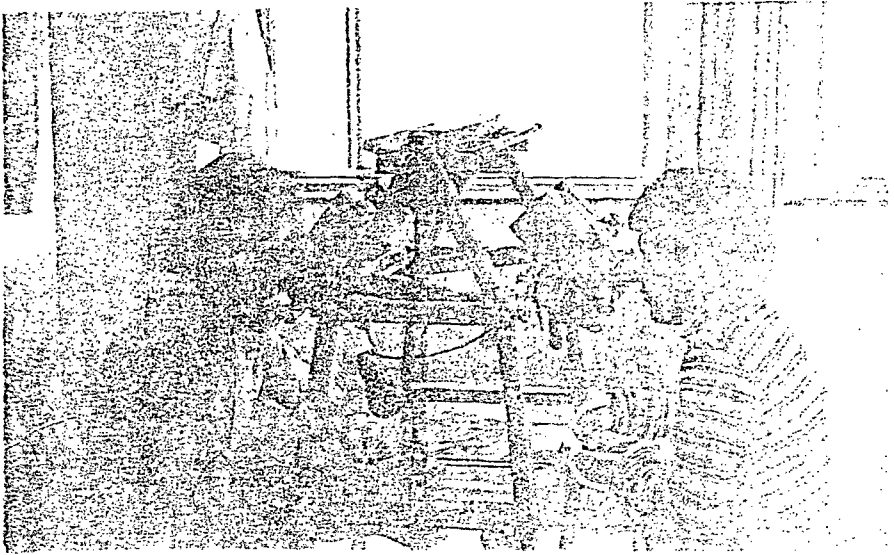


Figura 7. Revisión de fotointerpretación.

obtiene así la información necesaria para hacer los cambios requeridos. Consta de las siguientes operaciones:

- Localización de puntos de verificación. Ubicación en las fotografías aéreas de los puntos necesarios para cubrir el área de estudio en todas sus condiciones diferentes.
- Descripción del punto de verificación. Se registran en un informe impreso todas las características morfológicas del perfil y se clasifican éstas (Figura 8).
- Toma de muestras. Se obtienen muestras de cada uno de los horizontes del suelo en los puntos representativos para ser analizadas en el laboratorio.
- Clasificación de la unidad cartográfica. Se analizan los datos obtenidos, en el punto de verificación y otros similares de la unidad de suelo en observación, a fin de dar denominación a la unidad cartográfica.
- Verificación de contactos. Se verifica si los límites entre unidades cartográficas de suelos señalados de acuerdo con los criterios de fotointerpretación previamente establecidos, corresponden a la realidad del terreno.



Figura 8. Descripción de un punto de verificación.



- d) ANALISIS DE MUESTRAS.- Actividad en la que se determinan las características físicas y químicas de las muestras de los horizontes o capas de los perfiles de suelo, que fueron tomadas en la verificación de campo (Figura 9).
- e) REINTERPRETACION.- Actividad en la que se elabora el mapa definitivo, analizando las características morfológicas, físicas y químicas de los perfiles de suelos, haciendo el análisis de las características ecológicas de la información básica, y colocando las separaciones definitivas en las fotografías aéreas. Consta de las siguientes operaciones.
- Clasificación definitiva de los puntos de verificación. Se analizan la descripción del perfil del suelo y los resultados aportados por el laboratorio para que, al reunir las características morfológicas, físicas y químicas, se denominen de manera definitiva cada uno de los puntos de verificación que se hicieron en la hoja.
- f) INTERPRETACION FINAL.- Operación en la que se analiza toda la fotointerpretación para ratificar o rectificar, según sea el caso, la información contenida en las fotografías aéreas.
- Concordancia entre puntos y denominación



Figura 9. Análisis de muestras de suelos en laboratorio.

de unidades cartográficas. Se establece la concordancia entre la edafología y la información básica y se hace una revisión final, en la que se juzga si la interpretación está de acuerdo con las especificaciones.

- g) INFORMACION DE LA PARTE POSTERIOR.- Aquí se revisan los cuestionarios de campo y los datos de laboratorio para escoger los puntos más representativos que deberán aparecer en los resúmenes de la parte posterior de la carta.

Dentro de los puntos citados anteriormente, hay una serie de especificaciones que deben ser cumplidas para que la calidad y homogeneidad de criterios sean las más adecuadas. Es necesario fijar criterios en cuanto al tamaño de las unidades de suelos para que a una misma zona corresponda el mismo nivel de detalle y calidad de la carta.

- El tamaño mínimo de la unidad cartográfica será el siguiente:  $0.5 \text{ cm}^2$  para elementos que pueden ser identificados directamente en las fotografías aéreas (playones de río, rocas, etc.).  
 $1 \text{ cm}^2$  para unidades que pueden ser interpretadas con base en el relieve o la roca.  
 $4 \text{ cm}^2$  para cualquier otra unidad cartográfica.
- En el caso de suelos asociados, deberán aparecer

como máximo tres de ellos, siempre que ocupen al menos el 20% del área de la unidad cartográfica; en el primer término aparecerá el suelo dominante, y así sucesivamente. Este predominio es interpretado en forma cualitativa y no cuantitativa.

- La clase textural (se refiere al tamaño de las partículas que forman el suelo) corresponderá a los 30 cm superficiales.
- La fase salina (contenido de sales en el suelo) será la potencial del terreno y no necesariamente la que exista en el momento de la toma de la muestra.
- Las fases físicas profundas (capas duras que se encuentran a cierta profundidad del suelo) tendrán preponderancia sobre la pedregosa y gravosa (Fases físicas superficiales) si están a menos de 50 cm de profundidad, pero si están ubicadas más profundamente la pedregosa y gravosa serán las que predominen.
- Deberá existir cuando menos un pozo a cielo abierto o perfil completo, representativo de cada una de las unidades de suelo que aparezcan en la carta, y estos pozos deberán cubrir las diversas condiciones ecológicas. Cabe hacer notar que el número de puntos de verificación

de una hoja varía en relación con la complejidad e importancia económica de los suelos y con la accesibilidad que tenga la zona en cuestión.

- Todos los perfiles o pozos deberán hacerse en zonas no alteradas.
- Todos los perfiles deberán hacerse a 125 cm de profundidad, excepto cuando se encuentre un impedimento (fase física: tepetate, roca, etc.).

## 2.5 Interpretación y representación gráfica de la carta. Símbolos y colores

Esta carta indica la distribución geográfica de los suelos del país, clasificados de acuerdo con la Descripción de Unidades FAO/UNESCO (1970), modificado por la DGG.

Las modificaciones que se le han hecho al sistema, consisten, básicamente, en agregar subunidades que se han encontrado en el país y que no se consideran en la clave de la FAO, en la castellanización de algunos nombres y en la inclusión del sistema climático modificado por Enriqueta García, para la clasificación de las unidades por clima.

Este sistema internacionalmente aceptado considera

como elementos para clasificación a las características morfológicas, físicas y químicas de los suelos (denominadas fases); las primeras apreciables en campo, y las segundas susceptibles de determinarse en el laboratorio.

Las fases físicas del terreno señalan la presencia de fragmentos de roca y materiales cementados, los cuales impiden o limitan el uso agrícola del suelo o el empleo de maquinaria agrícola entre otros aspectos. Se pueden dividir en dos tipos superficiales y de profundidad.

### 2.5.1 Fases físicas

- a) SUPERFICIALES.- Fase pedregosa. Se refiere a la presencia de fragmentos de roca mayores de 7.5 cm de largo en la superficie del terreno o cerca de ella. Fase gravosa se refiere a la presencia de gravas (piedras menores de 7.5 cm de largo) en la superficie del terreno o cerca de ella.
- b) DE PROFUNDIDAD.- Se refiere a capas duras que se encuentran a cierta profundidad y limitan la capacidad del suelo para prácticas agrológicas, entre otros aspectos. Estas se dividen a su vez en someras, que son aquellas que se encuentran a menos de 50 cm de profundidad, y, profundas.

es decir, las que están entre 50 cm y 1 m de profundidad.

Las fases físicas de profundidad, a su vez se dividen en:

- FASE LITICA (somera) Y LITICA PROFUNDA.- Es una capa de roca dura y continua o un conjunto de trozos de roca muy abundantes que impiden la penetración de raíces.
- FASE PETROCALCICA (somera) Y PETROCALCICA PROFUNDA. Se refiere a la presencia de una capa de caliche duro. Es una capa cementada y endurecida con carbonatos.
- FASE PETROGYPSICA (somera) Y PETROGYPSICA PROFUNDA.- Es una capa endurecida rica en yeso.
- FASE DURICA (somera) Y DURICA PROFUNDA.- Es una capa de tepetate duro cementado y endurecido con sílice. Se llama tepetate a una capa de suelo cementada y que no se rompe fácilmente.
- FASE FRAGICA.- Es una capa del subsuelo muy compactada, pero que se disgrega con cierta facilidad. No se ha encontrado en México.
- FASE CONCRECIONARIA.- Es una capa con concreciones duras; éstas son gravas duras formadas en el subsuelo, muy abundantes.

Todas estas fases físicas aparecen en la carta edafológica con una serie de símbolos (puntos, cruces, rayas, etc.) impresos sobre el color de la unidad de suelo.

Las fases físicas indican la presencia de fragmentos de roca o materiales cementados que limitan el uso de la maquinaria agrícola y la penetración de las raíces en el suelo.

Si se trata de fragmentos (piedras, gravas) se puede remediar este problema, cuando se pretende desarrollar agricultura mecanizada; pero si son materiales cementados, duros y coherentes, se debe considerar la posibilidad de establecer un tipo de vegetación que no se vea afectado por esta limitante, o de protegerla, si ya la hay. Por ejemplo, si tenemos un suelo con una fase lítica, que se refiere a la presencia de roca a menos de 50 cm de la superficie, para ser usado en agricultura se requiere de una inversión muy alta y es más conveniente destinarlo a actividades más afines a su vocación, ya sea pecuaria o forestal, pues su poca profundidad lo hace susceptible a la erosión, mientras que un buen manejo de pastos para ganadería lo protegería de ésta y lo haría productivo.

### **2.5.2 Fases químicas**

Las fases químicas se refieren a la presencia de



sustancias químicas en el suelo, que limitan o impiden el desarrollo de los cultivos; comprenden las fases salina y sódica.

a) FASE SALINA.- Es la presencia de salitre (sales solubles) en el suelo. Se distinguen tres condiciones distintas:

- La fase ligeramente salina -que aparece en la carta con el símbolo "ls"- se caracteriza porque en los suelos el contenido de sales no es muy alto y sólo impide el desarrollo de cultivos poco resistentes.
- La fase moderadamente salina, aparece en la carta con el símbolo "ms", y en ella el contenido de sales en el suelo es tal, que la mayoría de los cultivos no se desarrollan o bien se ve disminuido su rendimiento.
- La fase fuertemente salina, que aparece en la carta con las letras "fs", es aquella en que el suelo tiene tantas sales que impide o limita fuertemente el desarrollo de los cultivos.

b) FASE SÓDICA.- Se refiere a altos contenidos de álcali en el suelo, esto es, gran concentración de Sodio que impide o limita muy fuertemente el desarrollo de todos los cultivos; en la carta

aparece con el símbolo "n".

### 2.5.3 Clase textural

Tocando otro aspecto de la carta edafológica, dentro de su simbología, se tiene la clase textural, que se refiere al contenido, en los 30 cm superficiales del suelo, de partículas de diferentes tamaños, y que en la carta aparecen con los números 1, 2 o 3. El número 1 representa a suelos de textura gruesa que en la superficie son arenosos, lo que puede ser causa de problemas como poca retención de agua o pocos nutrientes en los mismos. El número 2 se refiere a suelos con textura media parecida a los limos de los ríos, aquí abunda precisamente el limo, y es la textura con menos problemas de drenaje, aireación y fertilidad. El número 3 representa a suelos arcillosos (de textura fina), que tienen mal drenaje, poca porosidad, son duros al secarse, se inundan y tienen problemas de laboreo.

Debido a que en esta carta se usa como referencia el mapa topográfico para situar pueblos, carreteras, parcelas, etc., aparece también en ella la simbología usada para esa carta editada por la DGG y sobre la cual existe un folleto explicativo similar a éste.

La simbología de las cartas edafológicas en todas

sus escalas, es básicamente la misma; solamente varían el nivel de detalle, según la escala, así como la amplitud de las separaciones y las asociaciones entre suelos diferentes, ya que en el caso de escalas pequeñas (1:1'000,000) siempre aparecen reunidos los suelos en dos o tres unidades, pues no es posible separarlos y manejarlos en su localización precisa. En esta escala, 1 mm<sup>2</sup> es igual a 100 hectáreas; por lo tanto, hay unidades que no pueden aparecer en el mapa debido a lo reducido de su tamaño.

A medida que se pasa a las escalas de 1:250,000 y 1:50,000, el detalle de los suelos es progresivamente mayor.

Otras diferencias entre las cartas a diversas escalas estriban en los niveles con que se detallan la salinidad y sodicidad de los suelos (Cuadro 1).

CUADRO 1. NÚMERO DE SÍMBOLOS DE LA CARTA EDAFOLÓGICA

		E S C A L A S		
		1:50 000	1:250 000	1:1 000 000
UNIDADES		25	25	25
SUBUNIDADES		98	98	98
FASES		8	8	0
FÍSICAS	50 cm	8	8	8
	100 cm			
FASES QUÍMICAS	SALES	3	2	1
	SODIO	2	2	1
TEXTURAS		3	3	3

## 2.6 Descripción de términos técnicos

Los nombres que se les da a los suelos en la carta, son los que propone FAO/UNESCO y están tomados de las descripciones que en diferentes países se hacen de suelos típicos; por lo tanto estos nombres provienen de muy diversas raíces: griegas, latinas, rusas y japonesas, entre otras.


Para clasificar los suelos y encontrar a qué grupo pertenecen, se usa una clave de identificación; gracias a ella, éstos se pueden ordenar de acuerdo con sus características morfológicas, físicas y químicas, así como según el grado de desarrollo de los horizontes.

Por ejemplo, al abrir un pozo o perfil en el campo se describen las características del suelo, y con base en esto se localiza en la clave. Si no coincide con la primera unidad, se pasa a la segunda y así sucesivamente, hasta encontrar la unidad en que concurren todas sus características. Una vez determinada la unidad, en la misma forma se busca la subunidad.

Las unidades de suelos se refieren a los grupos principales cuyas características distintivas son las más importantes; por ejemplo, clima, desarrollo del suelo, material que lo formó, etc. Estas unidades se subdividen en lo que se denominan subunidades, que abarcan características menos relevantes como el color del suelo, la presencia

de algún elemento químico, su saturación con agua, etc.

Con los datos de campo y de laboratorio, y con la ayuda de las imágenes fotográficas, se pueden definir la superficie y los límites que tendrán en el terreno las diferentes unidades y subunidades, así como los grupos de suelos que pertenecen al área de estudio.

En la carta, los lugares donde se hace un pozo a cielo abierto, se marcan con el símbolo "0" si no se tienen muestras del suelo, y con el símbolo , si se tomaron muestras. En el reverso de la carta aparecen los datos de campo y los análisis de las muestras según el número de referencia de cada punto.

Dentro de la simbología de la carta, a cada unidad y subunidad de suelo se le asigna una letra, mayúscula para la primera y minúscula para la segunda. Para efectos de identificación las unidades de suelos aparecen en la descripción en mayúsculas subrayadas, y las subunidades en mayúsculas sin subrayar.

ACRISOL (del latín *acris*: agrio, ácido y *solum*: suelo. Literalmente, suelo ácido).

Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas muy lluviosas. En condiciones naturales tienen vegetación de selva o bosque. Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo; por sus colores rojos, amarillos, o amarillos claros con manchas rojas;

y por ser generalmente ácidos o muy ácidos. En México se usan en agricultura con rendimientos muy bajos, salvo que se cultiven en el frutales tropicales como cacao, café, piña, marañón, etc., en cuyo caso se obtienen rendimientos de medios a altos; también se utilizan para ganadería con pastos inducidos o cultivados y proporcionan rendimientos medios; el uso en el que menos se destruyen estos tipos de suelos como recurso natural es el forestal, mediante la explotación del bosque o la selva que generalmente se desarrolla en ellos. Son moderadamente susceptibles a la erosión, y su símbolo en la carta es (A).

PLINTICO (del griego **plinthos**: ladrillo).

Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa de color blanco o amarillo con manchas rojas muy notables, que se endurecen hasta tomar gravas cuando esta capa queda expuesta en la superficie por erosión. Su símbolo es (Ap).

GLEYICO (del ruso **gley**: suelo pantanoso).

Se caracterizan por presentar una capa que frecuentemente está saturada con agua, ya que se encuentran en llanuras o depresiones en donde ésta se acumula. Su símbolo es (Ag).

HUMICO (del latín **humus**: tierra).

Se caracterizan por presentar en la superficie una

capa de color oscuro o negro sobre el suelo rojizo o amarillento. Esta capa es rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes. Su símbolo es (Ah).

**FERRICO** (del latín *ferrum*: hierro).

Son de color amarillento; se caracterizan por presentar manchas negras o nódulos rojos o negros en el subsuelo (concentraciones de hierro). Su símbolo es (Af) (Figura 10).

**ORTICO** (del griego *orthos*: recto, derecho).

Presentan solamente los elementos indicados para la unidad de Acrisol, sin ninguna de las características señaladas para las subunidades. Su símbolo es (Ao).

**ANDOSOL** (de las palabras japonesas *an*: oscuro; y *do*: tierra. Literalmente, tierra negra).

Son suelos que se encuentran en aquellas áreas donde ha habido actividad volcánica reciente, puesto que se originan a partir de cenizas volcánicas. En condiciones naturales tienen vegetación de bosque de pino, abeto, encino, etc., o si los volcanes se encuentran en zona vegetal, tienen vegetación de selva. Se caracterizan por tener una capa superficial de color negro o muy oscuro (aunque a veces es clara) y por ser de textura esponjosa o muy sueltos. En México se usan en agricultura con rendi-



BIBLIOTECA CENTRAL



Figura 10. Esquema de un Acrisol Férrico.



mientos bajos, pues retienen mucho el Fósforo, y éste no puede ser absorbido por las plantas. También se usan con pastos naturales o inducidos, principalmente pastos amacollados y con ganado ovino; el uso en el que menos se destruyen como recurso natural es el forestal, mediante la explotación del bosque o la selva que generalmente se desarrolla en ellos. Son muy susceptibles a la erosión, y su símbolo es (T).

MOLICO (del latín mollis: suave).

Se caracterizan por presentar en la superficie una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica y nutrientes. Su símbolo es (Tm).

HUMICO (del latín humus: tierra).

Se caracterizan por presentar en la superficie una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes. Su símbolo es (Th) (Figura 11).

OCRICO (del latín ocris: claro).

Se caracterizan por presentar en la superficie una capa de color claro y pobre en materia orgánica, generalmente se encuentran en áreas que se usan en agricultura. Su símbolo es (To).

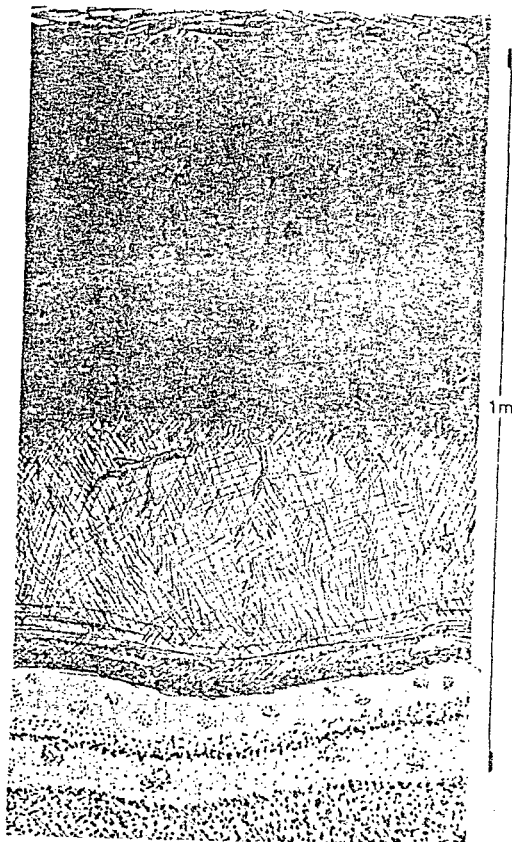


Figura 11. Esquema de un Andosol Húmico.

VITRICO (del latín *vitrum*: vidrio).

Se caracterizan por ser de textura arenosa, y por tener un alto contenido de vidrio volcánico del tipo de la obsidiana. Su símbolo es (Iv).

ARENOSOL (del latín *arena*: arena. Literalmente, suelo arenoso).

Son suelos que se encuentran en zonas tropicales o templadas, y ocasionalmente, en zonas áridas. En condiciones naturales, tienen vegetación de selva, bosque o matorral, pero en cualquier caso, esta vegetación es escasa. Se caracterizan por ser de textura arenosa. En México son muy escasos y no se usan en ninguna actividad productiva, ya que sólo permitirían rendimientos muy bajos. Presentan una susceptibilidad a la erosión que va de moderada a alta. Su símbolo es (Q) (Figura 12).

ALBICO (del latín *albus*: blanco).

Se caracterizan por tener un alto contenido de cuarzo, o de algún otro tipo de arena, que ha quedado después que el suelo ha sido lavado de todos los otros componentes como materia orgánica o nutrientes. Su símbolo es (Qa).

LUVICO (del latín *luvi, luo*: lavar).

Se caracterizan por tener entre los granos de arena,

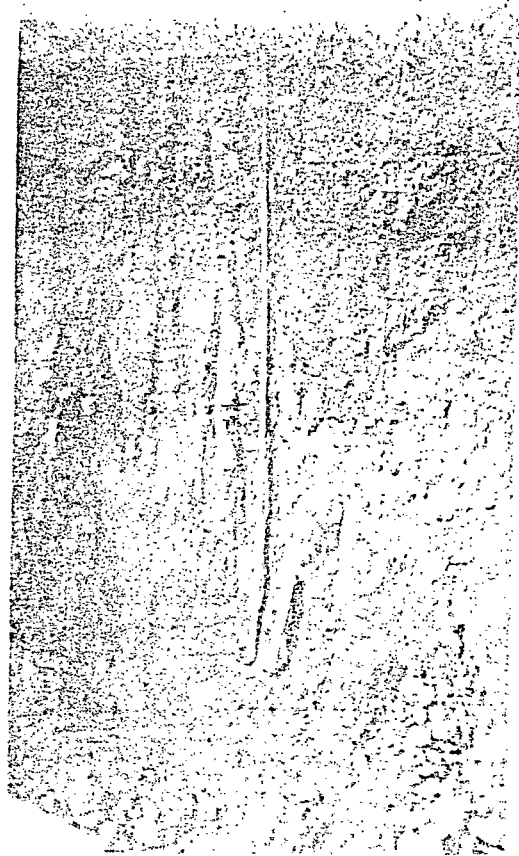


Figura 12. Fotografía de un ARENOSOL.

un poco de arcilla. Su símbolo es (Q1).

FERRALICO (de los símbolos químicos del hierro, Fe, y del aluminio, Al).

Se caracterizan por tener a cierta profundidad, manchas rojas o amarillentas (concentraciones de hierro o aluminio) muy notables. Su símbolo es (Qf).

CAMBICO (del latín **cambiare**: cambiar).

Se caracterizan porque, a pesar de ser arenosos, en el subsuelo forman algunos terrones, por lo que ya no se consideran como suelos de arena suelta. Su símbolo es (Qc).

CAMBISOL (del latín **cambiare**: cambiar. Literalmente, suelo que cambia).

Estos suelos por ser jóvenes y poco desarrollados, se presentan en cualquier clima, menos en las zonas áridas. Puede tener cualquier tipo de vegetación, ya que ésta se encuentra condicionada por el clima y no por el tipo de suelo. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa que parece más suelo de roca, ya que en ella se forman terrones, además pueden presentar acumulación de algunos materiales como arcilla, carbonato de calcio, fierro, manganeso, etc., pero sin que esta acumulación

sea muy abundante. También pertenecen a esta unidad, algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate (fase dúrica), siempre y cuando no se encuentren en zonas áridas, ya que entonces pertenecerían a otra unidad como Xerosol o Yermosol. En México son muy abundantes y se destinan a muchos usos. Los rendimientos que permiten varían de acuerdo con la subunidad de Cambisoles de que se trate y el clima en que se encuentren por lo tanto, se describirán junto con las subunidades. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (B) (Figura 13).

#### GELICO (del latín *gelidus*: congelado).

Se caracterizan por estar en una zona con congelación permanente, como en las cimas de los volcanes con nieves perpetuas. No tiene ningún uso productivo. Su símbolo es (Bx).

#### GLEYICO (del ruso *gley*: suelo pantanoso).

Se caracterizan por presentar alguna capa que se satura periódicamente con agua, ya que se encuentran en depresiones o llanuras en las que ésta se acumula. Generalmente tienen vegetación de pastizal y se usan para ganadería (ganado bovino), con buenos rendimientos, o en agricultura con cultivos de caña de azúcar y en

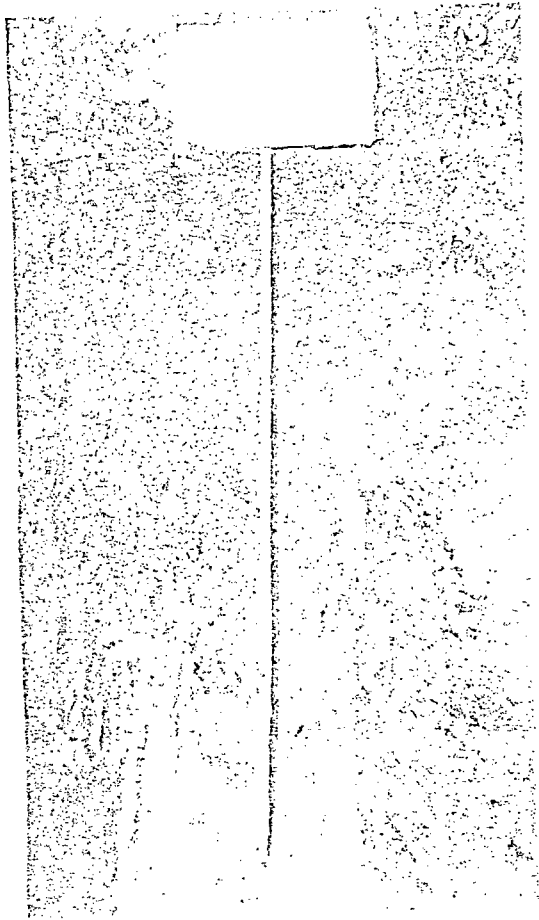


Figura 13. Fotografía de un CAMBISOL.

algunas áreas con arroz. Sus rendimientos son de medios a altos. Su símbolo es (Bg).

**VERTICO** (del latín **verto**: voltear).

Se caracterizan por tener una capa en el subsuelo de textura arcillosa, que se agrieta cuando está seca. También se usan con pastos y ganado bovino, o para cultivos como caña de azúcar y arroz; en ambos casos con rendimientos de medios a altos. Su símbolo es (Bv).

**CALCICO** (de calcio; del latín **calx**: cal).

Se caracterizan por ser calcáreos en todas sus capas, o por tener acumulación de caliche suelto en alguna profundidad, pero con una capa superficial de color claro, o pobre en materia orgánica. Se usan mucho en agricultura de temporal o de riego, principalmente en el cultivo de granos, oleaginosas u hortalizas y con rendimientos generalmente altos. Su símbolo es (Bk).

**HUMICO** (del latín **humus**: tierra).

Se caracterizan por tener en la superficie una capa de color oscuro o negro, rica en materia orgánica, pero muy ácida y muy pobre en nutrientes. En condiciones naturales, tiene una vegetación de selva o bosque que permite la explotación forestal, uso que es el más indicado,



ya que en agricultura o ganadería los rendimientos que proporcionan son bajos y su utilización productiva sólo dura unos pocos años. Su símbolo es (Bh).

FERRÁLICO (de los símbolos químicos Fe y Al, hierro y aluminio).

Se caracterizan por tener en el subsuelo unas manchas rojas o amarillas muy notables, y muy baja capacidad para retener nutrientes. Respecto a vegetación, usos y rendimientos, son muy parecidos a los suelos de la subunidad anterior. Su símbolo es (Bf).

CROMICO (del griego *kromos*: color).

Se caracterizan por ser de color rojizo o pardo oscuro, y por tener una alta capacidad para retener nutrientes. Se usan en ganadería con pastos naturales, inducidos o cultivados, y en agricultura para cultivos de granos y oleaginosas principalmente. En ambos casos, sus rendimientos son de medios a altos. Su símbolo es (Bc).

DISTRICO (del griego *dys*: malo, enfermo).

Se caracterizan por ser suelos muy ácidos y pobres en nutrientes. Respecto a vegetación, usos y rendimientos, son muy parecidos a las Subunidades de Cambisoles Húmicos y Ferrálicos. Su símbolo es (Bd).

EUTRICO (del griego eu: bueno).

Se caracterizan por presentar solamente lo indicado para la Unidad de Cambisol, sin ninguna de las características señaladas para las Subunidades. La vegetación natural que presentan, sus usos y su productividad son muy variados, de acuerdo con el tipo de clima en que se encuentren especialmente en agricultura, proporcionan rendimientos de moderados a altos. Su símbolo es (Be).

CASTAÑOZEM (del latín *castaneo*: castaño; y del ruso *zemljá*: tierra. Literalmente, tierra castaña).

Estos suelos se encuentran en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal, con algunas áreas de matorral. Se caracterizan por presentar una capa superior de color pardo o rojizo oscuros, rica en materia orgánica y nutrientes; y acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. En México se usan para ganadería extensiva mediante el pastoreo, e intensiva con pastos cultivados, con rendimientos de medios a altos; además, se usan en agricultura con cultivos de granos, oleaginosas y hortalizas, con rendimientos generalmente altos, sobre todo si están sometidos a riego, pues son suelos que tienen una alta fertilidad natural. Son moderadamente susceptibles a la erosión, salvo el

caso de la subunidad de Castañozem lúvico que es muy susceptible a ella. Su símbolo es (K) (Figura 14).

LUVICO (del latín *luvi*, *luo*: lavar).

Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo. Su símbolo es (Kl).

CALCICO (de calcio, del latín *calx*: cal).

Se caracterizan por tener acumulación de caliche suelto en una capa de color claro, de más de 15 cm de espesor. Su símbolo es (Kk).

HAPLICO (del griego *haplos*: simple).

Se caracterizan por tener acumulación de caliche suelto en pequeñas manchas blancas dispersas o en una capa de color claro, de menos de 15 cm de espesor. Su símbolo es (Kh).

CHERNOZEM (del ruso *cherno*: negro; y *zemljā*: tierra. Literalmente, tierra negra).

Son suelos que se encuentran en zonas semiáridas o de transición hacia climas más lluviosos. En condiciones naturales tienen vegetación de pastizal con algunas áreas de matorral. Se caracterizan por tener una capa superior de color gris o negro, rica en materia orgánica y nutrientes

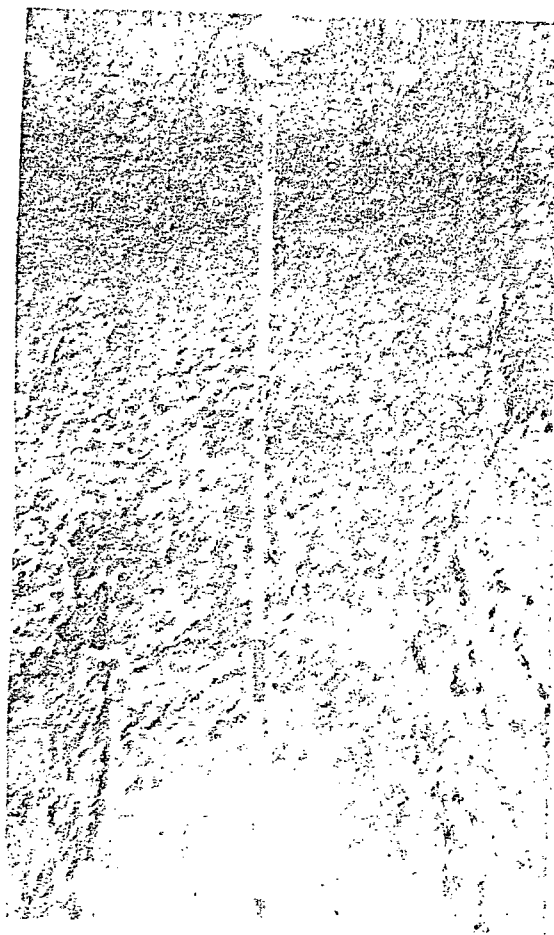


Figura 14. Fotografía de un CASTAÑOZEM.

y acumulación de caliche suelto o ligeramente cementado en el subsuelo. En México se usan para ganadería extensiva mediante el pastoreo, o intensiva con pastos cultivados, con rendimientos de medios a altos; además, se usan en agricultura con cultivos de granos, oleaginosas y hortalizas, con rendimientos generalmente altos, sobre todo si están sometidos a riego, pues son suelos que de manera natural tienen una alta fertilidad. Son moderadamente susceptibles a la erosión, salvo el caso de la subunidad de Chernozem lúvico que es muy susceptible a ella. Su símbolo es (C).

LUVICO (del latín *luvi*, *luo*: lavar).

Se caracterizan por tener acumulación de arcilla en el subsuelo. Su símbolo es (Cl) (Figura 15).

CALCICO (de calcio, del latín *calx*: cal).

Se caracterizan por tener acumulación de caliche suelto en una capa de color claro, de más de 15 cm de espesor. Su símbolo es (Ck).

HAPLICO (del griego *haplos*: simple).

Se caracterizan por tener acumulación de caliche suelto en pequeñas manchas blancas dispersas, o en una capa de color claro, de menos de 15 cm de espesor. Su

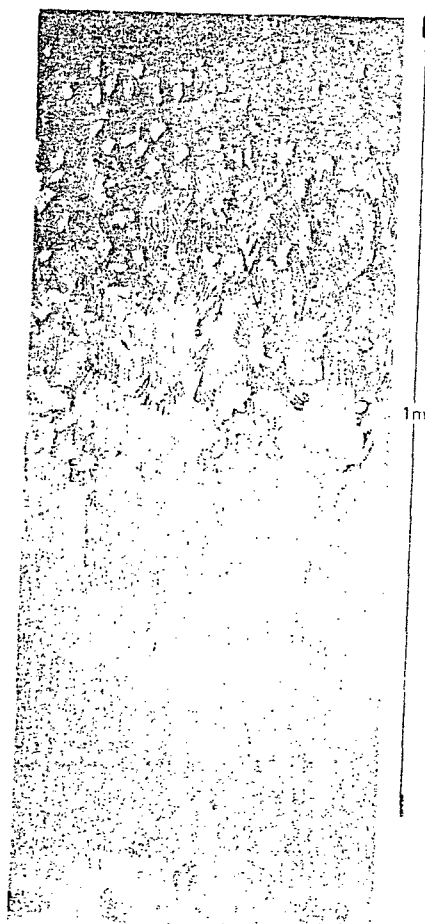


Figura 15. Esquema de un CHERNOZEM LUVICO.

símbolo es (Ch).

**FEOZEM** (del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljā*: tierra. Literalmente, tierra parda).

Son suelos que se encuentran en varias condiciones climáticas, desde zonas semiáridas, hasta templadas o tropicales muy lluviosas, así como en diversos tipos de terrenos, desde planos hasta montañosos. Pueden presentar casi cualquier tipo de vegetación en condiciones naturales.

Su característica principal es una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes semejante a las capas superficiales de los Chernozems y Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con que cuentan estos dos suelos.

Los Feozems son suelos abundantes en nuestro país, y los usos que se les dan son variados, en función del clima, relieve y algunas condiciones del suelo.

Muchos Feozems profundos y situados en terrenos planos se utilizan en agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con altos rendimientos. Otros menos profundos, o aquellos que se presentan en laderas y pendientes, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con mucha facilidad. Sin embargo pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. Como se ve, el uso óptimo para estos suelos

depende mucho del tipo de terreno y las posibilidades de obtener agua en cada caso. Su susceptibilidad a la erosión varía también en función de estas condiciones. Su símbolo es (H) (Figura 16).

LUVICO (del latín *luvi*, *luo*: lavar).

Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa de acumulación de arcilla. Algunos de estos suelos pueden ser algo más infértiles y ácidos que la mayoría de los Feozems. Se presentan muchas veces con vegetación de bosque o selva. Pueden ser agrícolas o forestales, en función de su profundidad, el relieve del terreno, etc. Tienen susceptibilidad moderada o alta a la erosión. Su símbolo es (H1).

GLEYICO (del ruso *gley*: suelo pantanoso).

Se caracterizan por presentar una capa que se satura periódicamente con agua, debido a que se encuentra en depresiones. Su vegetación natural es de pastizales, y se utilizan tanto en la ganadería de bovinos con buenos rendimientos, como en agricultura con rendimientos moderados y a veces altos. Prácticamente no se erosiona. Su símbolo es (Hg).

CALCARICO (del latín *calcareum*: calcáreo).



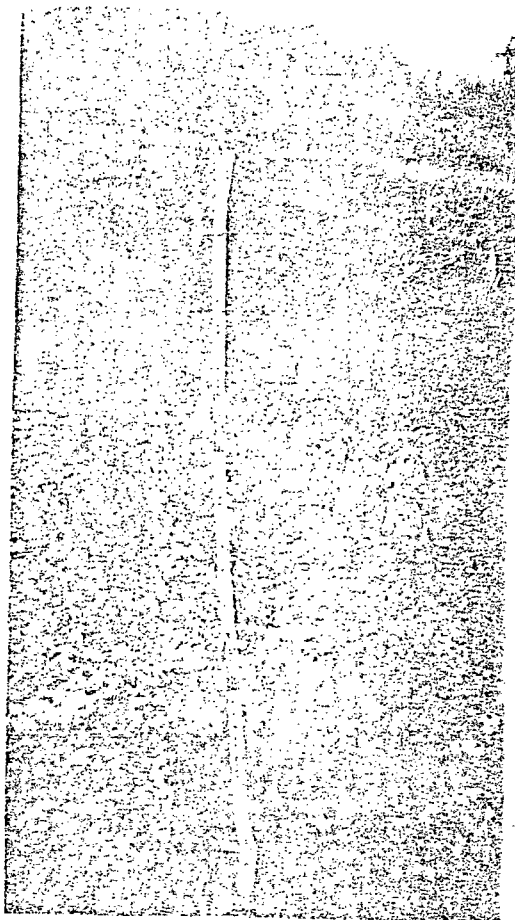


Figura 16. Fotografía de un FEOZEM.

Se caracterizan por tener cal en todos sus horizontes. Son los Feozem más fértiles y productivos en la agricultura o ganadería, cuando son profundos y planos. Su susceptibilidad a la erosión es variable en función del tipo de terreno. Su símbolo es (Hc).

**HAPLICO** (del griego **haplos**: simple).

Tienen sólo las características descritas para la unidad de Feozem. Sus posibles utilizaciones, productividad y tendencia a la erosión, dependen también de los factores que se han detallado para todos los Feozems. Su símbolo es (Hh).

**FERRALSOL** (de los símbolos químicos Fe y Al; hierro y aluminio. Literalmente, suelo de hierro y aluminio).

Son suelos que se presentan típicamente en zonas tropicales muy cálidas y lluviosas. Su vegetación natural es de selva baja o sabana. Se caracterizan por tener, debajo de un horizonte superficial no muy grueso, una capa extremadamente ácida y pobre en nutrientes, de color rojo, amarillo o pardo rosado. En México son escasos y se ha considerado que no tienen ningún uso salvo la explotación de la selva. Sin embargo, se pueden dedicar a la agricultura y ganadería nómadas siempre y cuando se proteja su capa superficial y se le enriquezca con

nutrientes, por ejemplo utilizando el método de roza-tumba-quema. Los rendimientos que se pueden obtener son bajos, o moderados a lo sumo, y disminuyen muy pronto con el uso continuo, de tal manera que los terrenos deben abandonarse durante algunos años para permitir que la selva vuelva a poblarse y se recupere el suelo. Su susceptibilidad a la erosión es moderada. Su símbolo es (F).

**PLINTICO** (del griego **plinthos**: ladrillo).

Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa gris clara o amarillenta con numerosas manchas rojas que se endurecen hasta formar gravas cuando quedan expuestas permanentemente al aire. No se tiene noticia de su existencia en México, pero en otros países se les ha considerado como los más improductivos de los Ferralsoles porque son extremadamente pobres en nutrientes. Su símbolo es (Fp) (Figura 17).

**HUMICO** (del latín **humus**: tierra).

Se caracterizan por tener altos contenidos de materia orgánica hasta la profundidad de un metro, por lo menos. Esto los hace ser algo más fértiles que la mayoría de los ferralsoles. Su símbolo es (Fh).

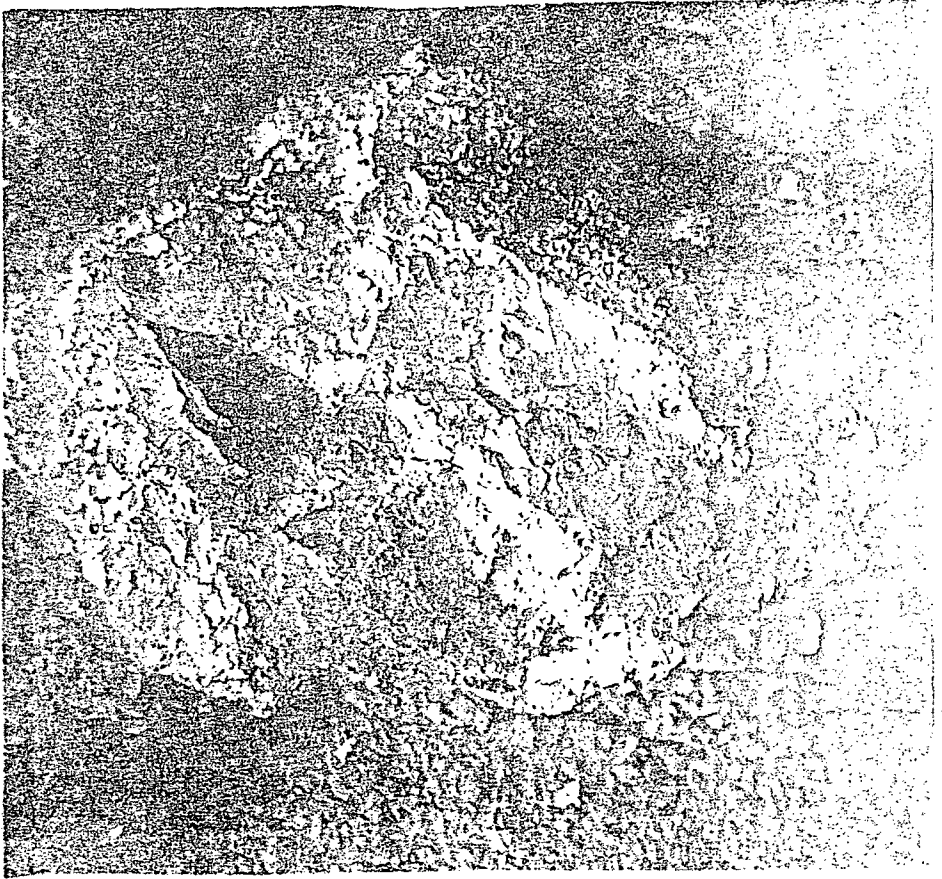


Figura 17. Terrón de suelo mostrando la PLINTITA.

ACRICO (del latín acre: agrio, ácido).

Se caracterizan por una ausencia casi total de nutrientes, ya que son incapaces de retenerlos. No forman terrones en el subsuelo. Su símbolo es (Fa).

RODICO (del griego rhodos: rojo).

Se caracterizan por tener un subsuelo de color rojo o rojo oscuro. Su símbolo es (Fr).

XANTICO (del griego xanthos: amarillo).

Se caracterizan por presentar color amarillo o amarillo pálido en el subsuelo. Su símbolo es (Fx).

ORTICO (del griego orthos: recto, derecho).

Se caracterizan por presentar sólo las características fundamentales de la Unidad Ferralsol, y no presentan las que se han apuntado en las demás subunidades. Su símbolo es (Fo).

FLUVISOL (del latín fluvius: río. Literalmente, suelo de río).

Se caracterizan por estar formados siempre por materiales acarreados por agua. Están constituidos por materiales disgregados que no presentan estructura en terrones, es decir, son suelos muy poco desarrollados. Se encuentran

en todos los climas y regiones de México, cercano siempre a los lagos o sierras desde donde escurre el agua a los llanos, así como en los lechos de los ríos. La vegetación que presentan varía desde selvas hasta matorrales y pastizales, y algunos tipos de vegetación son típicos de estos suelos como los ahuehetes, ceibas o sauces. Presentan muchas veces capas alternadas de arena, arcilla o grava, que son productos del acarreo de dichos materiales por inundaciones o crecidas no muy antiguas.

Pueden ser someros o profundos, arenosos o arcillosos, fértiles o infértiles, en función del tipo de materiales que lo forman. Sus usos y rendimientos se analizarán, por lo tanto, en las descripciones de las subunidades en que se divida a estos suelos. Su símbolo es (J).

#### TIONICO (del griego *thios*: azufre).

Se caracterizan por ser muy ácidos debido a su riqueza en azufre. Prácticamente no tienen utilidad. Se presentan sólo en pequeñas áreas. Su símbolo es (Jt).

#### GLEYICO (del ruso *gley*: suelo pantanoso).

Se caracterizan porque al menos alguna de sus capas se satura periódicamente con agua. Estos suelos son muchas veces de color gris o verdoso y cuando se secan les aparecen manchas rojizas.

Se pueden utilizar para ganado bovino con buenos resultados, o en agricultura con diversos cultivos, en función del grado de inundación que presenten, y de su fertilidad y textura. Su símbolo es (Jg).

CALCARICO (del latín *calcareum*: calcáreo).

Se caracterizan por contener cantidades altas de cal en toda la superficie, o cuando menos en algunas partes no muy profundas. Tienen en general suficientes nutrientes. Se encuentran en las zonas áridas del Centro y Norte del país y se utilizan para la agricultura, con rendimientos moderados o altos, en función del agua disponible y la capacidad del suelo para retenerla. En ocasiones, en zonas muy secas, se utilizan para el pastoreo con rendimientos moderados. Su símbolo es (Jc).

DISTRICO (del griego *dys*: malo, enfermo).

Se caracterizan por contener pocos nutrientes, o por tenerlos escasos en algunas partes. Muchas veces son ricos en arenas de cuarzo. En México se encuentran principalmente en las costas del Pacífico, desde Jalisco hasta Chiapas. No son muy abundantes. Su vegetación es de selvas o matorrales.

Se utilizan para la agricultura, sobre todo de maíz, sandía y algunas palmas, con rendimientos moderados.

De los Fluvisoles, son de los más infértiles. Su símbolo es (Jd).

**EUTRICO** (del griego **eu**: bueno).

Se caracterizan por presentar sólo las características de la unidad de los Fluvisoles, sin poseer ninguna de las que presentan las otras subunidades. Son los Fluvisoles más abundantes en México. Tienen una gran variedad de usos: bajo riego dan buenos rendimientos agrícolas de cereales y leguminosas.

En zonas muy cálidas y húmedas se usan para la ganadería, muchas veces con pastizales cultivados, con buenos rendimientos. En otros casos se utilizan para el pastoreo o cultivo de hortalizas. Sus rendimientos varían en función de su textura y profundidad, y del agua disponible en cada caso. Su símbolo es (Je). (Figura 18).

**GLEYSOL** (del ruso **gley**: suelo pantanoso).

Son suelos que se encuentran en casi todos los climas, en zonas donde se acumula y estanca el agua, cuando menos en la época de lluvias, como las lagunas costeras, o las partes más bajas y planas de los valles y las llanuras. Se caracterizan por presentar, en la parte en donde se saturan con agua, colores grises, azulosos o verdosos, que muchas veces al secarse y exponerse al aire se manchan



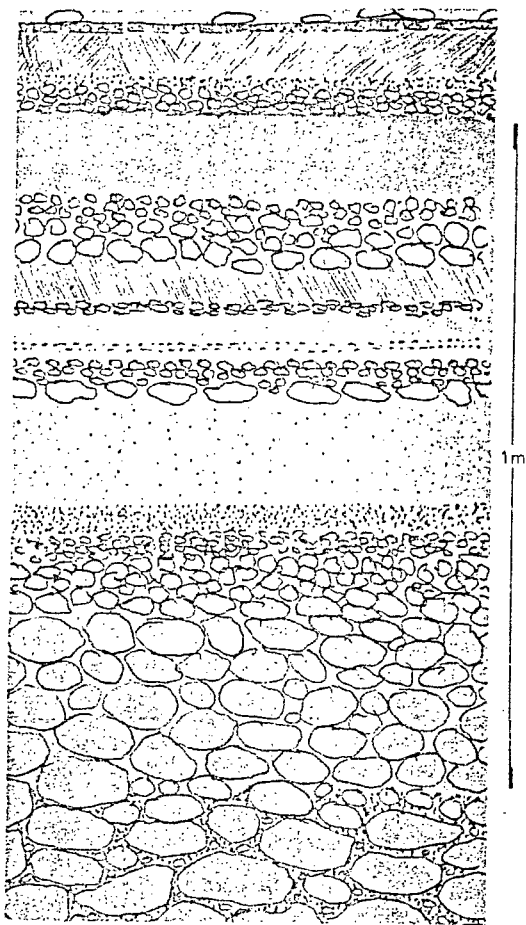


Figura 18. Esquema de un FLUVISOL EUTRICO.

de rojo. La vegetación natural que presentan estos suelos es generalmente de pastizal, y en algunos casos en las zonas costeras, de cañaverales o manglar. Muchas veces, estos suelos presentan acumulación de salitre. Se usan en México para la ganadería de bovinos, con rendimientos de moderados a altos, estos últimos sobre todo en el sudeste. En algunos casos se pueden utilizar para la agricultura con cultivos que toleran la inundación o la necesitan, tales como el arroz o a la caña, con buenos resultados. Son muy poco susceptibles a la erosión. Su símbolo es (G).

PLINTICO (del griego *plinthos*: ladrillo).

Se caracterizan por tener en el subsuelo una capa con manchas rojas que se puede endurecer si se expone permanentemente al aire. Su símbolo es (Gp).

VERTICO (del latín *verto*: voltear).

Presentan en algunas partes, grietas cuando la superficie se seca. Su símbolo es (Gv) (Figura 19).

MOLICO (del latín *mollis*: suave).

Tienen una capa superficial oscura, fértil, suave y rica en materia orgánica. Su símbolo es (Gm).

HUMICO (del latín *humus*: tierra).

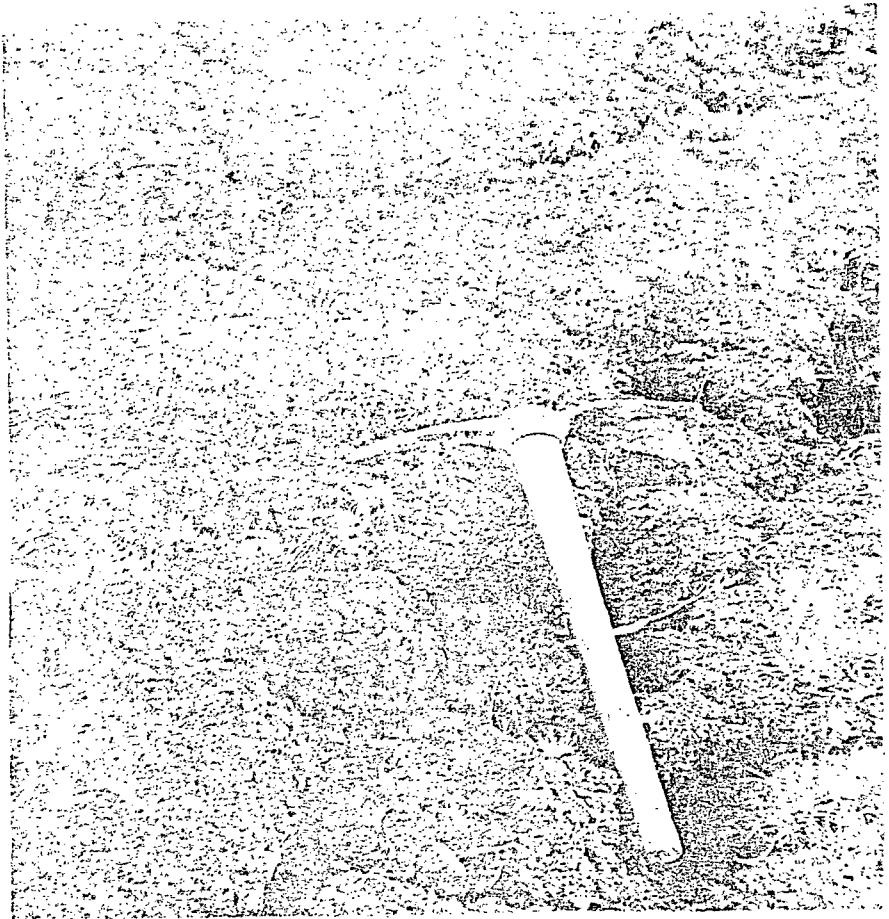


Figura 19. Grietas en un GLEYSOL VERTICO.

Presentan una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero infértil y ácida. Su símbolo es (Gh).

**CALCARICO** (del latín **calcareum**: calcáreo).

Son suelos ricos en cal. Su símbolo es (Gc).

**DISTRICO** (del griego **dys**: malo, enfermo).

Presentan acidez moderadas y son infértiles. Su símbolo es (Gd).

**EUTRICO** (del griego **eu**: bueno).

Son fértiles y presentan sólo las características mencionadas para la unidad. Su símbolo es (Ge).

**HISTOSOL** (del griego **histos**: tejido. Literalmente suelos de tejidos. Se refiere a tejidos orgánicos).

Son suelos que se encuentran en México en zonas de climas húmedos, ya sea templados o cálidos. Están restringidos a las áreas en donde se acumulan el agua y los desechos de muchas plantas que quedan en la superficie sin descomponerse durante mucho tiempo. Se encuentran en zonas pantanosas o en los lechos de antiguos lagos.

Se caracterizan por tener altas cantidades de materia orgánica, en forma de hojarasca, fibras, madera o humus.

En ocasiones tienen un olor a podrido. Su vegetación natural es de pastizal o popal. Muchas veces presentan acumulación de salitre.

En nuestro país se utilizan algunos de estos suelos para la agricultura, sobre todo de hortalizas, con resultados aceptables o hasta muy buenos, dependiendo del grado de sales e inundación que tengan, así como de su fertilidad. Los que se hallan en las zonas costeras y tienen vegetación de popal, prácticamente no se usan. No son susceptibles a la erosión. Son suelos poco abundantes en México. Su símbolo es (0).

DISTRICO (del griego dys: malo, enfermo).

Son los Histosoles más infértiles, y se caracterizan por ser muy ácidos. Son ricos en Nitrógeno, pero pobres en los demás nutrientes que necesitan las plantas. Su símbolo es (0d).

EUTRICO (del griego eu: bueno).

Son menos ácidos y por lo tanto más fértiles que los districos. Su símbolo es (0e) (Figura 20).

LITOSOL (del griego lithos: piedra. Literalmente, suelo de piedra).

Son suelos que se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación. Se caracterizan

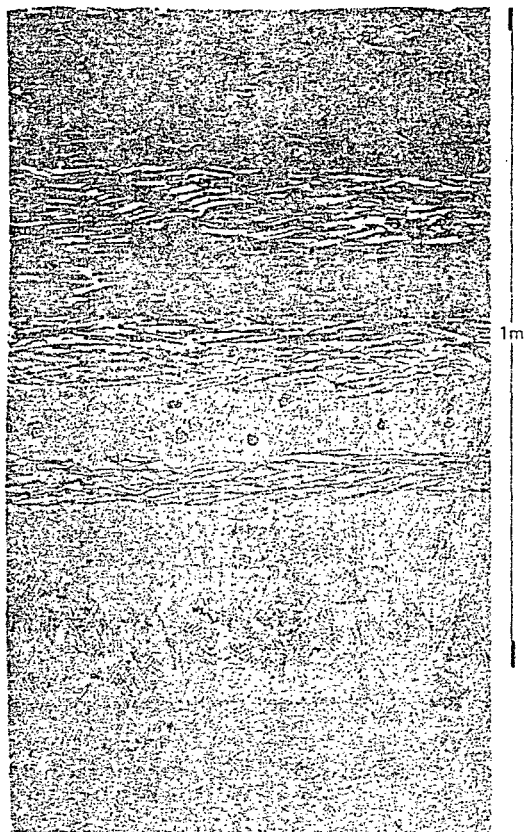


Figura 20. Esquema de un HISTOSOL EUTRICO.

por tener una profundidad menor de 10 centímetros hasta la roca, tepetate o caliche duro. Se localizan en todas las sierras de México, en mayor o menor proporción, en laderas, barranca y malpaís, así como en lomeríos y en algunos terrenos planos.

Tienen características muy variables, en función del material que los forma. Pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a erosionarse depende de la zona en donde se encuentren, de la topografía y del mismo suelo, y puede ser desde moderada hasta muy alta.

El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su utilización es forestal; cuando presentan pastizales o matorrales se puede llevar a cabo algún pastoreo más o menos limitado, y en algunos casos se usan con rendimientos variables, para la agricultura, sobre todo de frutales, café y nopal. Este empleo agrícola se halla condicionado a la presencia de suficiente agua y se ve limitado por el peligro de erosión que siempre existe. No tienen subunidades y su símbolo es (j) (Figura 21).

LUVISOL (del latín *luvi*, *luo*: lavar. Literalmente, suelo lavado).

Son suelos que se encuentran en zonas templadas

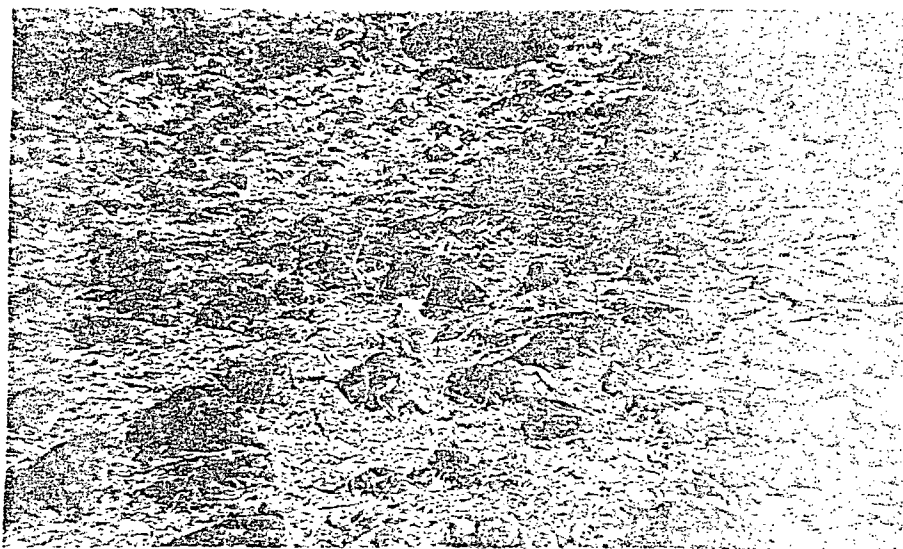


Figura 21. Fotografía de un LITOSOL (suelo somero).



o tropicales lluviosas, aunque en ocasiones se pueden encontrar en climas algo más secos. Su vegetación es de bosque o selva. Se caracterizan por tener, a semejanza de los Acrisoles, un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, pero son más fértiles y menos ácidos que éstos. Son frecuentemente rojos o claros, aunque también presentan tonos pardos o grises, que no llegan a ser muy oscuros.

Se usan en México con fines agrícolas y rendimientos moderados, aunque en zonas tropicales proporcionan rendimientos más altos, en cultivos tales como el café y algunos frutales tropicales. Su productividad en el cultivo de frutales como el aguacate también puede ser alta en algunas zonas templadas.

Con pastizales cultivados o inducidos pueden dar buenas utilidades en la ganadería. El uso forestal de este suelo es muy importante, y sus rendimientos sobresalientes. Los principales aserraderos del país se encuentran en áreas donde los Luvisoles son abundantes.

Son suelos de alta susceptibilidad a la erosión y es importante indicar que en México muchos Luvisoles se hallan erosionados debido al uso agrícola y pecuario que se ha hecho en ellos sin tomar las precauciones necesarias para evitar este fenómeno. Su símbolo es (L) (Figura 22).

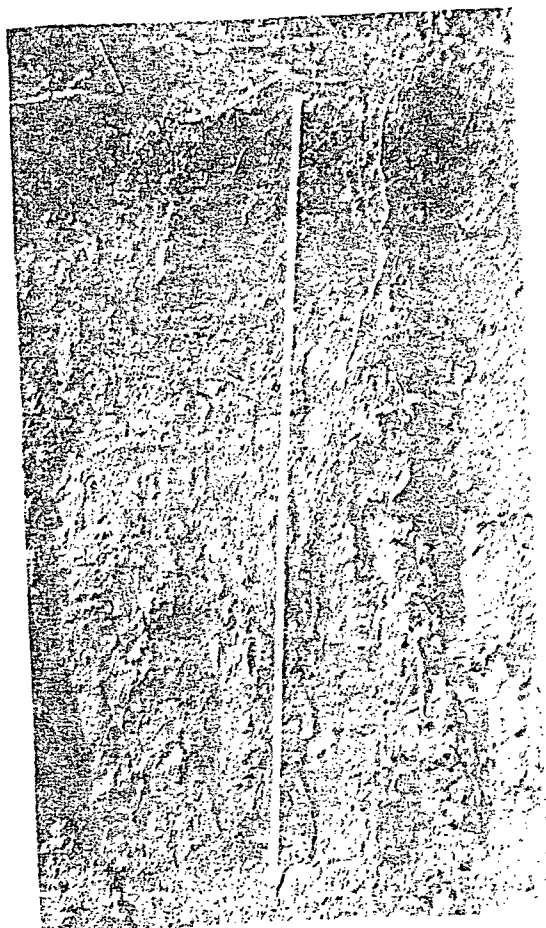


Figura 22. Fotografia de un LUVISOL.

PLINTICO (del griego *plinthos*: ladrillo).

Presentan en el subsuelo una capa con manchas rojas que se endurecen si quedan expuestas permanentemente al aire. Es generalmente ácido. Su símbolo es (Lp).

GLEYICO (del ruso *gley*: suelo pantanoso).

Presentan una capa que se satura con agua, al menos en alguna época. Esta capa tiene color gris o azulado y se mancha de rojo al exponerse al aire. Su símbolo es (Lg).

VERTICO (del latín *verto*: voltear).

Presentan, cuando están secos, grietas en el subsuelo. Son de fertilidad moderada o alta. Su símbolo es (Lv).

CALCICO (de calcio, del latín *calx*: cal).

Son ricos en cal, que puede presentarse en el subsuelo en forma de polvo o de caliche. Son de fertilidad moderada o alta. Su símbolo es (Lk).

ALBICO (del latín *albus*: blanco).

Tiene en la parte superior del subsuelo una capa clara infértil y más arenosa que el resto del suelo. Su símbolo es (La).

FERRICO (del latín *ferrum*: hierro).

Presentan manchas rojas de hierro en el subsuelo, y son bastante ácidos e infértiles. Su símbolo es (Lf).

CROMICO (del griego *kromos*: color).

Presentan colores rojos o amarillentos en el subsuelo. Son de fertilidad moderada. Su símbolo es (Lc).

ORTICO (del griego *orthos*: recto, derecho).

No presentan las características mencionadas en los grupos anteriores. Su fertilidad es moderada. Su símbolo es (Lo).

NITOSOL (del latín *nitidus*: brillante. Literalmente, suelo brillante).

Son suelos que se localizan en ciertas zonas muy lluviosas, tanto cálidas como templadas. Su vegetación natural es, como en el caso de los Luvisoles y Acrisoles, de bosque o selva.

Se caracterizan por poseer un subsuelo muy profundo, enriquecido con arcilla. Normalmente tienen una capa superficial delgada, y el subsuelo se extiende desde su límite inferior hasta más de metro y medio de profundidad. Sus colores son rojizos casi siempre.

Estos suelos presentan una fertilidad que puede ser desde moderada hasta baja, y de aquí que sus rendimientos agrícolas sean variables. Se utilizan para cultivar granos y, en zonas tropicales o semitropicales, para otros cultivos tales como el tabaco en la costa de Nayarit. Con pastizales inducidos dan buenos resultados en la cría de bovinos. El uso forestal es el que mejor conserva las potencialidades de estos suelos, que presentan una susceptibilidad a la erosión que fluctúa entre moderada y alta. Su símbolo es (N).

HUMICO (del latín *humus*: tierra).

Son ricos en materia orgánica. Su símbolo es (Nh) (Figura 23).

DISTRICO (del griego *dys*: malo, enfermo).

Son ácidos e infértiles. Su símbolo es (Nd).

EUTRICO (del griego *eu*: bueno).

Son ligeramente ácidos y más fértiles que los districos. Su símbolo es (Ne).

PLANASOL (del latín *planus*: plano, llano. Literalmente, suelo plano).

Estos suelos generalmente se presentan en climas

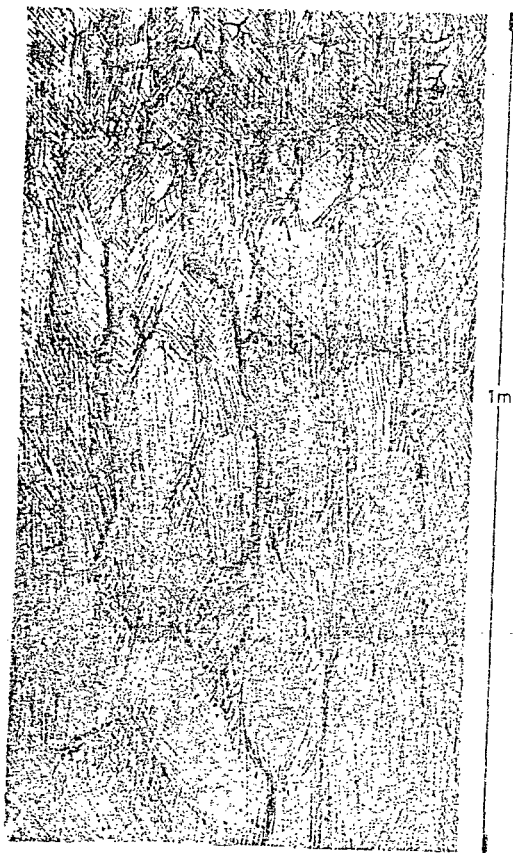


Figura 23. Esquema de un NITOSOL HUMICO.

semiáridos en nuestro país. Su vegetación natural es de pastizal. Se caracterizan por presentar, debajo de la capa más superficial, una capa más o menos delgada de un material claro que es siempre menos arcilloso que las capas que lo cubren y lo subyacen. Esta capa es infértil y ácida, y a veces impide el paso de las raíces. Debajo de la capa mencionada se presenta un subsuelo muy arcilloso e impermeable, o bien, roca o tepetate, también impermeables.

En México, estos suelos se utilizan con rendimientos moderados en la ganadería de bovinos, ovinos y caprinos en el Centro y Norte del país.

En ocasiones se utilizan también para la agricultura, con rendimientos variables en función del tipo de capa superficial (ver subunidades).

Son muy susceptibles a la erosión, sobre todo de las capas más superficiales que descansan sobre la arcilla o tepetate impermeables. Su símbolo es (W) (Figura 24).

**SOLODICO** (del ruso **solod**: suelos sódicos).

Presentan en el subsuelo concentraciones moderadamente altas de álcali (sodio). Su símbolo es (Ws).

**MOLICO** (del latín **mollis**: suave).

Tienen una capa superficial fértil, oscura y rica



BIBLIOTECA CENTRAL

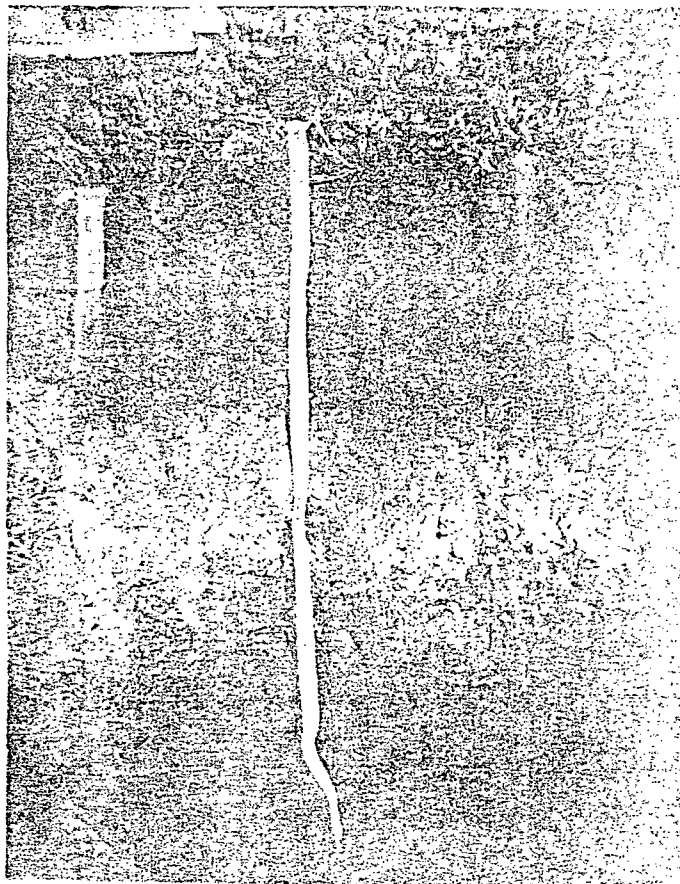


Figura 24. Fotografía de un PLANOSOL.



en materia orgánica. Son los Planosoles más fértiles. Su símbolo es (Wm).

HUMICO (del latín *humus*: tierra).

Tienen una capa superficial oscura y rica en materia orgánica, pero infértil y ácida. Su símbolo es (Wh).

DISTRICO (del griego *dys*: malo, enfermo).

Son suelos infértiles y de cierta acidez. Su símbolo es (Wd).

EUTRICO (del griego *eu*: bueno).

Son suelos fértiles que no presentan las características de ninguno de los grupos anteriores. Su símbolo es (We).

PODZOL (del ruso *pod*: debajo; y *zola*: ceniza. Literalmente, ceniza debajo).

Son suelos de climas húmedos templados o semifríos. Su vegetación natural es de bosque. Se caracterizan por tener un subsuelo enriquecido con humus y sustancias abundantes en hierro, que le dan colores negros y rojizos. Son generalmente arenosos y ácidos.

Se utilizan principalmente con fines forestales en otros países.

En México no se les ha encontrado. Su símbolo es (P).

**PLACICO** (del griego **plax**: piedra plana).

Presentan en el subsuelo una capa delgada endurecida, muy rica en hierro. Su símbolo es (Pp).

**GLEYICO** (del ruso **gley**: suelo pantanoso).

Presentan en el subsuelo una capa que se satura periódicamente con agua. Su símbolo es (Pg).

**HUMICO** (del latín **humus**: tierra).

Presentan en el subsuelo una capa oscura, rica en materia orgánica. Su símbolo es (Ph). (Figura 25).

**ORTICO** (del latín **orthos**: recto, derecho).

Presentan un subsuelo de color rojizo, rico en hierro, que no está endurecido ni contienen acumulación de humus. Su símbolo es (Po).

**PODZOLUVISOL** (de Podzol y Luvisol).

Son suelos de climas húmedos, templados o semifríos. Su vegetación natural es de bosque.

Se caracterizan por tener un subsuelo enriquecido con arcilla, de color gris o amarillento, y que presenta

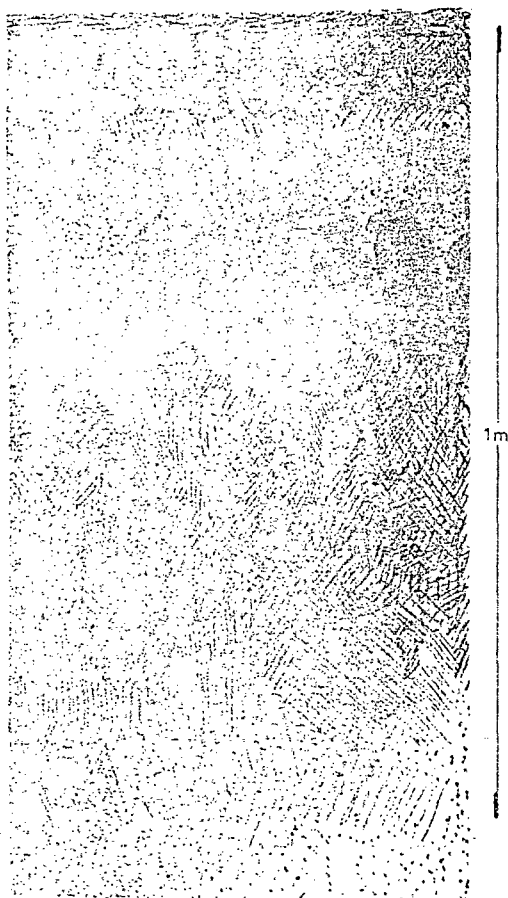


Figura 25. Esquema de un PODZOL HUMICO.

grandes manchas rojas.

Sus usos en otros países son principalmente forestales. En México no se les ha encontrado. Su símbolo es (D).

**GLEYICO** (del ruso **gley**: suelo pantanoso).

Presentan en el subsuelo una capa en la que se estanca el agua. Es de color gris o azulado, en ocasiones con manchas rojizas. Su símbolo es (Dg).

**DISTRICO** (del griego **dys**: malo, enfermo).

Son muy ácidos e infértiles. Su símbolo es (Dd) (Figura 26).

**EUTRICO** (del griego **eu**: bueno).

Son moderadamente ácidos y más fértiles que los dísticos. Su símbolo es (De).

**RANKER** (del austriaco **rank**: pendiente fuerte. Literalmente, de la pendiente fuerte).

Son suelos de climas templados húmedos, o semifríos húmedos. Su vegetación natural es de bosque. Se caracterizan por tener una capa superficial oscura y rica en humus, pero ácida e infértil. Debajo de ella se presenta la roca, de colores claros generalmente, que nunca es roca caliza o caliche.

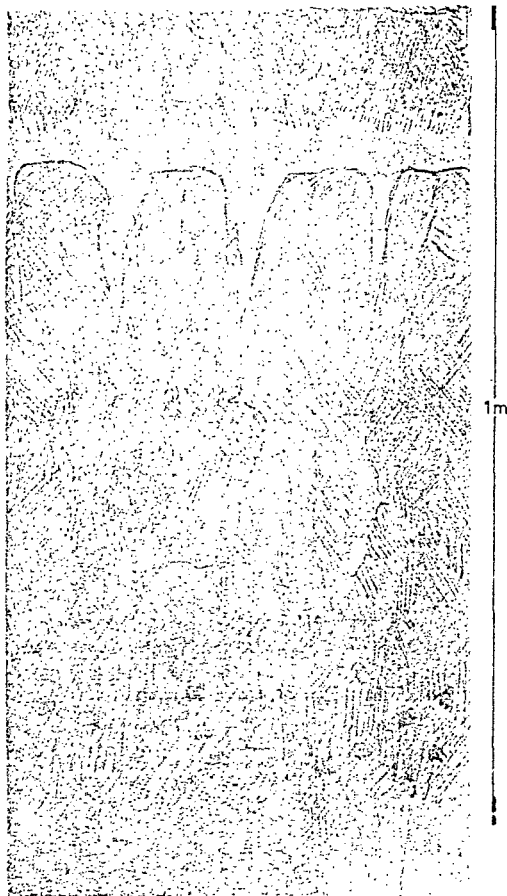


Figura 26. Esquema de un PODZOLUVISOL DÍSTICO.

Su principal uso en México, donde son poco abundantes es el forestal. Su susceptibilidad a la erosión es alta cuando sufren desmonte, debido a que se encuentran generalmente en las laderas. No tiene subunidades. Su símbolo es (U). (Figura 27).

REGOSOL (del griego **rhēgos**: manto, cobija. Denominación connotativa de la capa de material suelto que cubre a la roca).

Son suelos que se pueden encontrar en muy distintos climas y con diversos tipos de vegetación.

Se caracterizan por no presentar capas distintas. En general son claros y se parecen bastante a la roca que los subyace, cuando no son profundos.

Se encuentran en las playas, dunas y, en mayor o menor grado, en las laderas de todas las sierras mexicanas, muchas veces acompañado de Litosoles y de afloramientos de roca o tepetate.

Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su uso agrícola está principalmente condicionado a su profundidad y al hecho de que no presenten pedregosidad. En las regiones costeras se usan algunos Regosoles arenosos para cultivar cocoteros y sandía, entre otros frutales, con buenos rendimientos.

En Jalisco y otros estados del Centro, se cultivan

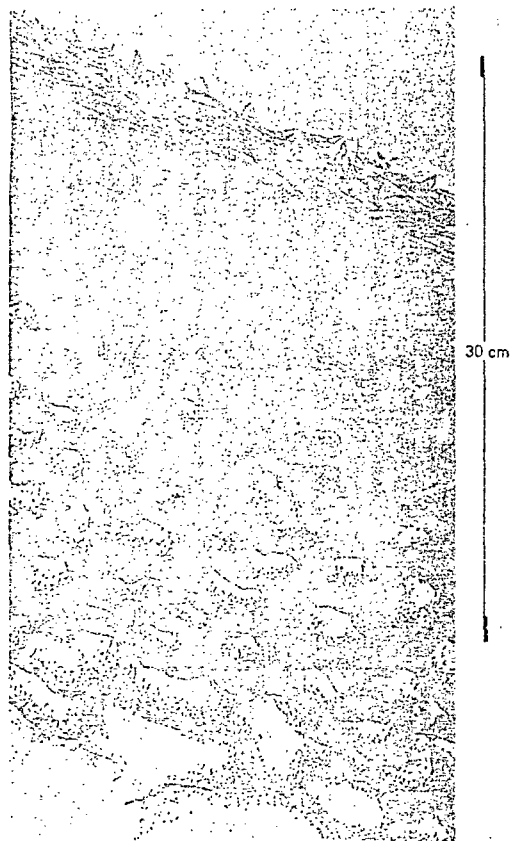


Figura 27. Esquema de un RANKER FASE LITICA.

principalmente granos, con resultados moderados o bajos. En las sierras encuentran un uso pecuario y forestal, con resultados variables, en función de la vegetación que exista.

Son de susceptibilidad variable a la erosión. Su símbolo es (R) (Figura 28).

GELICO (del latín *gellidus*: congelado).

Presentan congelamiento permanente en alguna parte del subsuelo; se encuentran en las cimas nevadas de los volcanes. Su símbolo es (Rx).

CALCARICO (del latín *calcareum*: calcáreo).

Son suelos ricos en cal. Son los más fértiles de los Regosoles. Su símbolo es (Rc).

DISTRICO (del griego *dys*: malo, enfermo).

Son suelos infértiles y ácidos. Su símbolo es (Rd).

EUTRICO (del griego *eu*: bueno).

No presentan las características señaladas para los tres grupos anteriores. Son de fertilidad moderada o alta. Su símbolo es (Re).



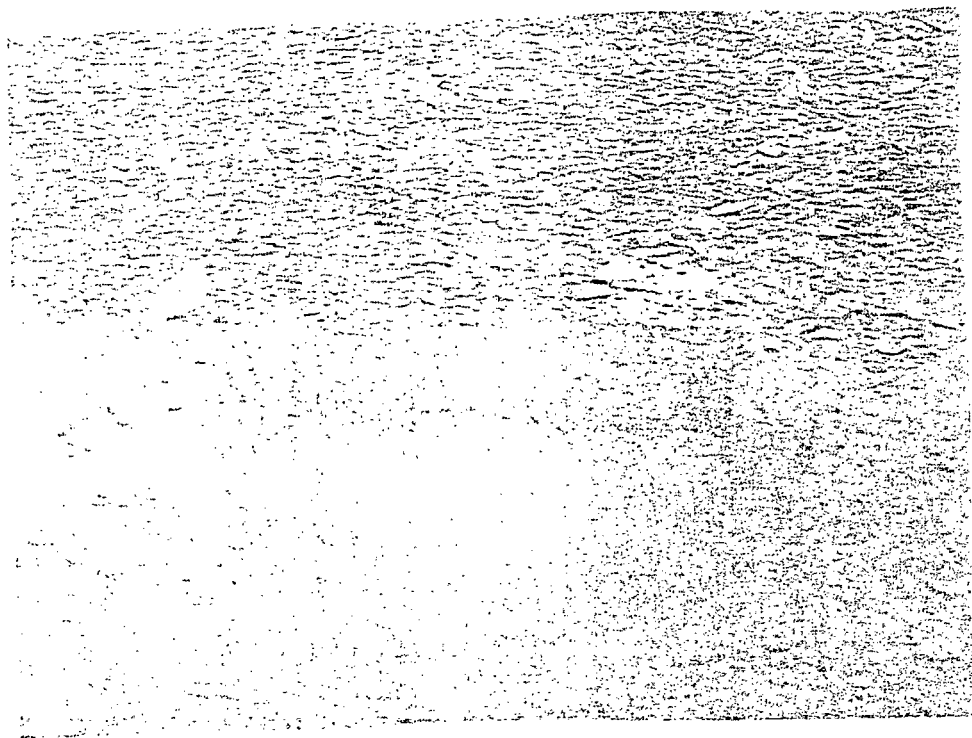


Figura 28. Fotografía de un REGOSOL.

**RENDZINA** (nombre polaco que se da a los suelos poco profundos y pegajosos que se presentan sobre rocas calizas).

Estos suelos se presentan en climas cálidos o templados con lluvias moderadas o abundantes. Su vegetación natural es de matorral, selva o bosque.

Se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y muy fértil, que descansa sobre roca caliza o algún material rico en cal. No son muy profundos. Son generalmente arcillosos.

Cuando se encuentran en llanos o lomas suaves se utilizan, sobre todo en Tamaulipas y la península de Yucatán, para sembrar henequén, con buenos rendimientos, y maíz, con rendimientos bajos.

Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos o moderados, pero con gran peligro de erosión en las laderas y lomas.

El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presentan. Su susceptibilidad a la erosión es moderada. No tienen subunidades. Su símbolo es (E) (Figura 29).

**SOLONCHAK** (del ruso sol: sal. Literalmente, suelos salinos).

Son suelos que se presentan en diversos climas, en zonas en donde se acumula el salitre, tales como lagunas



Figura 29. Fotografía de una RENDZINA.

costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las zonas secas del país.

Se caracterizan por presentar un alto contenido de sales en alguna parte del suelo, o en todo él. Su vegetación, cuando la hay, está formada por pastizales o por algunas plantas que toleran el exceso de sal.

Su uso agrícola se halla limitado a cultivos muy resistentes a las sales. En algunos casos es posible eliminar o disminuir su concentración de salitre por medio del lavado, lo cual los habilita para la agricultura. Su uso pecuario depende de la vegetación que sostenga, pero de cualquier forma, sus rendimientos son bajos. Algunos de estos suelos se utilizan como salinas.

Los Solonchak son suelos con poca susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (Z) (Figura 30).

**GLEYICO** (del ruso *gley*: suelo pantanoso).

Tienen en el subsuelo una capa en la que se estanca el agua. Esta es gris o azulosa y al exponerse al aire se mancha de rojo. Su símbolo es (Zg).

**TAKIRICO** (del uzbekistán *takyr*: llano estéril).

Presentan en la superficie una capa arcillosa que se rompe en forma de polígonos cuando está seca. Su símbolo es (Zt).

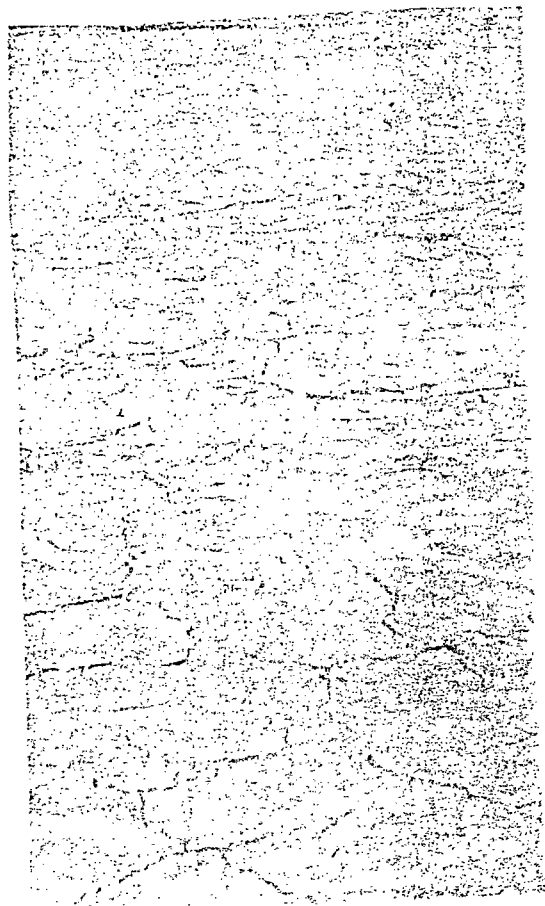


Figura 30. Costra de sales en un SOLONCHAK.

MOLICO (del latín *mollis*: suave).

Presentan una capa superficial oscura, rica en materia orgánica y fértil. Su símbolo es (Zm).

ORTICO (del griego *orthos*: recto, derecho).

Presentan sólo las características definidas para la unidad. Su símbolo es (Zo).

SOLONETZ (del ruso *sol*: sal. Se refiere a suelos arcillosos, ricos en sodio).

Estos suelos se localizan en varios climas, en zonas donde se acumulan las sales y, en particular, el álcali de sodio.

Su vegetación natural, cuando la hay, es de pastizal o algunos matorrales.

Se caracterizan por tener un subsuelo arcilloso que presenta terrones duros en forma de columnas. Este subsuelo y, a veces, otras partes del suelo, presentan un contenido alto de álcali.

Su utilización agrícola es muy limitada y su mejoramiento difícil y costoso.

Cuando presentan pastizales se usan en ganadería de bovinos, con rendimientos bajos. Son poco susceptibles a la erosión. Su símbolo es (S).

GLEYICO (del ruso *gley*: suelo pantanoso).

presentan en el subsuelo una capa en la que se estanca el agua. Esta es de colores grises o azulosos y se mancha de rojo al exponerse al aire. Su símbolo es (Sg).

ALBICO (del latín *albus*: blanco).

Presentan en la parte superior del subsuelo una capa de color claro, infértil y más arenosa que el resto. Su símbolo es (Sa).

MOLICO (del latín *mollis*: suave).

Presentan una capa superficial, suave, oscura, fértil y rica en materia orgánica. Su símbolo es (Sm) (Figura 31).

ORTICO (del griego *orihos*: recto, derecho).

Presentan sólo las características descritas para la unidad. Su símbolo es (So).

VERTISOL (del latín *verto*: voltear. Literalmente, suelo que se revuelve, que se voltea).

Son suelos que se presentan en climas templados y cálidos, en zonas en las que hay una marcada estación seca y otra lluviosa.

La vegetación natural de estos suelos va desde las selvas bajas hasta los pastizales y matorrales de los

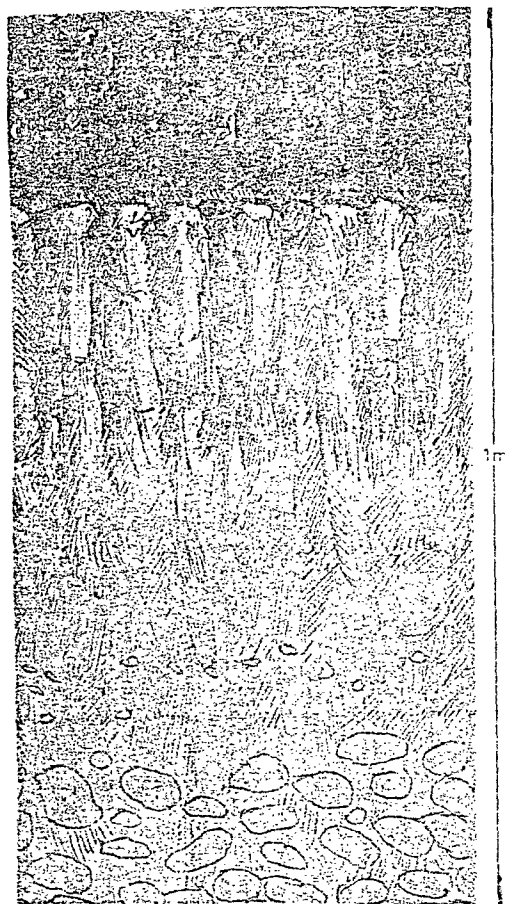


Figura 31. Esquema de un SOLONETZ MOLICO.



climas semisecos.

Se caracterizan por las grietas anchas y profundas que aparecen en ellos en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, frecuentemente negros o grises en las zonas del Centro y Oriente de México; y cafés rojizos en el Norte.

Son pegajosos cuando están húmedos y muy duros cuando están secos. A veces son salinos.

Su utilización agrícola es muy extensa, variada y productiva. Son casi siempre muy fértiles pero presentan ciertos problemas para su manejo, ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de inundación y drenaje.

Estos son los suelos en donde se produce la mayor cantidad de la caña de azúcar mexicana, así como del arroz y del sorgo. Todos ellos con buenos rendimientos.

En el Bajío, además de los cultivos mencionados, se producen granos y hortalizas de riego y temporal, así como fresa y otros varios, con rendimientos muy altos.

En la costa del Golfo también abundan estos suelos y se siembra en ellos caña de azúcar, maíz y cítricos. En la del Pacífico se les encuentra con frecuencia, sobre todo en Sinaloa y Nayarit, donde se cultivan el jitomate y el chile.

En el Norte se usan para la agricultura de riego, básicamente de algodón y granos, con rendimientos buenos en todos los casos. Para la utilización pecuaria, cuando presentan pastizales, son también suelos muy adecuados, sobre todo en el Norte y Noreste del país.

Tienen por lo general una baja susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es (V).

**CROMICO** (del griego *kromos*: color).

Son Vertisoles que se caracterizan por su color pardo o rojizo. Donde más frecuentemente se encuentran es en climas semisecos, y generalmente se han formado a partir de rocas calizas. Su símbolo es (Vc).

**PELICO** (del griego *pellos*: grisáceo sin color).

Estos son Vertisoles negros o grises oscuros. Se encuentran en las costas, en el Bajío y en la parte Sur del país. Su símbolo es (Vp) (Figura 32).

**XEROSOL** (del griego *xeros*: seco. Literalmente, suelo seco).

Estos suelos se localizan en las zonas áridas y semiáridas del Centro y Norte de México. Su vegetación natural, es de matorrales y pastizales.

Se caracterizan por tener una capa superficial de

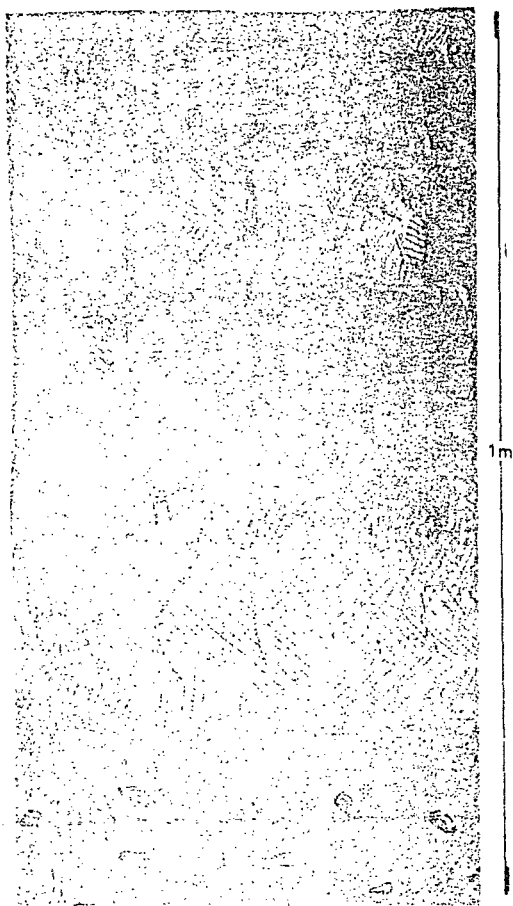


Figura 32. Esquema de un VERTISOL PELICO.

color claro y muy pobre en humus. Debajo de ella puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, polvo o aglomeraciones de cal, y cristales de yeso, o caliche, de mayor o menor dureza. A veces son salinos. Su utilización agrícola está restringida, en la mayoría de las ocasiones, a las zonas con agua de riego, pero, sobre todo en los estados de Zacatecas, Aguascalientes, San Luis Potosí y el sur de Durango, existen Xerosoles que pueden cultivarse en el temporal debido a que en esa zona las lluvias son un poco más abundantes que en las del Norte. La agricultura de temporal, en este tipo de suelos, es insegura y de bajos rendimientos. La agricultura de riego, con cultivos de algodón y granos, así como de vid, es de rendimientos altos, debido a su alta fertilidad.

El uso pecuario es también importante en ellos, sobre todo en el Norte, en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León, en donde se cría ganado bovino, ovino y caprino, con rendimientos variables en función de la vegetación. La explotación de los matorrales, cuando existen plantas aprovechables, como la lechuguilla o la candelilla, también se lleva a cabo en estos suelos.

Los Xerosoles son suelos con baja susceptibilidad a la erosión, salvo cuando están en pendientes y sobre

caliche o tepetate, en donde sí presentan este problema. Su símbolo es (X) (Figura 33).

LUVICO (del latín *luvi*, *luo*: lavar).

Se caracterizan por tener un subsuelo con acumulación de arcilla. Son rojizos o pardos claros. En muchas ocasiones acumulan más agua que los otros Xerosoles. Su vegetación es generalmente de pastizal. Su símbolo es (Xl).

GYPSICO (del latín *gypsum*: yeso).

Presentan acumulación de yeso en el subsuelo, en forma de cristales. A veces son de color rosado claro. Su símbolo es (Xg).

CALCICO (del latín *calcium*: calcio).

Presentan acumulación de cal en el subsuelo. Su símbolo es (Xk).

HAPLICO (del griego *haplos*: simple).

No presentan las características mencionadas para los tres grupos anteriores. Su símbolo es (Xh).

YERMOSOL (del español *yermo*: desértico, desolado. Literalmente, suelo desolado).

Son suelos que se presentan en las zonas áridas

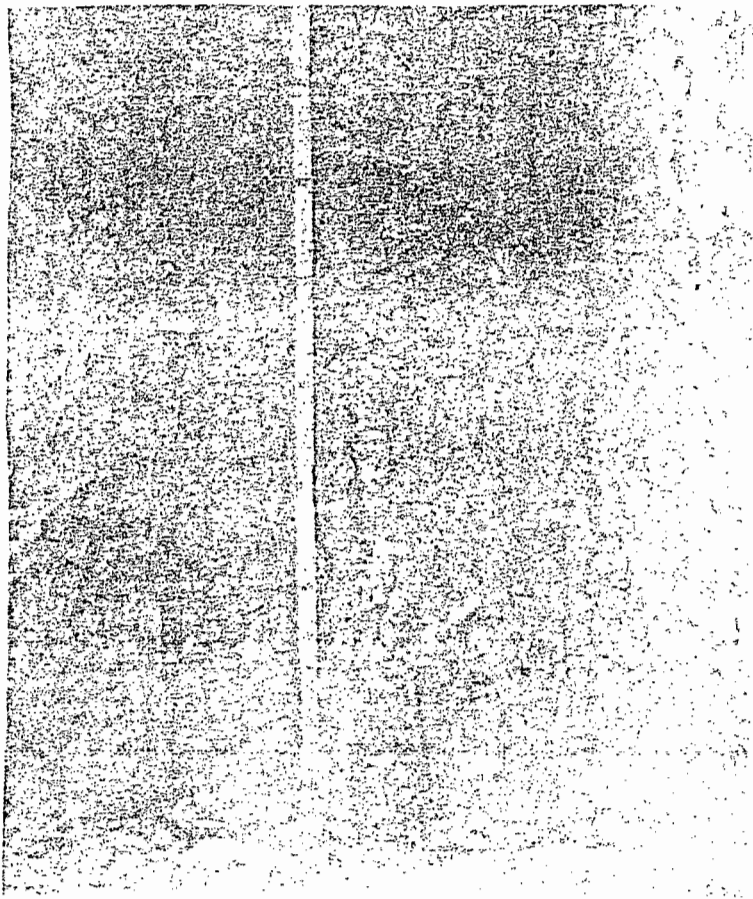


Figura 33. Fotografía de un XEROSOL.

del Norte del país. Su vegetación natural es de matorrales o pastizal. Se caracterizan por tener, a semejanza de los Xerosoles, una capa superficial clara y un subsuelo rico en arcilla o similar a la capa superficial.

Presentan también en ocasiones acumulación de cal o yeso en el subsuelo, o bien caliche. Se diferencian en los Xerosoles en que su capa superficial es aún más pobre en humus que en éstos. A veces son salinos.

Su utilización agrícola está restringida definitivamente a las zonas donde se puede contar con agua de riego. Cuando la hay, se pueden obtener rendimientos altos en cultivos como en algodón, los granos o la vid. Cuando estos suelos tienen vegetación del pastizal o, como ocurre en el caso de algunos matorrales, la ganadería es posible con rendimientos modernos o bajos. La explotación de ciertas plantas de matorral como la candelilla y la lechuguilla, es también común en estos suelos. Su símbolo es (Y).

TAKIRICO (del uzkebistano takyr: llano, estéril).

Presentan en la superficie una capa arcillosa que se rompe en forma de polígonos cuando se seca. Su símbolo es (Yt).

LUVICO (del latín luvī, luo: lavar).

Se caracterizan por tener un subsuelo con acumulación de arcilla. Son rojizos o pardos claros. En muchas ocasiones acumulan más agua que los otros Xerosoles. Su vegetación es generalmente de pastizal, y su símbolo es (Yl).

**GYPSICO** (del latín **gypsum**: yeso).

Presentan acumulación de yeso en el subsuelo, en forma de cristales. A veces son de color rosado claro. Su símbolo es (Yg).

**CALCICO** (del latín **calcium**: calcio).

Presentan acumulación de cal en el subsuelo. Su símbolo es (Yk).

**HAPLICO** (del griego **haplos**: simple).

No presentan las características mencionadas para los tres grupos anteriores. Su símbolo es (Yh). (Figura 34).



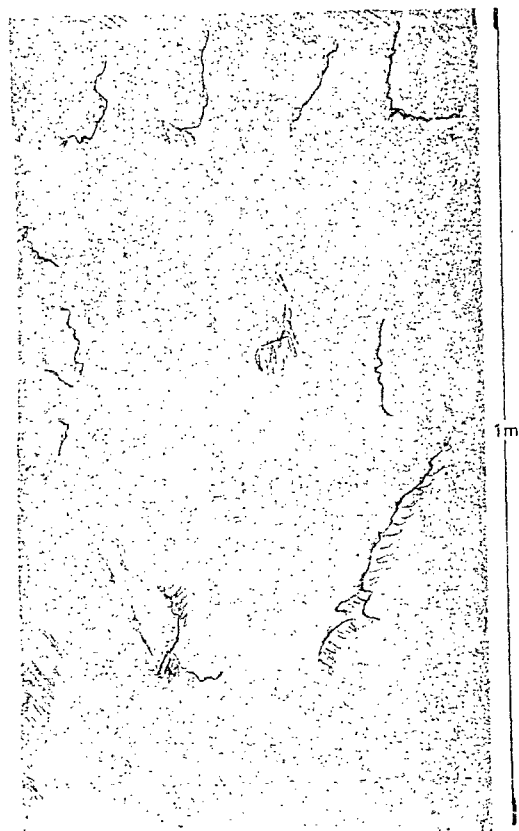


Figura 34. Esquema de un YERMOSOL HAPLICO.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Descripción general del área de estudio

##### 3.1.1 Localización

El área en estudio, denominada Ejido Las Palomas, se encuentra ubicada en el Estado de San Luis Potosí. Pertenece al municipio de Cd. del Maíz. Sus límites son: al Norte, con el Estado de Tamaulipas; al Sur, con el municipio de Alaquines; al Oriente, Ciudad Valles; y al Poniente, Ciudad Fernández y Cerriles.

Se encuentra ubicado dentro de las coordenadas 22°23'54" Latitud N., y 99°36'15" Longitud W.

##### 3.1.2 Clima

De acuerdo a las cartas climáticas editadas por INEGI (1972), en la región bajo estudio se cuenta con una precipitación media anual de 700 a 800 mm. Una frecuencia de heladas de 0-20 días y de granizadas de 0-6 días. Con una temperatura media anual de 20 a 22°C.

El clima clasificado por Köppen, modificado por E. García es c(mb)W templado húmedo, con abundantes lluvias

en Verano.

### 3.1.3 Geología

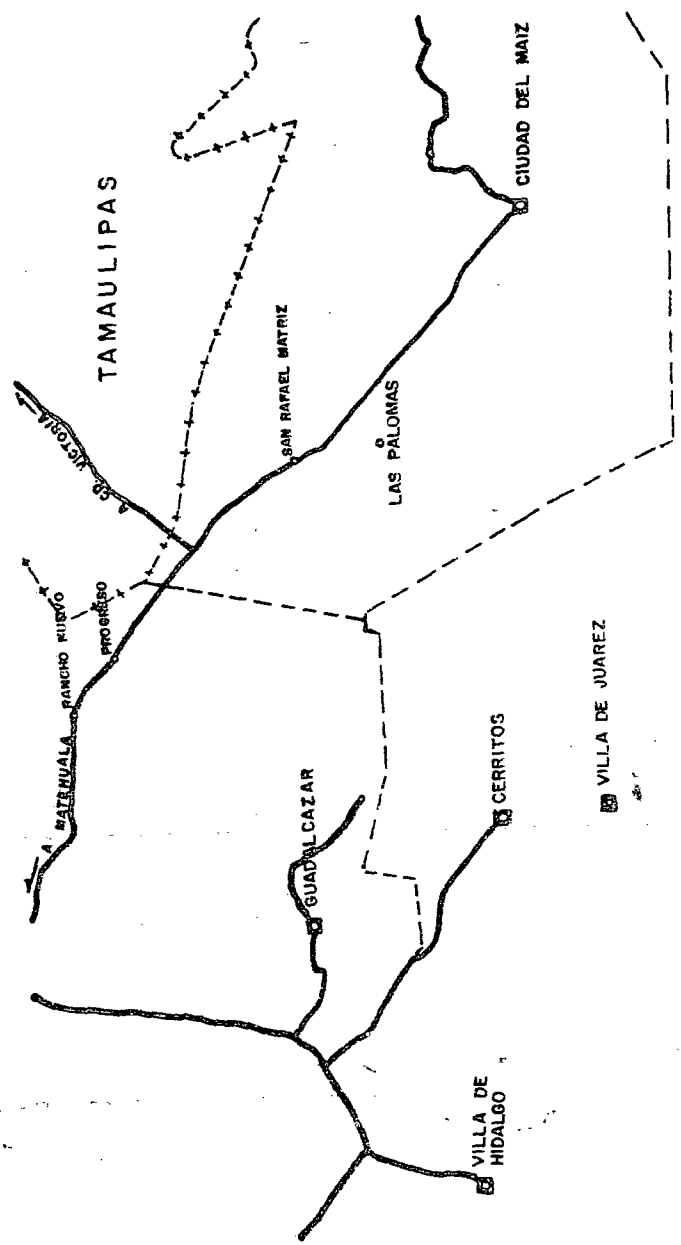
El material parental que se encuentra en la zona del Ejido es de naturaleza predominantemente aluvial, con la presencia de materiales geológicos sedimentarios como caliza, arenisca, conglomerados y, en menor proporción, lutitas.

### 3.1.4 Vegetación

La mayoría del área se encuentra cubierta por vegetación natural de matorral subinerme, matorral subespinoso (bisnaga, lechuguilla, gobernadora, mezquite, nopal, etc.) y pastizal. Las colinas y zonas de frecuentes escurrimientos se encuentran desprovistas de vegetación. Existen algunas zonas con agricultura de temporal.

### 3.1.5 Fauna

Existen algunas especies menores como liebres, víboras, zorras, coyotes, etc.



### 3.1.6 Agricultura

La agricultura predominante es de temporal, aunque algunas superficies se realizan bajo riego, gracias a la infraestructura de la antigua hacienda "Las Palomas". En todas estas áreas se siembra maíz, exclusivamente.

### 3.1.7 Población

La población de la localidad la conforman alrededor de 50 familias que se dedican a las labores del campo, principalmente, y a la cría de ganado caprino.

## 3.2 Metodología

### 3.2.1 Métodos de gabinete

Auxiliándonos de un par estereoscópico de fotografías aéreas y un estereoscopio de espejos, se elaboró, de manera preliminar, la delimitación de las unidades de mapeo y tentativamente la leyenda respectiva. Estas actividades corroboraron y corrigieron después de la salida al campo.

También se consultaron cartas edafológicas de uso y manejo, hidrológicas, topográficas, etc., para la complementación de algunos datos.

### 3.2.2 Métodos de campo

Se realizó un recorrido por el área de estudio, haciendo algunas barrenaciones en lugares representativos para la verificación de los límites de las unidades de mapeo.

Primeramente se efectuaron exploraciones en el área de estudio, con el fin de identificar el tipo de suelos, predominando los de alto contenido de silicatos de aluminio en la capa arable, resultado de la alta intemperización. Son en esta capa de textura muy fina y compacta, por lo que se forma un conglomerado impermeable que dificulta el drenaje y propicia la salinidad.

En general, son suelos con mediano contenido de materia orgánica.



## 4. RESULTADOS

### 4.1 Génesis

En virtud de la escasa disponibilidad del agua en estos suelos, las reacciones de meteorización química son poco intensas, su nivel de bases es elevado. El escaso movimiento del agua a través del perfil, ligado al alto volumen de evapotranspiración potencial, son responsables de la acumulación y cristalización de sales en diversas capas del perfil.

Los horizontes superficiales se caracterizan por su bajo contenido de materia orgánica.

De los procesos de formación, tenemos que son las reacciones que existen en el suelo las funcionalmente relacionadas con los factores de formación de éstos. En la zona bajo estudio, los factores de formación que intervienen son en el siguiente orden: material parental, topografía, vegetación y seres vivos. Los procesos son:

EROSION SUPERFICIAL.- Remoción de materiales superiores del suelo.

CUMULIZACION.- Ganancia de partículas minerales depositadas por el viento o el agua en las capas superficia-

les del suelo, lo que implica su consiguiente pérdida de otras áreas.

SALINIZACION.- Acumulación de sales o iones solubles ( $SO_4$ , NaCl, MgCl, KCl, etc.) en grado variable, que puede llevar a la formación de horizontes salinos.

El Horizonte Cámbico (horizonte de alteración, el cual presenta pocas características de los horizontes argílicos o espódicos; evidencia, a través del grado de meteorización de la fracción mineral, el color, la estructura, etc., los cuales son procesos de transformación y evolución genética.

#### 4.2 Taxonomía

En la zona que comprende el Ejido, se encontraron distribuidos en toda su área los siguientes suelos: Ustor--thent líticos, Camborthid ustólicos, Camborthis fluvénticos y Ustorthent típicos.

##### 4.2.1 Clasificación agrológica

En la región bajo estudio existen suelos de las clases II, V, VII y VIII por problemas de clima, erosión y salinidad, de los cuales la clase predominante es la VII.



#### 4.2.2 Uso y manejo de los suelos

CLASE II.- Estos suelos se pueden utilizar para agricultura intensa pero la principal limitante son los problemas que puede presentar de salinidad y/o sodicidad, en virtud de la alta evapotranspiración potencial existente en la región. Por tal motivo, se sugiere establecer cultivos que sean resistentes a la salinidad o sodicidad, dependiendo ésto del grado y tipo de iones solubles que den origen al problema. O bien, en dado caso de que exista alguna fuente de agua suficiente para realizar lavados, hacerlos teniendo en cuenta su calidad para no agravar el problema y poder tener mayor producción.

CLASE V.- Se puede utilizar para praticallyura, con una intensidad limitada, moderada e intensa, de acuerdo a los factores limitantes (suelo y clima), tomando en cuenta la topografía y la intensidad de la erosión presente en el terreno; además de las especies de pastos más adecuadas a la región.

CLASE VII.- Se utiliza para vida silvestre, forestal y en praticallyura, con una intensidad de uso limitado.

CLASE VIII.- Únicamente sirve para vida silvestre, se encuentran ubicados en las partes altas de las colinas.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La apertura de pozos de muestreo es mínima, con la consideración adicional de que los sitios perforados son verdaderamente representativos, y por tal motivo, salvo casos excepcionales, se abren dos pozos de una misma serie.

La clasificación por categorías y el establecimiento de series, es en todos los casos, notablemente superior a la hecha en estudios de campo, ya que éstos en muchas ocasiones se corrigen por fotointerpretación.

Por las características intrínsecas de la fotointerpretación, el resultado de su aplicación se traduce en resultados más prácticos y por lo mismo reportan utilidad inmediata.

Lo anterior, nos permite establecer un marco de referencia para propósitos prácticos, como es el dar recomendaciones para el uso de la tierra, aunque para ésto es necesario considerar otros factores además del suelo, como factores climáticos, geográficos, históricos, sociales y económicos.

## 6. LITERATURA CITADA

- 1.- BOUL, S.W. et al. 1981. Génesis y clasificación de suelos. Editorial Trillas. México.
- 2.- FITZ Patrick, E.A. 1984. Suelos. Su formación, clasificación y distribución. CECSA. México.
- 3.- MORENO, O.C. 1986. Los levantamientos agrológicos. UAAAN. Saltillo. Coahuila. México.
- 4.- ORTIZ, V.B. 1984. Edafología. Cuarta edición. UACH. Chapingo. México.
- 5.- PEÑA, R.F. 1963. El inventario agrológico nacional. Memorias del Primer Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México.