

# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



**"LOS SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA  
SEGUN LA TAXONOMIA DE SUELOS (U.S.D.A.)"**

## TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO  
ORIENTACION SUELOS

**P R E S E N T A N**

ALBERTO PEREZ GARCIA  
CARLOS PENILLA GONZALEZ

GUADALAJARA, JAL. 1988

**SUELOS DE LA  
REP. MEXICANA  
SEGUN EL SOIL  
TAXONOMY  
U.S.D.A**

**TESIS PROFESIONAL**

**ALBERTO PEREZ GARCIA  
CARLOS PENILLA GONZALEZ**



**UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA**  
Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 7, 1987.

**C. PROFESORES.**

- ING. ERNESTO M. MIRAMONTES LAU. DIRECTOR.**
- ING. ROBERTO HUERTA ROSAS. ASESOR.**
- ING. JAVIER VAZQUEZ NAVARRO. ASESOR.**

Con toda atención me permito hacer de su conocimiento, -  
que habiendo sido aprobado el Tema de Tesis:

**"LOS SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA TAXONO-  
MIA DE SUELOS (U.S.D.A.)."**

**PENILLA GONZALEZ**

presentado por el PASANTE **S ALBERTO PEREZ GARCIA Y CARLOS**  
han sido ustedes designados Director y Asesores respectivamente -  
para el desarrollo de la misma.

Ruego a ustedes se sirvan hacer del conocimiento de esta  
Dirección su Dictamen en la revisión de la mencionada Tesis. En-  
tre tanto me es grato reiterarles las seguridades de mi atenta y  
distinguida consideración.

**"PIENSA Y TRABAJA"  
EL SECRETARIO.**

**ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL.**

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

hfg.



# UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

Facultad de Agricultura

Expediente .....

Número .....

Septiembre 7, 1987.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA  
DIRECTOR DE LA FACULTAD DE AGRICULTURA  
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
PRESENTE

Habiendo sido revisada la Tesis del Pasante \_\_\_\_\_

ALBERTO PEREZ GARCIA Y CARLOS PENILLA GONZALEZ, titulada -

"LOS SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA TAXONOMIA  
DE SUELOS (U.S.D.A.)."


Damos nuestra aprobación para la impresión de la misma.

DIRECTOR.

  
ING. ERNESTO A. MIRAMONTES LAU.

ASESOR

ASESOR

  
ING. ROGELIO HUERTA ROSAS.

  
ING. JAVIER VAZQUEZ NAVARRO

hlg.

Al contestar este oficio sírvase citar fecha y número

## AGRADECIMIENTOS

Hemos llegado al final de una meta trazada en nuestra vida . Teniendo por delante una tarea ardua por llevar a cabo.

Somos parte de una nueva generación que empuja a la superación-- en grado sumo, y debemos cumplir con las metas que nuestro tiempo nos ha impuesto: Ayudar en el progreso agronomico en todas sus fases con el principal objetivo: luchar por la superación del campesino Mexicano. Porque lo que hoy somos el pueblo con su trabajo y esfuerzo no lo ha brindado, y a ellos debemos entregar nuestros conocimientos.

Es muy grato para nosotros expresar nuestro más profundo agradecimiento al In. Ernesto Alonso Miramontes Lau, Amigo, por sus consejos y guía, con los cuales fué factible la organización y conformación del presente trabajo.

Deseamos reconocer la valiosa colaboración de los Ingenieros Rogelio Huerta Rosa y Javier Vázquez Navarro, por todas las facilidades que nos prestarón para concluir este trabajo.

A NUESTROS PADRES, Hermanos y amigos, por su estímulo y colaboración desinteresada; y por la enorme paciencia y actitud amigable que desplegarón durante todos estos años de nuestra preparación académica y conclusión de este trabajo.

Hacemos patente nuestro reconocimiento y agradecimiento a la -- Universidad de Guadalajara, por su Facultad de Agricultura, gran arsenal de conocimientos, poco utilizados y muchas veces olvidados, y esta tua muda del avance humano por el sendero de la Agronomla.

CARLOS PENILLA GONZALEZ.

ALBERTO PEREZ GARCIA.

Agosto de 1988.

## INDICE GENERAL

I.- PRIMERA PARTE.	1
1.- Introduccion.	1
1.1.- Importancia sobre el suelo y el paisaje.	1
2.- Antecedentes.	5
2.1.- Antecedentes de la clasificacion de suelos en Mexico.	5
Primer intento.	10
Segundo intento.	11
Tercer intento.	11
Cuarto intento.	12
Quinto intento.	14
Sexto intento.	16
2.2.- Antecedentes del Soil Taxonomy (USDA. 1975).	20
Primer sistema de clasificacion de suelos.	20
Segundo sistema de clasificacion de suelos.	22
Tercer sistema de clasificacion de suelos.	22
Cuarto sistema de clasificacion de suelos.	30
Taxonomia de suelos.	30
3.- Marco teorico del Soil Taxonomy del USDA (1975).	35
3.1.- Fundamentos del sistema.	35
3.2.- Estructura del sistema.	39
3.2.1.- Estructura y nomenclatura.	39
Orden.	40
Suborden.	42
Gran Grupo.	49
Subgrupo.	52
Familia.	60
Familia de los suelos organicos.	71
Serie.	73
3.2.2.- Horizontes y propiedades de diagnostico.	76
- Horizontes de diagnostico superficiales o epipedones.	76
Epipedon molico.	77
Epipedon antropico.	80
Epipedon umbrico.	81
Epipedon histico.	81
Epipedon plaggen.	83
Epipedon ocrico.	83

- Horizontes de diagnostico subsuperficiales.	85
Horizonte argilico.	85
Horizonte agrico.	88
Horizonte natrico.	89
Horizonte kandico.	91
Horizonte sombrico.	92
Horizonte espodico.	93
Horizonte placico.	95
Horizonte cambico.	96
Horizonte oxico.	102
- Horizontes de diagnostico secundarios.	108
Duripan.	108
Fragipan.	109
Horizonte albico.	111
Horizonte calcico y horizonte ca.	112
Horizonte petrocalcico.	113
Horizonte yesifero (u horizonte gypsic).	114
Horizonte petoyesifero - (u horizonte petrogypsic).	114
Horizonte salico.	115
Horizonte sulfurico.	115
- Otras características de diagnostico.	116
Cambio abrupto de textura.	116
Materiales amorfos.	116
Coeficiente de extensibilidad lineal (COLE).	118
Coeficiente de extensibilidad lineal potencial (ELPO).	118
Durinodulos.	119
Gilgai.	119
Contacto litico.	119
Contacto paralitico.	120
Contacto petroferrico.	120
Valor n.	121
Plintita.	121
Permafrost.	122
Materiales sulfurosos.	122
Formacion de lenguetas de los horizontes albicos.	123
Digitacion de los materiales albicos.	123
Minerales intemperizables.	124
Slickensides o caras de deslizamiento.	125

Propiedades andicas del suelo	125
Motas que tienen un chroma de 2 o menos.	126
Sequum: numero y tipo.	126
Caliza pulverulenta suave.	126
Tixotropismo.	127

II.- SEGUNDA PARTE. Mapa de suelos de la Republica  
Mexicana.

Introduccion.	129
Alfisol.	131
Andisol.	139
Aridisol.	142
Entisol.	149
Histosol.	156
Inceptisol.	161
Molisol.	171
Oxisol.	180
Spodosol.	183
Ultisol.	187
Vertisol.	195

CONCLUSIONES. 199

BIBLIOGRAFIA. 201

ANEXO CARTOGRAFICO.



## INDICE DE CUADROS.

1.1.- Sistema Maya.	7
1.2.- Sistema Azteca y Nahoá.	9
2.1.- Criterios para clasificación de suelos de Whitney.	21
2.2.- Sistema de clasificación de suelos de C.F. Marbut.	24
2.3.- Clasificación de suelos en base a sus características.	25
2.4.- Sistema de clasificación de suelos de Ch. Kellogg, J. Thorp y G. Smith.	32
3.1.- Ordenes de suelos y sus características excluyentes.	43
3.2.- Elementos formativos del Orden, derivación y significado nemotécnico.	47
3.3.- Ordenes de suelos, características y aplicaciones en relación a su fertilidad.	47
3.4.- Regímenes edafoclimáticos. Regímenes de humedad del suelo simplificados.	50
3.5.- Elementos formativos para suborden y significado nemotécnico.	51
3.6.- Elementos formativos para gran grupo y significado nemotécnico.	53
3.7.- Regímenes de temperatura simplificados.	55
3.8.- Clave para clases de mineralogía.	65

## INDICE DE FIGURAS.

Fig. 1.- Carta de suelos de Mexico de 1955.	13
Fig. 2.- Carta de suelos de Mexico de 1959.	15
Fig. 3.- Carta de suelos de Mexico de 1960.	17
Fig. 4.- Carta de suelos de Mexico de 1968.	18
Fig. 5.- Caracterizacion territorial de suelos pedocals y pedalfers en los E.E.U.U.	23
Fig. 6.- Suelos Azonales.	29
Fig. 7.- Grandes grupos de suelos de los E.E.U.U.	31
Fig. 8.- Categorias, secciones y objetivos de escala de valores.	36
Fig. 9.- Concepto central.	41
Fig. 10.- Graduacion de un suelo (intergrados).	57

**PRIMERA PARTE.**

**MARCO TEORICO.**

## 1. INTRODUCCION.

### 1.1. IMPORTANCIA SOBRE EL SUELO Y EL PAISAJE

Despues de muchos años de trabajo científico y practico fue posible el establecimiento de la ciencia del suelo como un cuerpo de disciplina independiente.

Quando se iniciaron los trabajos de clasificacion de suelos de una manera organizada y con un proposito eminentemente practico, no existia aun el cuerpo organizado de conocimientos que hemos llegado a conocer en la actualidad como EDAFOLOGIA. Con el desarrollo de la quimica agricola a mediados del siglo XIX por Lomonosov en Rusia y por Liebig en Alemania, se aprendio mas acerca de los suelos que en los 19 siglos anteriores, sin embargo, no fue sino hasta pocos años antes de finalizar el siglo XIX que se llevo a coordinar el conocimiento generado por los agricultores y el obtenido por la investigacion en Quimica Agricola, Biologia, Fertilidad y Geologia. Hasta entonces ello era imposible por que se carecia de un concepto unificado del suelo en si.

Es por todos aceptado que el levantamiento de los suelos se inicio como una respuesta a la necesidad reconocida de ayudar a los agricultores, a ubicarse en suelos que respondan a un manejo determinado y para auxiliarlos en sus cultivos y practicas de manejo, las cuales eran las mejores para la clase particular de suelos que poseian. Estos principios quedaron aceptados en el acta constitutiva de la Comision Nacional de Irrigacion en el año de 1929.

En los primeros levantamientos, los suelos fueron considerados como producto de la meteorizacion de las estructuras geologicas, definidas solamente por la forma del paisaje y por su composicion litologica; pero muy poco tiempo despues, al ir avanzando en el trabajo de campo y al ir correlacionando la experiencia agronomica practica, se hizo patente que muchas de las características del suelo, las cuales eran las responsables del comportamiento en la produccion de cosechas, no estaban relacionadas definitivamente con las formas generales del terreno ni con el tipo de roca.

Conforme esto sucedia, conceptos mas amplios y de utilidad del suelo fueron introduciendose poco a poco, los cuales fueron conformando con mayor precision las metodologias de campo para el levantamiento de suelos, y el progreso alcanzado fue muy significativo logrando una mayor integracion cientifica de todas las disciplinas involucradas en la dinamica del suelo y de la fisiologia vegetal.

Es en esta etapa del conocimiento cuando da comienzo la discusion entre las teorias practicas y las geneticas del suelo para tratar de enfocar y unificar la ciencia del suelo en una sola linea de pensamiento.

Marbut, C.F. (1927), señala por todos los medios y de una manera clara, que el examen de los suelos en el campo es la esencia para el desarrollo de una sistematica clasificatoria y cartografica de suelos con un valor de prognosis practico.

Este criterio y su interpretacion erronea trajo consigo numerosos conflictos en el seno de la Sociedad Internacional de la Ciencia del Suelo, ya que hoy en dia algunos grupos de investigadores sostienen y manifiestan la idea de que una clasificacion de suelos y su producto, la cartografia, se diseñan para evitar el trabajo de examinar y analizar perfiles de suelos para un fin practico e inmediato.

Asi mismo, otro numeroso grupo de personas ha expresado que las propiedades morfologicas y paisajistas son la base, y los unicos elementos a considerar en la clasificacion y cartografia de suelos para fines practicos de conveniencia, por lo tanto, los principios geneticos y las relaciones de causa-efecto de los suelos, son elementos que salen sobrando.

Tales extremos deben ser eliminados, ya que no se puede llegar a conocer realmente y a comprender a un suelo, sino hasta que se conoce su genesis y las razones de porque se diferencian unos suelos de otros. No es, sino hasta despues de que la genesis y morfologia de un suelo son conocidas cuando se puede planificar mas efectivamente la investigacion. Para descubrir sistemas de manejo nuevos y mejorados o bien para revalidar los ya existentes localmente; pero si no se posee tal conocimiento

organizado, a lo unico que se puede aspirar es a un trabajo empirico de parcelas experimentales en gran numero con fuertes limitaciones para su transferencia practica. Esta situacion es la que ocurre en nuestro medio.

Por lo tanto, el conocimiento de la morfologia precisa del suelo requiere del conocimiento de la genesis con el proposito de conducir el trabajo y probar los resultados emandos de los procesos cientificos. No es posible desatender lo uno ni lo otro.

La consolidacion de la ciencia del suelo durante la primera mitad del siglo XX trajo como consecuencia que los conceptos fundamentales fueran empleados y dramaticamente, estableciendo que el "suelo era un cuerpo dinamico, no unicamente como perfiles sino tambien como paisaje", y de las definiciones descriptivas se pasara a las definiciones coceptuales de implicacion cientifica global e interdisciplinaria.

El suelo fue definido, ante todo, como el medio natural para el crecimiento de las plantas, haya o no, desarrollo de horizontes. El suelo en este sentido cubre la tierra como un manto continuo, excepto en las pendientes rocosas. Sus caracteristicas, en cualquier punto, son el resultado de la accion combinada del clima y la materia viva sobre el material mineral primario. Esta accion esta condicionada por el relieve y el tiempo, incluyendo, claro esta, el uso del suelo por el hombre.

Cuando se requiere estudiar las caracteristicas y propiedades del suelo con el objeto de pronosticar el mejor manejo posible del mismo y establecer su maxima potencialidad productiva, no podemos trabajar con el manto del suelo total al mismo tiempo. Debemos, por lo tanto, reconocer clases individuales de suelo, con el fin de hacer uso de la experiencia productiva local y de los resultados de la investigacion, entonces la clasificacion se torna necesaria.

Es a traves de la clasificacion, utilizada como un medio, que se puede organizar y recordar el conocimiento, es por medio de ella que vemos las interacciones entre los suelos mismos y entre ellos y el medio ambiente, siendo asi posible formular principios que tienen valor como base para ser pronosticos.

Si se considera el suelo individual dentro del manto continuo, este viene a ser una seccion del paisaje dinamico y tridimensional, que da sustento a las plantas (USDA, 1964). Este individuo suelo tiene una combinacion unica de características tanto internas como externas con fluctuaciones de expresion definibles. Esto es, cada individuo o clase individual de suelo, tiene un conjunto modal de características dentro de ciertos limites fijados por nuestra logica (Knox, E., (1968); Cline, M., (1964); Buol, S., (1974)). La superficie de cada clase individual es la de la tierra; la inferior esta determinada por los limites inferiores de los procesos pedogeneticos fundamentales y sus lados forma limites con otras clases de suelos en donde ocurren cambios en una o mas características diferenciadoras, relacionados a su vez, con uno o mas factores geneticos (Kellogg, Ch., 1958).

En nuestro pais existen muchos limites de clases unicas de suelos, tantas como combinaciones significativas de factores geneticos. Las características y propiedades de comportamiento de cada una de las clases individuales de suelos, pueden conocerse solamente mediante la observacion e investigacion tanto en el campo como en el laboratorio; porque la evolucion y la potencialidad del suelo esta contenida dentro de sus características cuando solo son consideradas colectivamente, ya que como lo señalo Simonson, W., (1975), la influencia que sobre el comportamiento de un suelo tiene cualquier característica o una variacion de una de ellas, depende de las demas que forman la combinacion. De tal forma que, que podemos adivinar que la mayoría de los pronosticos errados son el resultado, mas de la incapacidad de reconocer este principio que de cualquier otro error.

Si llegamos a establecer que, un sistema de clasificacion de suelos debe abarcar todas las características pertinentes obserbables del cuerpo a estudiar.

## 2. ANTECEDENTES.

### 2.1. ANTECEDENTES DE LA CLASIFICACION DE SUELOS EN MEXICO.

Los antecedentes sobre la clasificacion de suelos de la Republica Mexicana, como lo señala Macias V. (1960), debe ser buscado desde la misma antigüedad de los pueblos Mesoamericanos. Papadakis J. (1960), ha manifestado que, clasificar y conocer son sinonimos, lo cual implica un lenguaje, cuya funcion es la comunicacion. Desde esta perspectiva, podemos señalar entonces que, los sistemas de clasificacion solo difieren de aquellos creados en la antigüedad por el avance de la ciencia, de la adecuacion del lenguaje que esta genera, en funcion de los objetivos y por las metas pretendidas por la clasificacion.

Desde siempre el hombre ha clasificado el medio que le rodea, para suplir sus limitaciones de memoria, ya que como fue expresado por Heywood V. (1968), "el hombre al enfrentarse con el vasto mundo de la diversidad natural, clasifica intuitivamente y divide dicha diversidad en grupos mas pequeños y manejables"; esto es con un proposito especifico de conveniencia, cuya meta fundamental es algo mas que la sobrevivencia, la cual puede ser definida en terminos concretos como evolucion social, imitando en gran medida a la misma naturaleza, aprendiendo de ella para producir con su fuerza de trabajo los satisfactores que requieren sus necesidades crecientes dando paso en la creacion de herramientas y utensilios para hacer mas eficiente la produccion.

Descartes R. (1636) en su discurso sobre el metodo, en sus cuatro postulados expresa como categoria fundamental la de "dividir cada problema en sus partes esenciales". En la ciencia se observa esto, ya que por necesidad conceptual y practica requisita la subdivision de los objetos a estudiar, con el unico proposito de que la observacion de los mismos sea mas completa y a su vez menos compleja, pero al mismo tiempo es necesario agrupar de acuerdo a sus caractristica comunes, con el objeto unico de que las leyes resultantes de su estudio y analisis nos conduzcan a conclusiones generales. Como ejemplo palpable de esto lo encontramos en la experimentacion cientifica, fundamento de la ciencia moderna, la cual no seria posible sin la existencia de la Division o Clasificacion de los Objetos.



Si clasificar y conocer son sinonimos, conocimiento, uso y manejo de los recursos naturales son requisitos, ya que la potencialidad de cualquier recurso natural es una funcion directa de sus cualidades, referidas estas al reflejo de las características y propiedades intrinsecas del recurso, las cuales no son otra cosa que la manifestacion de una causalidad que en terminos generales, para el caso de los suelos, hemos denominado como "Procesos de Formacion del Suelo "(Miramontes, L. E. et.al.,1986).

En Mexico se ha clasificado a los suelos con fines cientificos y practicos, desde la epoca Prehispanica. En donde, las civilizaciones precortecianas que alcanzaron un nivel de exelencia, no solamente en el campo de la agricultura, sino tambien en el de las ciencias en general, se encuentran cronologicamente la cultura Maya y la cultura Nahuatl.

Barrera A. (1959) expone el sistema de clasificacion de suelos utilizado por los Mayas, el cual se presenta en el cuadro No. 1.1.

Este sistema, desde la perspectiva actual y de acuerdo al avence cientifico de la ciencia del suelo, lo podemos definir como un Sistema de Clasificacion Practico de Tierras mas que de suelos en si mismo, ya que esta orientado al conocimiento de características físicas objetivas y de factores relacionados al uso inmediato de dicho suelo para la produccion agricola de cultivos de uso comun, de tal forma que, tierras semejantes en profundidad, textura y color, independientemente del origen y procesos pedogeneticos se agrupan para un uso similar, de manera tal que, intervienen solo los factores de exclusion de tierras; los cuales estan fuertemente interrelacionados, ademas tienen una fuerte influencia en la Peninsula de Yucatan en su parte continental, perdiendo significacion en el resto del territorio nacional. Asi podemos señalar que se trata de un sistema local con fuerte relacion con el ecosistema peninsular, pero, en terminos practicos de conveniencia puede ser comparado con los sistemas de clasificacion de tierras utilizados en la actualidad, principalmente con el de la FAO/UNESCO.

Numerosos investigadores han elaborado correlaciones entre las características de los suelos de la Peninsula de Yucatan. La nomenclatura Maya de clasificacion de los

# S I S T E M A M A Y A

GRUPO ZONAL	KAN-KAB	A'KAN-KAB	Suelos someros o delgados de color rojo y cafe-rojizo
		KAN-KAB	Suelos profundos de color rojo y cafe rojizo
	YAX-HOM	YAX-HOM-AK	Suelos ricos en materia organica de color cafe, cafe-rojizo y grisaceo.
		YA-AXHOM	Suelos ricos en materia organica cafe — rojizo o rojo con subsuelo amarillento ligeramente.
	YAX-IX	YAX-IX	Suelos ricos en materia organica rojos — con subsuelo gleizado.
	GRUPO INTRAZONAL	EK'LUM	CHE'ECH EK-LUM
EK-LUM-CHIC			Suelos negros con piedras pequeñas y — ninguna roca grande
CHO-LUM			Suelos rojos profundos con arcillas pesadas
AK'ALCHE		YA'AXHOM-AK'ALCHE	Suelos negros arcillosos mal drenados con vegetacion de selva
		KEKEL AK'ALCHE	Suelos arcillosos negros mal drenados con — sodio
AZONALES	TSEK'EL	EK-LUM TSEK'EL	Suelos arcillosos oscuros pedregosos en extremo con rocas grandes
		TSEK'EL	Suelos arcillosos poco profundos por rocas
	CHALTUN		Suelos donde aflora la roca carbonatada
	SAH-CAB		Suelos arenosos de origen marino — reciente

mismos y los sistemas modernos de clasificación (grandes grupos de suelos del mundo, sistema FAO/UNESCO), encontrando una alta correspondencia entre unos y otros, en los niveles mas altos de las clasificaciones modernas (Ortizmonasterio R. 1956; Macias M. 1960; Simonth R. 1964; Rooney D. 1959).

Fray Bernardino de Sahagun (1602) en sus cronicas de la Nueva España, expone el conocimiento que sobre el suelo tenian los antiguos Nahuatl, asi como el uso del mismo. Los Nahuatl llegaron a establecer un sistema completo de clasificación de tierras, el cual hace referencia a características físicas (textura, capas cementadas, pedregosidad y sales), referidas siempre a un uso específico agricolamente. En el cuadro No. 1.2 se expone el criterio clasificatorio de suelos de los Nahuatl segun Macias V. (1954).

Como puede apreciarse, la nomenclatura utilizada en la definicion nos es conocida, ya que la mayoría de los nombres se siguen utilizando hasta nuestros días, habiendo sufrido solamente una adecuación lingüística al castellano.

Esta clasificación como puede observarse se puede definir en terminos modernos como una clasificación técnica de tierras.

Con la conquista y la expulsión de los pueblos indígenas de los valles agrícolas y la usurpación del conquistador de sus pueblos y terrenos, la cuestión sobre la clasificación de suelos no mejoro en lo mas mínimo, sufriendo este campo del conocimiento un estancamiento, proliferando criterios de designación demasiado subjetivos, en donde la tierra ya no era clasificada para un uso específico con tendencia a la estandarización y generalización regional del conocimiento, como sucedia en el pasado y en su lugar proliferaron un sinnúmero de nombres de uso general, pero de significado práctico diferente.

La época moderna de la ciencia del suelo en México se puede decir que inicia a principios del siglo XX y en especial a partir de 1926, cuando se crea la Comisión Nacional de Irrigación (Uribe de A., 1941).

*S I S T E M A . A Z T E C A Y N A H O A*

*Grupo de texturas ligeras*

Xalatochtli	Arenosos
Xali	Arena porosa
Tlazotlatli	Migajones (limoso - humifero)
Atochtli	Migajones (arcilloso - humifero)
Cuahutlalli	Migajon arenoso y franco

*Grupo de texturas pesadas*

Zoquitlalli	Arcilloso poco plastico
Chauiti o Zoquiti	Arcilla muy plastica
Callalli	Arcillosos calizos

*Grupo de materiales diversos*

Tepetlatli	Tepetatosos o sobre tepetates
Teiletlalli	Pedregosos
Texcalera	Rocosos
Tlateles	Tierras de humedad
Tequesquiti	Salitrosos
Tizate	Ricos en caólin y piedra pomez
Chinampa	Humifero o turboso

El desarrollo agrícola en México impulsado por el gobierno de la revolución tenía por necesidad no solo la restitución de las tierras a los pueblos indígenas y reparto agrario, sino también el desarrollo de las técnicas y tecnologías de producción, las cuales tienen como marco fundamental el conocimiento del suelo como un cuerpo dinámico con características y propiedades, que es capaz de soportar plantas.

En el año de 1927 fue celebrado el primer Congreso Agroológico en la hacienda de Meoqui, Chihuahua, con la participación de técnicos mexicanos y estadounidenses. En este congreso se acentaron los criterios a seguir en los levantamientos de suelos y en la clasificación de los mismos, estableciendo también los diferentes tipos de trabajos a realizar según las necesidades prácticas de desarrollo económico.

El criterio general para la clasificación de suelos a seguir, fue el establecido por Curtis F. Marbut de 1926, el cual se fundamentaba en la idea genética, pero con carácter más morfológico.

En nuestro país se han realizado seis intentos para elaborar la carta de suelos de la República Mexicana. Las cuales se señalan a continuación.

#### PRIMER INTENTO.

En ocasión de la segunda Conferencia Internacional de Agricultura, celebrada en la ciudad de México en Julio de 1942, se presentó el primer intento de la Carta de Suelos de México, la cual fue elaborada por los Ing. Antonio Rodríguez y Miguel Brambila.

Esta carta de suelos se basó en el criterio clasificatorio de los grandes grupos de suelos de Glinka, K. (1917). Los trabajos fueron iniciados en el año de 1938.

Para la elaboración de esta carta se empleó como elemento principal de agrupamiento la información de los Estudios Agroológicos realizados por la Comisión Nacional

de Irrigacion en combinacion con las cartas climatologicas de la Direccion de Geografia.

En este intento solamente se llevo a establecer tipos climaticos de suelos correlacionados a los grupos mundiales de suelos, sin efectuar un recorrido de verificacion. Por lo tanto, se trato de un croquis de los suelos de la Republica Mexicana.

## SEGUNDO INTENTO.

En el año de 1942 los Ing. Alfonso Gonzalez y Miguel Brambila, corrigieron el primer intento del mapa de suelos de la Republica Mexicana.

En este nuevo intento se utilizaron los datos mas modernos asi como los estudios agrologicos y climaticos posteriores, los cuales fueron correlacionados a un mapa geologico para establecer los procesos fundamentales de la pedogenesis e integrar los grandes grupos de suelos del mundo en base a la Zonalidad, Intrazonalidad y Azonalidad funcional de los suelos, y el mapa aparecio en la pagina No. 302 del libro intitulado "Introduccion al Estudio de los Suelos".

En esta segunda aproximacion fueron definidos los linderos de las distintas provincias edafologicas en base a planos altimetricos y geologicos con verificaciones de campo.

## TERCER INTENTO.

Durante el periodo de 1943-1946 el Ing. Miguel Brambila intento una nueva aproximacion, al intentar corregir la Carta de Suelos de Mexico de Gonzalez Gallardo y Miguel Brambila.

Este nuevo intento se hizo mediante recorridos personales a nivel de gran vision sobre el territorio mexicano, a lo largo de rutas previamente trazadas, las

cuales fueron denominadas itinerarios agrologicos. Como referencia y material de correlacion fue utilizado el mapa climatico; formado y trazado por el Ing. Alfonso Contreras Arias y la Profesora Rita L. de Llergo.

En el tercer intento de la carta de suelos de la Republica Mexicana las provincias edafologicas definidas, pretenden delimitar las regiones dentro de las cuales los suelos expresados son los que con mayor frecuencia se encuentran distribuidos en el territorio Nacional, abarcando tanto las serranias y en general vastas extensiones que por su topografia no pueden ser consideradas como agricolas.

#### CUARTO INTENTO.

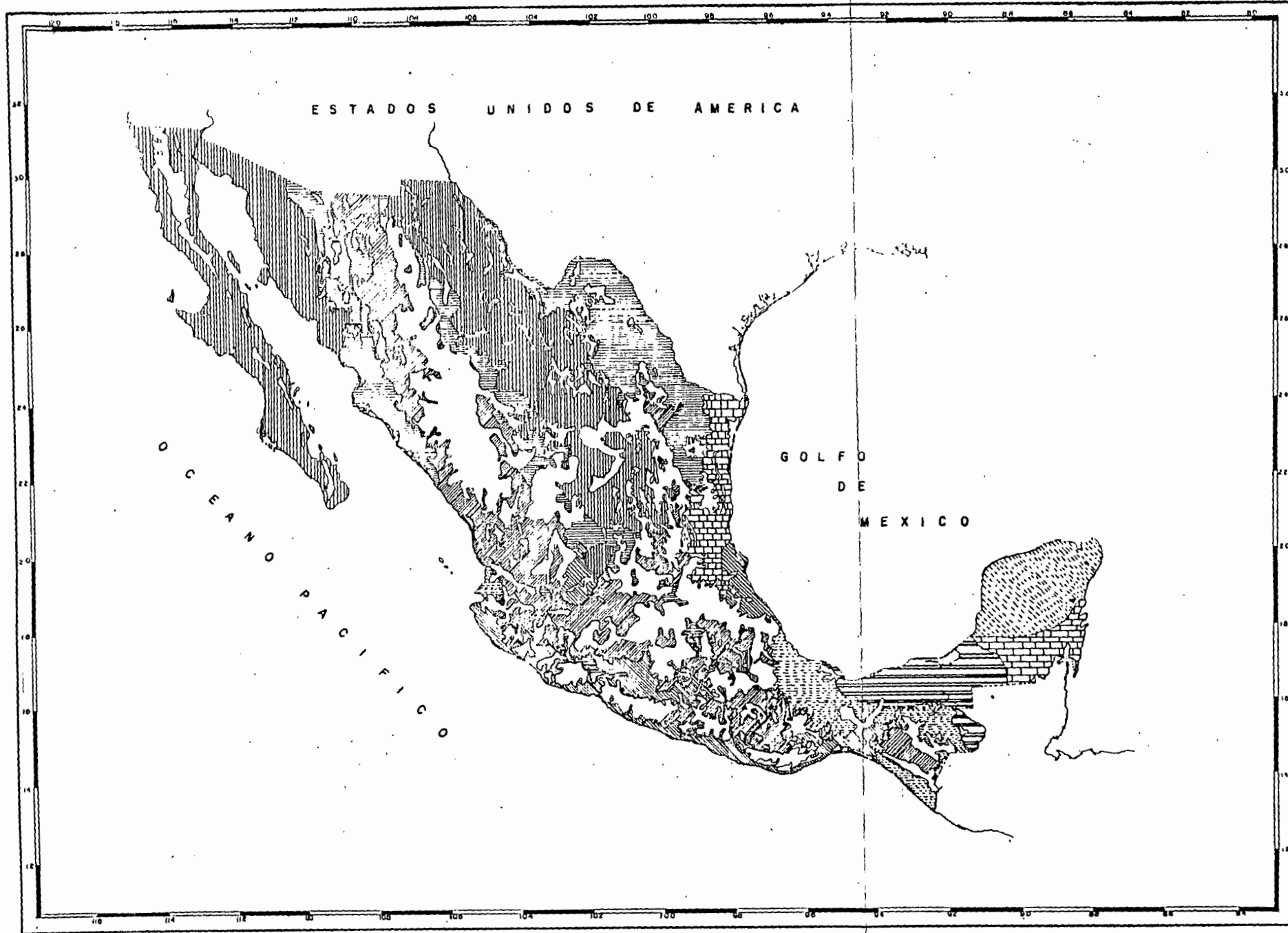
En el año de 1955 fue realizado un nuevo intento para la elaboracion de la Carta de Suelos de la Republica Mexicana, siendo su autor el Ing. Rafael OrtizMonasterio y publicada en los Recursos Agrologicos de la Republica Mexicana, editado especialmente por la revista de Ingenieria Hidraulica en Mexico.

Esta carta no solamente intenta el establecer los diferentes tipos de suelos desde el punto de vista genetico, sino el de establecer tambien, las caracteristicas potenciales agricolas, pecuarias y forestales; estableciendo ademas los lineamientos sobre analisis y correlacion de suelos con fines de diagnostico y tratamiento de cultivos.

Por sus implicaciones tecnicas que trajo consigo este mapa, fue adoptado en forma oficial por las instituciones oficiales, para la planeacion del desarrollo agricola.

La Academia de Ciencias Biologicas de la URSS, elaboro un documento en el cual se analizan los criterios aplicados, asi como las conclusiones de este cuarto intento.

En la figura No. 1 se señala el Mapa de Suelos de la Republica Mexicana de OrtizMonasterio. En esta carta, por primera vez se establece una clasificacion de suelos












**CARTA DE SUELOS DE MEXICO 1955**

**ORTIZMONASTERIO, G. R.**

**GRANDES GRUPOS DE SUELOS**

DE ACUERDO AL SISTEMA DE LOS GRANDES GRUPOS DE SUELOS DEL MUNDO DE KOSTANTIN GLINKA.

-  SUELOS SEMIDESERTICOS Y DESERTICOS: (SEROZEM).
-  SUELOS CASTAÑOS (CHESTNUT).
-  SUELOS NEGROS (CHERNOZEM).
-  SUELOS DE PRADERA.
-  SUELOS AMARILLOS Y MIGAJONES ROJOS DEL GRUPO LATERITICO.
-  SUELOS TERRA-ROSA.
-  SUELOS DE RENDZINA.
-  SUELOS DE BLEY.
-  SUELOS COMPLEJOS DE MONTAÑA.

**TESIS PROFESIONAL**  
 CLASIFICACION DE SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA TAXONOMIA DE SUELO (U.S.S.R.)  
 ALBERTO PEREZ GARCIA  
 CARLOS PENILLA GONZALEZ

ELABORO:  
 ALBERTO PEREZ GARCIA  
 CARLOS PENILLA GONZALEZ

REVISO  
 ERNESTO A. MIRAMONTES LAU

**FIGURA No. 1**



correlacionada, expresandose los distintos grupos de suelos de acuerdo a su capacidad agrológica (vocación productiva y superficie que cubren), convirtiéndose en el primer censo sobre el recurso suelo.

A partir de esta carta, dos grandes criterios para la planeación son establecidos:

1. Los estudios agrológicos son correlacionados a la carta y,
2. Se introduce la fotointerpretación como herramienta para los levantamientos de suelos.

Este cuarto intento, si bien no fue completo, ya que no fueron mapeadas y definidas las unidades de suelo de montaña, esto obedece a que metodológicamente no existía un criterio unificado en el sistema de clasificación utilizado como referencia para la definición de estos tipos de suelos.

En el año de 1960, Macías Villada reclasifica los suelos complejos de montaña de OrtizMonasterio, segregados de acuerdo a los procesos fundamentales de formación de suelos; los cuales fueron publicados en una carta especial, que apareció en la revista de Ingeniería Hidráulica en México, de Abril de 1960. en la fig. No. 2, se presenta la carta de suelos complejos de montaña, de M. Macías Villada.







#### QUINTO INTENTO.

A raíz de los planteamientos del Soil Survey Staff (1958), sobre la necesidad de un nuevo sistema de clasificación de suelos para los Estados Unidos, Macías V. M. (1969) publica una revisión de los sistemas de clasificación de suelos existentes en el mundo, correlacionándolos a nivel de Gran Grupo, dando como resultado un mapa de suelos, cuyo contenido establece un primer avance para la definición de tipos de suelos, unificados al criterio Internacional.



**CARTA DE SUELOS DE MEXICO 1959**  
**MACIAS V. M.**

**GRUPOS ZONALES PARA SUELOS DE MONTAÑA**

- 
 SUELOS PODZOLICOS, CON VEGETACION DE PINACEAS O CONIFERAS, CON PROCESOS DE PODZOLIZACION INCIPIENTE.
- 
 SUELOS ARBUMPEROS, CON VEGETACION SIEMPRE VERDE O SUBPERENIFOLIA (Verde la mayor parte del año) CON PROCESOS DE HUMIFICACION INTENSA Y LIXIVIACION MODERADA. DENTRO DE ESTE GRUPO SE ENCUENTRAN LOS SUELOS CAFE, AMARILLOS Y CAFE ROSO DE BOSQUE.
- 
 SUELOS DE PRADEIRA DE MONTAÑA CON PROCESOS DE CALCIFICACION Y PODZOLIZACION
- 
 SUELOS IN-SITU DE MONTAÑA CON VEGETACION RAQUITICA O MEDIA
- 
 SUELOS LITOSOL DE MONTAÑA CON VEGETACION DE CUMA DESERTICO
- 
 FERRALITAS. SUELOS QUE PRESENTAN CARACTERISTICAS SEMEJANTES A LOS LATERITICOS DENTRO DE UN CLIMA DISTINTO (MENOS LLUVIOSO)

<b>TESIS PROFESIONAL</b> CLASIFICACION DE SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA TAXONOMIA DE SUELO (U.S.D.A.) ALBERTO PEREZ GARCIA CARLOS PENILLA GONZALEZ	ELABORO: ALBERTO PEREZ GARCIA CARLOS PENILLA GONZALEZ REVISO: ERNESTO A. MIRAMONTES LAU
--	---

**FIGURA No. 2**

Este mapa de suelos constituye el Quinto Intento para la elaboracion del mapa de suelos de la Republica Mexicana, el cual se presenta en la figura No. 3.

## SEXTO INTENTO.

En el año de 1968 fue publicado el proyecto para la elaboracion del mapa de suelos del mundo por la FAO/UNESCO, creandose la Comision para la Elaboracion del Mapa de Suelos de la Republica Mexicana a escala 1:5'000,000.

El mapa con las unidades de suelos de FAO/UNESCO, fue publicado en el volumen No. 4 del Mapa Mundial de Suelos en el año de 1974, el cual se presenta en la figura No. 4.

Por la simplicidad del sistema, podemos considerar que este criterio tuvo una representacion muy amplia, ya que a partir de este entonces el sistema FAO es el de mayor uso y aplicacion en la Republica Mexicana. A partir del año de 1968 al ser creada la Comision de Estudios del Territorio Nacional (CETENAL) utilizo como criterio para la elaboracion de la Carta Edafologica escala 1:50,000, el sistema de la FAO/UNESCO con modificaciones de la propia Comision.

A partir del año de 1976, aparecieron publicadas cartas de suelos a diferentes escalas (1:1'000,000; 1:2'500,000 y 1:3'000,000) de acuerdo al sistema FAO/UNESCO, elaboradas por diferentes dependencias (CETENAL, UNAM, SARH), los cuales ponen de manifiesto las bondades del sistema.

Al realizar un examen cuidadoso de la Cartografia Edafologica de la Republica Mexicana segun el sistema FAO/UNESCO, nos percatamos de las numerosas omisiones y generalizaciones que se hacen acerca de cierto tipo de suelos, las cuales redundan en incomprensiones acerca de su manejo, objetivo central del sistema, que como la señalaron Allende, R. y Ballona, E. (1979) "Una modificacion y adecuacion tanto a la estructura como la tipologia de las unidades de suelos se hace necesario con el proposito de no seguir acumulando errores en la cartografia; principalmente en suelos de montaña y en la



# CARTA DE SUELOS DE MEXICO 1960

MACIAS V. M.

## SUELOS ZONALES DE PLANICIES Y VALLES.

- C** CASTAÑOS o CHESNUT DE CLIMAS SEMIDESERTICOS Y TEMPLADOS.
- CH** CHERROZEN o NEGROS.
- D** DESERTICO Y SEMIDESERTICO o SIENZOEM.
- E** ESTEPA, PRAIRIE o PRADERA CON DESCALCIFICACION.
- F** FERRALITAS o LATERITICOS FUERA DEL CLIMA CARACTERISTICO.
- M** MISAJONES ROJOS CAPES ROJISOS Y AMARILLOS DEL GRUPO LATERITICO.
- R** RENDZINA Y RENDZINA DEGRADADA.
- T** TERRAROSA o TROPICALES ROJOS DEL GRUPO LATERITICO.

## SUELOS ZONALES DE MONTAÑA

- A** ARBUMIFEROS, CAFE, CAFE ROJIZO Y AMARILLO DE BOSQUE.
- P** PODZOL o PODZOLICOS.
- W** WEISSENSOGEN o PRAIRIE o PRADERA DE MONTAÑA.

## SUELOS INTRAZONALES FORMADOS POR CONDICIONES LOCALES DE DRENAJE

- G** SUELOS CON HORIZONTE GLEY.

## SUELOS INTRAZONALES FORMADOS POR EFECTO DE ORIGEN ECOLOGICO Y EL CLIMA.

- I** IN-SITU DE MONTAÑA CON VEGETACION RAQUITICA
- L** LITOSOL o AFLORACIONES DE ROCA CON VEGETACION DESERTICA.

 PANTANOS

### TESIS PROFESIONAL

CLASIFICACION DE SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA TAXONOMIA DE SUELO (U.S.D.A.)

ALBERTO PEREZ GARCIA  
CARLOS PENILLA GONZALEZ

### ELABORO

ALBERTO PEREZ GARCIA  
CARLOS PENILLA GONZALEZ

### REVISO:

ERNESTO A. MIRAMONTES LAU

FIGURA No. 3

# CARTA DE SUELOS DE MEXICO 1968

FLORES, M.G.

UNIDADES DE SUELOS SEGUN EL SISTEMA DE CLASIFICACION DE FAO/UNESCO - PRIMER INTENTO.

- EA ERNOSOLS CALCICOS
- EI ERNOSOLS LUVICOS
- EA ERNOSOLS GIPSICOS
- EA ERNOSOLS NAPLICOS
- BA CAMBISOLS HUMICOS
- BA CAMBISOLS CALCICOS
- BA CAMBISOLS OCRICOS
- KB CASTANZEMS CALCICOS
- KI CASTANZEMS LUVICOS
- VP VERTISOLS PELICOS
- V RENDZINAS
- Sg SOLONCHAKS GLEYICOS
- Sx HALOSOLS SOLODS
- Sg SOLONCHAKS OCRICOS
- Jg FLUVISOLS EUTRICOS
- Jd FLUVISOLS DISTRICOS
- Xg XEROSOLS CALCICOS
- Xh XEROSOLS NAPLICOS
- Xi XEROSOLS LUVICOS
- Lg LUVISOLS CROMICOS
- Lb LUVISOLS BRUNICOS
- Lp LUVISOLS PLINTICOS
- Lr LUVISOLS RODICOS
- Ay ACRISOLS HELVICOS
- Rg REGOSOLS DISTRICOS
- Rb REGOSOLS EUTRICOS
- I LITOSOLS
- Tg ANDOSOLS APLICOS
- Tv ANDOSOLS VITRICOS
- Hg FAEOZEMS LUVICOS
- Hh FAEOZEMS NAPLICOS
- Gg GLEYSOLS BODICOS
- Gd GLEYSOLS TONICOS
- Gf GLEYSOLS PLUVICOS
- Gm GLEYSOLS HISTICOS



**TESIS PROFESIONAL**  
 CLASIFICACION DE SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA TAXONOMIA DE SUELO (U.S.D.A.)  
 ALBERTO PEREZ GARCIA  
 CARLOS PENILLA GONZALEZ

**ELABORO:**  
 ALBERTO PEREZ GARCIA  
 CARLOS PENILLA GONZALEZ

**REVISO:**  
 ERNESTO A. MIRAMONTES LAU

FIGURA No. 4

areas del tropico humedo, de tal forma, que se tenga a corto plazo una metodologia mas precisa". Este problema, no ha sido exclusivo de Mexico, sino que se tienen evidencias en el sentido de que, en todos aquellos paises en los cuales se ha aplicado el sistema FAO a escalas intermedias (1:50,000; 1:100,000 y 1:250,000), se han presentado los mismos problemas de modificacion y adecuacion (Aubert, G. (1980); Segalen, P. (1984)).

Metodologicamente las unidades FAO/UNESCO, y en especial los suelos de las regiones de la Peninsula de Yucatan, Valles Centrales de Chiapas, Valles Centrales de Oaxaca, Faja Costera del Golfo de Mexico, no coinciden con las caracteristicas reales, por lo que son colocados en unidades tipo promedios al concepto central de la clase de FAO, estableciendo limitaciones para su uso que no tienen y restringiendo otras que si manifiestan. Por esta razon en el Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo celebrado en Nueva Dehli, India, en Marzo de 1982, se manifesto en reiteradas ocasiones la necesidad de revisar y adecuar el sistema FAO/UNESCO a la luz de los nuevos descubrimiento en el campo de la Cartografia de Suelos.

El presente trabajo, constituye un nuevo intento para la elaboracion de la carta de suelos de la Republica Mexicana, pero esta vez bajo el enfoque de la TAXONOMIA DE SUELOS del USDA (1975), que subsana a la vez todo el conocimiento del suelo archivado desde el primer intento en el año de 1942.

## 2.2. ANTECEDENTES DEL SOIL TAXONOMY. (USDA, 1975).

En el año de 1975 fue publicada la "Taxonomía de Suelos, un Sistema Básico para Elaborar e Interpretar los Levantamientos de Suelos" siendo este un esfuerzo conjunto de un gran número de investigadores y técnicos, tanto de la Oficina de Levantamientos de Suelos del Servicio de Conservación de Suelos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos ( ), así como de diversas partes del mundo, el cual fue elaborado mediante una serie de aproximaciones sucesivas, las cuales se iniciaron en el año de 1951.

El desarrollo del sistema de clasificación de suelos de los Estados Unidos está influenciado fuertemente por los criterios clasificatorios que le precedieron ( ). Por consiguiente, la Taxonomía de Suelos del USDA no puede ser entendido si se desconoce su antecedente histórico.

### PRIMER SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS.

(M. WHITNEY - G. N. COFFEY)

(1909 - 1912)

El primer sistema de clasificación de suelos más o menos coherente fue la obra de M. Whitney en 1909 ( ), el cual fue utilizado como base para la elaboración de mapas locales de suelos ( ).

Este primer esquema manifiesta una tendencia técnica y simple, y se caracteriza por una terminología geológica con algunas variantes. Se reconocieron tres categorías en el sistema: el tipo, la serie y la provincia de suelos.

Posteriormente Coffey, G. N., modifica este esquema y lo publica en 1912, este investigador destacó por primera vez que el suelo es un cuerpo natural independiente, una formación biogeológica que esencialmente difiere de la roca, la cual generalmente está abajo de él, pero estrechamente relacionada con él ( ), esta idea, si bien tiene una influencia de la escuela Rusa (DOKUCHAEV V., SIBERSEV), el cual fue demasiado avanzado para su época.

La estructura jerarquica del sistema es practicamente la misma que impulso Whitney, pero a diferencia, Coffey establecio que los suelos son el producto resultante de factores interaccionantes y no el resultado de un simple intemperismo, estableciendo ademas, que los suelos pueden ser clasificados en cinco categorias generales o divisiones, las cuales fueron definidas sobre la base de las caracteristicas de los suelos mismos adicionandole condiciones de clima y vegetacion. Los criterios que sirven de base para estructurar este sistema se señalan en el cuadro No. 2.1.

CUADRO 2.1.  
CRITERIOS PARA CLASIFICACION DE SUELOS DE WHITNEY

- =====
- 1.- Suelos aridos poco lixiviados pobres en humus.
  - 2.- Suelos de praderas de color oscuro, semilixiviados ricos en humus.
  - 3.- Suelos cubiertos de vegetacion, lixiviados de color claro y pobres en humus.
  - 4.- Suelos de pantano lixiviados oscuros ricos en materia organica.
  - 5.- Suelos organicos de turba.

Estas clases generales de suelos a su vez se dividieron de acuerdo a la naturaleza del material primario, en:

- 1.- Suelos formados a partir de rocas cristalinas igneas o metamorficas.
  - 2.- Suelos de arenas o esquistos consolidados por medios fisicos.
  - 3.- Suelos limosos formados por medios organicos o precipitados quimicos.
  - 4.- Suelos de aluviones glaciares.
  - 5.- Suelos formados a partir de sedimentos inconsolidados.
  - 6.- Suelos derivados de sedimentos eolicos.
  - 7.- Suelos formados a partir de coluviones.
  - 8.- Suelos formados a partir de materiales aluviales recientes.
- =====



**SEGUNDO SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS  
(CURTIS F. MARBUT)  
(1927)**

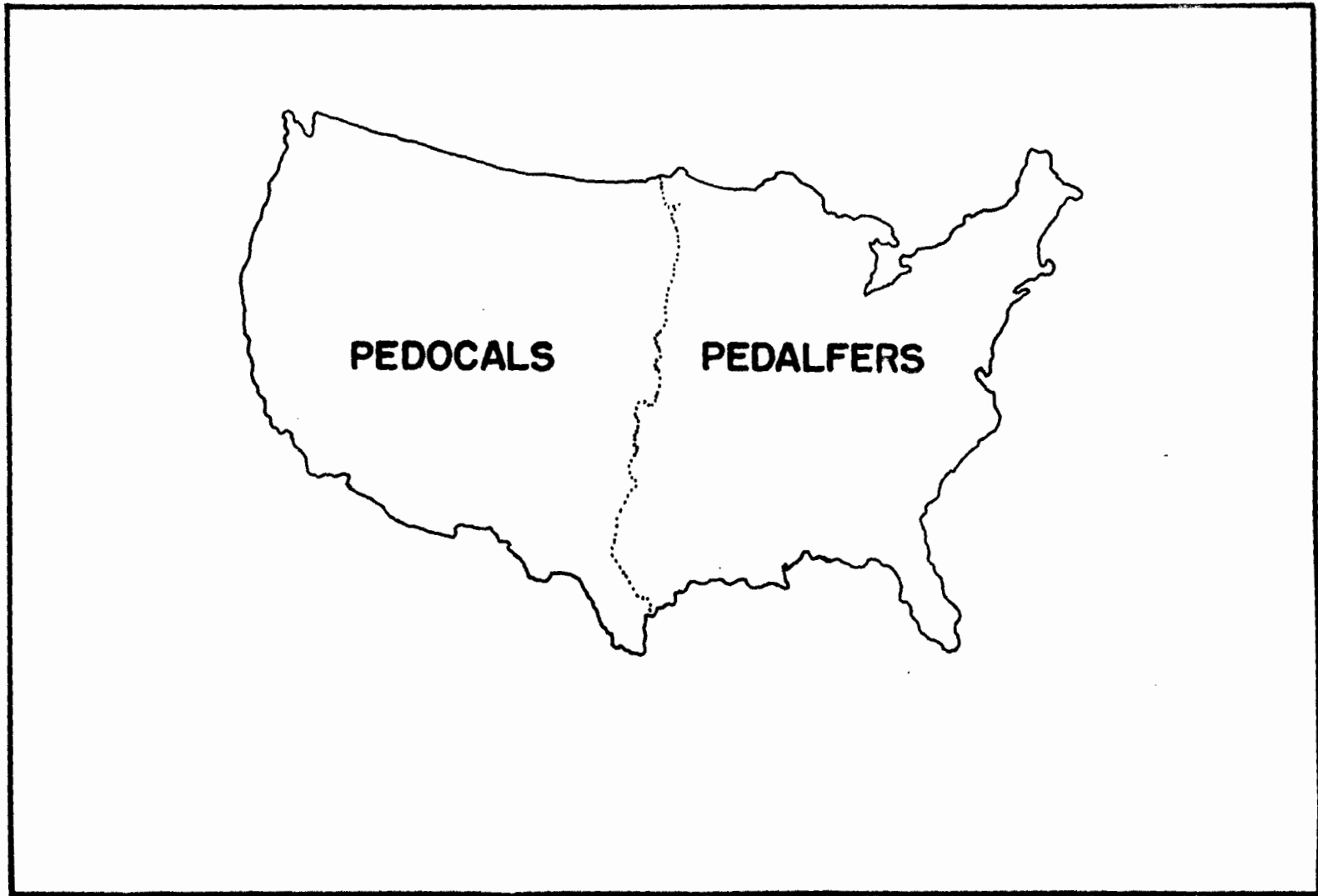
En la ocasion del primer Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo en 1927, Curtis F. Marbut presenta un nuevo sistema de clasificacion de suelos; que por su caracter podia ser utilizado dentro y fuera de los Estados Unidos. Se trata del primer esquema comprensivo de clasificacion de suelos. Aqui Marbut intento definir y clasificar a los suelos sobre la base de sus relaciones con otros cuerpos de disciplina o ciencias (Geologia, Clima, Vegetacion), solo se justifica como un medio temporal y expeditivo, hasta que se tenga acumulada una determinada cantidad de informacion y conocimientos sobre el suelo ( ).

En su clasificacion, Marbut establecio siete categorias o niveles de suelos (cuadro No. 2.2). Una innovacion de este autor, fue la introduccion en las categorias mas elevadas de los conceptos de suelos PEDOCALS y PEDALFERS (fig. No. 5).

Para establecer las diferentes clases de suelos en las distintas categorias, se utilizo unicamente características o propiedades obserbables y tangibles del perfil del suelo, estableciendo asi, el principio que señala que: una clasificacion de suelos debe apoyarse extrictamente sobre las características del mismo, ya que las similitudes y diferencias en la morfologia proporcionan la base para clasificar comprensivamente a los suelos, en cualquier territorio.

**TERCER SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS  
(M. BALDWIN, CH. KELLOGG, J. THORP)  
(1938)**

En 1938 se publico un nuevo sistema comprensivo de clasificacion de suelos por Baldwin M., Kellogg Ch. y Thorp J. ( ) (cuadro No. 2.3). En este sistema se manifiesta una fuerte influencia de los criterios clasificatorios de la escuela genetica Rusa y en especial los de Sibersev.



**FIGURA No. 5: CARACTERIZACION TERRITORIAL DE SUELOS PEDOCALS Y PEDALFERS EN LOS E.E.U.U. SEGUN MARBUT (1927).**

CUADRO 2.2.

SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS

CURTIS F. MARBUT

CATEGORIA VII	1. SUELOS SIN UNA ZONA DE ACUMULACION DE SALES - EN EL PERFIL (PEDALFERS)	2. PEDOCALS
CATEGORIA VI	1. SUELOS PODZOLICOS 2. SUELOS LATERITICOS	3. PEDOCALES DE ZONA TEMPLADA 4. PEDOCALES DE ZONA TROPICAL
CATEGORIA V	SUBGRUPOS DEL GRUPO 10 EN LA CATEGORIA IV.	1. TCHERNOZEM 2. CASTANOS 3. PARDOS 4. GRISES 5. SUBGRUPOS DE LOS GRUPOS 9, 11 Y 12 DE LA CATEGORIA IV NINGUNO DE LOS CUALES HA RECIBIDO NOMBRE
CATEGORIA IV	1. TUNDRA 2. PODZOL 3. SUELOS PARDOS FORESTALES 4. SUELOS ROJOS 5. SUELOS AMARILLOS 6. SUELOS DE PRADERA 7. LATERITAS 8. LATERITAS FERRUGINOSAS	9. PEDOCALS TEMPLADOS SEPTENTRIONALES. 10. PEDOCALS TEMPLADOS DE LATITUDES MEDIAS. 11. PEDOCALS TEMPLADOS MERIDIONALES 12. GRUPOS VARIOS AUN DESCONOCIDOS DE PEDOCALS TROPICALES
CATEGORIA III	1. SUELOS CON PERFIL PERFECTAMENTE DESARROLLADOS. 2. SUELOS CON PERFIL IMPERFECTAMENTE DESARROLLADOS	3. SUELOS CON PERFIL PERFECTAMENTE DESARROLLADOS. 4. SUELOS CON PERFIL IMPERFECTAMENTE DESARROLLADOS
CATEGORIA II	1. SERIES DE SUELOS (MUY NUMEROSAS).	2. SERIES DE SUELOS (MUY NUMEROSAS)
CATEGORIA I	1. UNIDADES BASADAS EN LA TEXTURA DEL HORIZONTE SUPERFICIAL	2. UNIDADES BASADAS EN LA TEXTURA DEL HORIZONTE SUPERFICIAL.

TOMADO DE: BENNET H. H. Y ALLISON, R. V., 1928.

CUADRO 2.3  
 CLASIFICACION DE SUELOS EN BASE A SUS CARACTERISTICAS  
 M. BALOVIN, CH. KELLOGG, Y J. THORP.  
 (1958)

CATEGORIA VI ORDEN	CATEGORIA V SUBORDEN	CATEGORIA IV GRAN GRUPO	CATEGORIA III FAMILIA	CATEGORIA II SERIE	CATEGORIA I TIPO		
	SOIL OF THE COLD ZONE	1. TUNDRA SOIL			-----		
	1. LIGHT CO- LORED SOIL OF ARID RE- GIONS.	3. RED DESERT SOIL	MOHAVE	CHIPETS	CHIPETA SILTY CLAY LOAM		
		4. STEROZEM	PORTNEUF	MOHAVE	MOHAVE LOAM		
		5. BROWN SOIL	JUPLIN	REAVES	REAVES FINE SANDY LOAM		
		6. REDDISH BROWN SOIL	SPRINGER	POTNEUF JUPLIN	POTNEUF SILT LOAM JUPLIN LOSSO		
		7. CHESTNUT SOIL	ROSEBUD	WELD	SPRINGER FINE SANDY LOAM		
Z		8. REDDISH BROWN SOIL		SPRINGER	WHITE HOUSE COARSE SANDY LOAM		
O		2. DARK COLO- RED OF THE SEMI ARID, AND HUMID GRASSLANDS		AMARILLO	WHITE HOUSE ROSE BUD FINE SANDY LOAM		
N	9. CHERNOZEM SOIL		BARNES	ROSE BUD	KEITH SILT LOAM		
A		10 PRAIRIE SOIL	CARRINGTON	KEITH	AMARILLO FINE SANDY LOAM		
L		11 REDDISH PRAI- RIE SOIL	ZANEIS	AMARILLO ASTIENE	ABELLENE CLAY BARNES VERY FINE SANDY LOAM		
S		12 DEGRADED CHER- NOZETA SOIL		BARNES CARRINGTON TAMA	CARRINGTON LOAM TAMA SILT LOAM ZANEIS VERY FINE SANDY LOAM		
O				ZANCIA	RENFROW SILT LOAM		
I	3. SOIL OF - THE FOREST GRASSLAND TRANSITION	13 NONGLACIE BRO- WN SHANTUNG BROWN SOIL	HOLLAND	RENFROW			
L				PEDALFERS	HOLLAND	VISTA	HOLLAND SANDY LOAM VISTA SANDY LOAM
					FALBROOK	SIERRA	FALBROOK FINE SANDY LOAM SIERRA COARSE SANDY LOAM
S					PLASENTIA	PLASENTIA	PLASENTIA FINE SANDY LOAM
					PLASENTIA	RAKONA	RAKONA SANDY LOAM
					WETHALMEL	WETHALMEL	WETHALMEL LOAM
					WETHALMEL	TINGHSIEN	TINGHSIEN FINE SANDY LOAM
					KALKASKA	KALKASKA	KALKASKA LOAM SAND
					RUBICON	AU TRAIN RUBICON	RUBICON SAND ROSELAWN SAND
					HERTHOTT	ROSELAWN HERMON	HERMON LOAM COLTON LOAMY SAND BECKET LOAM
	4. LIGHT-COLO- RED PODZOLI- TED SOILS OF THE TIM- BERED RESI- DENS	14 PODZOL SOIL					

	15 BROWN PODZOLIC SOIL	GLoucester	GLoucester	GLoucester Loam GLoucester Sandy Loam Merrimac Sandy Loam Merrimac Loamy Sand Miami Silt Loam Fox Silt Loam Bellefontaine Loam
	16 GRAY-BROWN PODZOLIC SOIL	PLAINFIELD	PLAINFIELDS	PLAINFIELD LOAMY SAND
		CHESTER	COLOMA	COLOMA LOAMY SAND
			CHESTER	CHESTER LOAM
			FREDERICK	FREDERICK SILT LOAM
		PORTERS	PORTERS	PORTERS LOAM
	17 YELLOW PODZOLIC SOIL	NORFOLK	NORFOLK	NORFOLK SANDY LOAM
		ORANSEBURG	ORANSEBURG	ORANSEBURG SANDY LOAM
5. LATERITIC SOIL OF SUBTROPICAL & TROPICAL REGIONS	18 RED PODZOLIC (& TERRA ROSA)		GREENVILLE	GREENVILLE SANDY LOAM
			MAGNOLIA	MAGNOLIA SANDY LOAM
			CECIL	CECIL SANDY LOAM
	19 YELLOWISH-BROWN LATER SOIL	COTO	COTO	COTO CLAY
		BAYANON	BAYANON	BAYANON CLAY
	20 REDDISH-BROWN LATERITIC SOIL	NIPE	NIPE	NIPE CLAY
		ROSARIO	ROSARIO	ROSARIO CLAY
	21 LATERITE SOIL	SAGE	SAGE	SAGE CLAY

I N T R A Z O N A L	1. LLAJAMORPHIC (SALIN & ALKALI) SOIL - OF IMPERFECTLY DRAINED-ARID REGIONS & LITTORAL DEPOSITS	1 SOLOCHAK OR SALINE SOIL	LAHONTAN	LAHONTAN	LAHONTAN CLAY LOAM
		2 SOLONETZ SOIL	FRESNO	FRESNO	FRESNO CLAY LOAM
		3 SOLOTH SOIL	PHILIPS	PHILIPS	PHILIPS LOAM
		4 WLESEMBODEN (MEADOW SOIL)	RHOADES	RHOADES	RHOADES LOAM
			BEADLE	BEADLE	BEADLE SILT LOAM
			ARVADA	ARVADA	ARVADA CLAY LOAM
			BECKTON	BECKTON	BECKTON SILTY CLAY LOAM
			CLYDE	CLYDE	CLYDE SILTY CLAY LOAM
			WEBSTER	WEBSTER	WEBSTER SILTY CLAY LOAM
			5 ALPINE MEADOW SOIL	DUNCOM	DUNCOM
	6 BOG SOIL	EDWARDS	EDWARDS	EDWARDS MUCK	
		CARLISLE	CARLISLE	CARLISLE MUCK	
		PAMLICO	PAMLICO	PAMLICO MUCK	
		GREENWOOD	GREENWOOD	GREENWOOD PEAT	
		SPAULING	SPAULING	SPAULING PEAT	
	7 HALF BOG SOIL	MALMEE	MALMEE	MALMEE LOAM	
		BERGLAND	BERGLAND	BERGLAND LOAM	
	2. HYDROMORPHIC SOILS OF MARSHES, SWAMPES, SEEP AREAS, & FATS	BRUNDY	BRUNDY	BRUNDY SILT LOAM	
		OSWEGO	OSWEGO	OSWEGO SILT LOAM	
	8 PLANOSOLS	CLERMONT	CLERMONT	CLERMONT SILT LOAM	
		VIGO	VIGO	VIGO SILT LOAM	
		CRETE	CRETE	CRETE SILT LOAM	
		IDANA	IDANA	IDANA SILTY CLAY LOAM	
	9 GROUND-WATER PODZOL SOIL	SAUGATUCK	SAUGATUCK	SAUGATUCK LOAMY SAND	
		ALLENDALE	ALLENDALE	ALLENDALE SANDY LOAM	
		LEON	LEON	LEON SAND	
		ST. JOHNS	ST. JOHNS	ST. JOHNS LOAMY SAND	
	10 GROUND-WATER LATERITE SOIL	TIFTON	TIFTON	TIFTON FINE SANDY LOAM	
		CAGUAS	CAGUAS	CAGUAS CLAY	

I	3. CALICHEPATE	11 BROWN FOREST SOIL/STRAWNER SOIL	ERDOVE	ERDOVE	BREEL CLAY LOAM	
L			BURTON	BURTON	BURTON LOAM	
S			HOUSTON	HOUSTON	HOUSTON CLAY	
			SOLLER	SOLLER	SOLLER CLAY LOAM	
			BELL	BELL	BELL CLAY	
		12 RENDEMINA SOIL	AGUILITA	AGUILITA	AGUILITA CLAY DIABLO CLAY	
A		1 LITHOBOLS	UNDERWOOD	UNDERWOOD	UNDERWOOD STONY LOAM	
Z			MC CANNON	MC CANNON	MC CANNON LOAM	
D			MUSKINGUM	MUSKINGUM	MUSKINGUM STONY SILT LOAM	
H			DEKALB	DEKALB	DEKALB STONY LOAM	
A			WABASH	WABASH	WABASH CLAY LOAM	
L			CASS	CASS	CASS LOAM	
S			LAUREL	LAUREL	LAUREL FINE SANDY LOAM	
O			SARPY	SARPY	SARPY VERY FINE SANDY LOAM	
I			2 ALLUVIAL SOIL	SHARKEY	SHARKEY	SHARKEY CLAY
L				GENESEE	GENESEE	GENESEE SILT LOAM
S				HUNTINGTON	HUNTINGTON	HUNTINGTON
O				GILA	GILA	GILA VERY FINE SANDY LOAM
I				FLINA	FLINA	FLINA SILTY CLAY LOAM
L			3 SANDA (JRY)	HANFORD	HANFORD	HANFORD LOAM
				YOLD	YOLD	YOLD LOAM

En este sistema se le designaron nombres a las categorías del sistema de Marbut. Las categorías fueron agrupadas en dos conjuntos: 1) Categorías superiores y 2) Categorías inferiores; las cuales constituyen unidades diferentes que pueden ser utilizadas con distintos fines.

Se reconocieron tres órdenes de suelos; Suelos Zonales (pedocals y pedalfers), Suelos Intrazonales y Suelos Azonales.

Los subórdenes están definidos por condiciones geográficas para el caso de los suelos zonales, y por la presencia de características especiales (presencia de sales, agua, caliza, etc.), para el caso de los suelos intrazonales. No se reconocieron subórdenes para la clase de los suelos azonales (fig. No. 6).

El gran grupo de suelos, constituye la unidad más importante del sistema. En esta categoría los suelos se agrupan de acuerdo a características esenciales del perfil, en donde el color es la propiedad más sobresaliente y común, esta fue seleccionada como la característica de agrupación.

La familia de suelos, no es otra cosa que, una categoría intermedia entre las unidades superiores y las inferiores del sistema, la cual carece de definición dentro del sistema propuesto.

La serie de suelo se definió como un grupo de tipos de suelos que tienen características diferenciadoras similares del perfil, excepto en la textura de la capa superficial del suelo, y cuyo desarrollo del suelo sea a partir de un tipo particular de material de origen ( ).

Estas unidades están caracterizadas por: a) Disposición y propiedades de los horizontes, b) Textura del horizonte superficial, c) Grado de intensidad de erosión, pendiente, pedregosidad, etc., cuyo significado agrícola es evidente.

FRIO SECO

FRIO HUMEDO

<b>HIELO Y NIEVE PERPETUA</b>			
<b>TUNDRA</b>			
DESIERTO, CESPED Y ARBUSTOS	TRANSICION ENTRE LA TUNDRA Y LOS BOSQUES		(CONIFERAS DOMINANTES)  REGION HUMEDA BOSQUES  (DOMINANTES LOS DE HOJA CADUCA)
	MUY POCOS CESPEDES, ALGUNOS ARBUSTOS	CESPEDES ENANOS	

CALIDO SECO

CALIDO HUMEDO

FRIO SECO

FRIO HUMEDO

<b>HIELO Y NIEVE PERPETUA</b>						
<b>SUELOS DE TUNDRA</b>						
DESIERTOS Y SULOS DE TCHERNOZEM	SUELOS GRISES FORES- TALES O PODSOLICOS			PRADERA	PODSOLES	
	PARDO	CASTANO	TCHERNOZEM		PODSOL PARDO	PODSOLES PARDO AGRISADOS
SUELOS DESERTICO ROJOS	PARDO ROJIZO	CASTANO ROJIZO		PRADERA ROJIZA	PODSOLES ROJO- AMARILLENTOS	
						LATOSOLES

CALIDO SECO

CALIDO HUMEDO

FIGURA No. 6



CUARTO SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS  
(CH. KELLOGG, J. THORP, G. SMITH)  
(1949)

Kellogg, Thorp y Smith presentaron un nuevo intento en el año de 1949, el cual fue una modificación sustancial del esquema de 1938 ( ), (cuadro No. 2.4).

En este nuevo sistema desaparecen a nivel orden las clases de suelos pedocals y pedalfers, mientras que se mantienen los conceptos de zonalidad, intrazonalidad y azonalidad (fig. 7), así como los principales subordenes.

La lista de los grandes grupos es modificada al introducirle nuevas clases de suelos descubiertas, las cuales no se incluyeron en el sistema anterior, tal fue el caso de los ANDOSOLES.

En este nuevo intento clasificatorio, al igual que en el anterior, no se pudo armonizar la parte genética y la parte práctica del sistema, lo cual significa que fueron realizados en forma separada. De esto, los autores fueron conscientes ( ), ya que las teorías sobre génesis de suelo son una parte importante de los antecedentes para la selección del criterio de un sistema, pero los criterios mismos son traducidos en característicos que pueden ser observables y medibles, no inferidas, las cuales no pueden ser demostradas rigurosamente ( ).

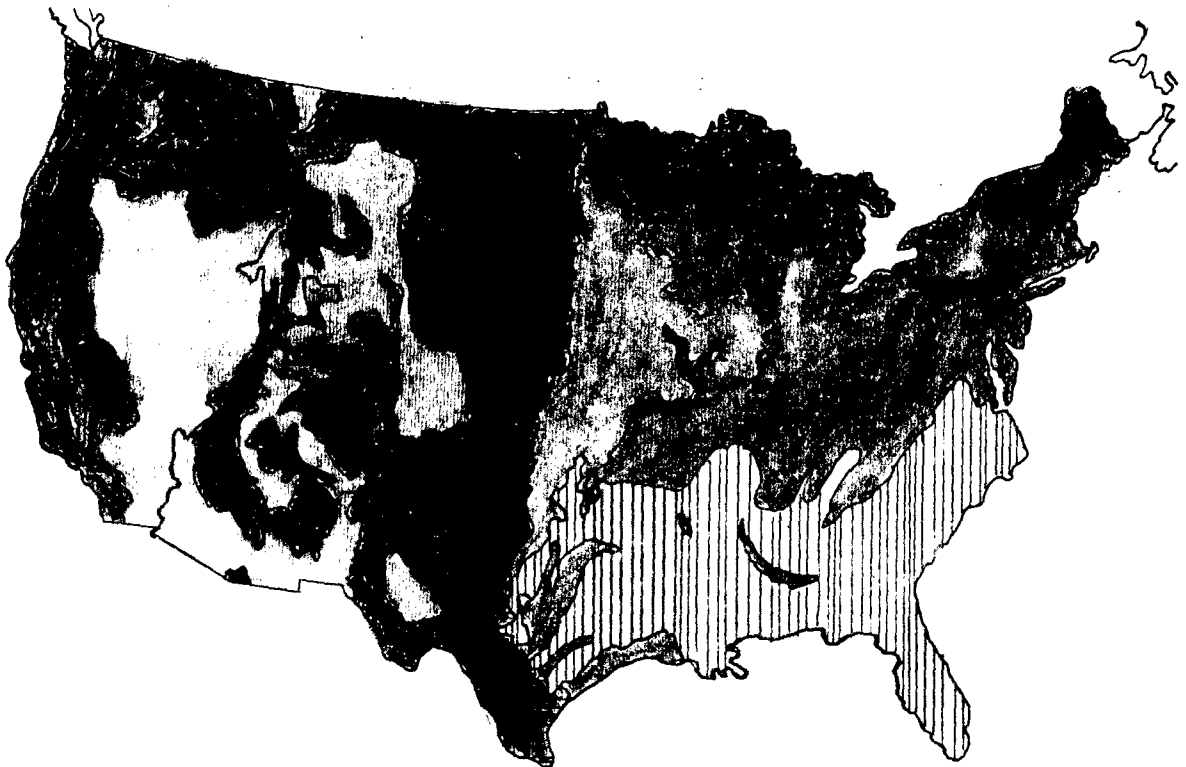
TAXONOMIA DE SUELOS  
(U. S. D. A.)  
(1975)

En 1951 se decide hacer un nuevo sistema de clasificación, en el cual se introduzca la experiencia práctica ganada desde 1910 y especialmente, que supere los defectos de los sistemas anteriores.

Para este nuevo intento, se estableció que la aproximación sucesiva ( ), era el mejor camino, mediante el cual, los avances del conocimiento y la utilización práctica de la información pueden ser reflejados.

FIGURA No 7

## GRANDES GRUPOS DE SUELOS DE LOS EE.UU.



■ Podsoles

□ Podsolico gris pardo  
(selva)

▨ Rojo y amarillo

▩ Valles del Pacifico

■ Chernozem septentrional

■ Pardo oscuro septentrional

▨ Pradera

▨ Chernozem meridional y pardo  
oscuro meridional (indist.)

▨ Sierazem y desierto

■ Montañas y valles montañosos

□ Pardo septentrional

■ Pardo meridional

DEPTO. DE AGRICULTURA DE LOS E.E.U.U., OF. DE QUIMICA Y SUELOS  
HENRY G. KNIGHT, CHARLES E. KELLOGG. (1949)

CUADRO 2.4  
 SISTEMA DE CLASIFICACION DE SUELOS  
 CH. KELLOGG, J. THORP, G. SMITH  
 (1949)

ORDEN	SUBORDEN	GRANDES GRUPOS DE SUELOS
	1. SUELOS DE ZONA FRIA	TUNDRA
	2. SUELOS PODSOLICOS DE COLORES OSCUROS DE REGIONES FORESTALES.	SUELOS DE PODSOL SUELOS PODSOLICOS PARDOS SUELOS PODSOLICOS PARDO-GRISES SUELOS PODSOLICOS ROJO-AMARILIENTOS SUELOS PODSOLICOS GRISES O SUELOS GRIS FORESTALES
	3. SUELOS DE REGIONES FORESTALES TEMPLADO-CALIDAS Y TROPICALES	UNA VARIEDAD DE LATOSOLS RECONOCIDOS Y QUE SERAN CLASIFICADOS MAS TARDE.
SUELOS ZONALES	4. SUELOS DE TRANSICION BOSQUE-PRADERA.	SUELOS DE TSCHERNOZEM DEGRADADOS PARDOS NO CALCAREOS O SUELOS PARDOS SHANTUNG SUELOS DE PRADERA (SEMIPODSOLICOS)
	5. SUELOS DE COLOR OSCURO DE PARDOS SEMIARIDOS, SUBHUMEDOS Y HUMEDOS	SUELOS ROJOS DE PRADERA SUELOS TSCHERNOSIEM SUELOS DE COLOR CASTAÑO SUELOS DE COLOR CASTAÑO ROJIZOS
	6. SUELOS CLAROS DE REGIONES ARIDAS	SUELOS PARDOS SUELOS PARDO-ROJIZOS SUELOS SIEROSIEM SUELOS DESERTICOS ROJOS
SUELOS INTRAZONALES	1. SUELOS HIDROMORFICOS DE PANTANOS CHARCAS, LLANOS Y AREAS EMPAPADAS	SUELOS MUY HUMICOS SUELOS PARAMOS ALPINOS SUELOS PANTANOSOS SUELOS SEMIPANTANOSOS SUELOS HUMICOS MEDIOS PLANOSOLS LATOSOLS HUMADOS
	2. SUELOS HALOMORFICOS (SALINOS Y AL CALINOS) DE DRENAJE IMPERFECTO EN REGIONES ARIDAS, DEPOSITOS LITORALES.	SUELOS SALINOS SUELOS ALCALINOS SUELOS SALOBRES
	3. SUELOS CLACIMORFICOS	SUELOS FORESTALES PARDOS SUELOS RENDZINA
SUELOS AZONALES	(SIN SUBORDENES)	LITOSOLS REGOSOLS (INCLUIDAS LAS ARENAS SECAS) ALUVIALES

Los trabajos se iniciaron en el año de 1951 con una discusión por parte del personal técnico del Servicio de Levantamientos de Suelos del USDA, preparando las dos primeras aproximaciones.

La tercera aproximación fue probada en campo por el personal técnico del Servicio de Suelos del USDA y puesto a disposición de los interesados en el V Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, celebrado en Leopoldville, Congo Belga.

En 1955 se preparó la cuarta aproximación, con la cual se trató de agrupar las series de suelos para saber que clase de suelos eran agrupadas en los varios niveles categoricos superiores de la familia de suelos y en que eran separadas y por que. La quinta aproximación fue distribuida en el VI Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo, celebrado en Paris, Francia en 1956, con el proposito de obtener la mas amplia revision internacional ( ).

La sexta aproximación publicada en 1957, presento la forma generica del sistema actual; el nivel de subgrupo fue incluido. La primera propuesta para diferenciar familias, fue descrita una guía para incluir las series de los suelos de las cuales se pudieran hacer el mayor numero de predicciones o juicios posibles sobre el manejo del suelo para el crecimiento de las plantas y para propósitos de Ingenieria ( ).

Al escribir el texto acompañante de la sexta aproximación, los cambios hechos en las definiciones sugerian que seria mejor publicar este documento como la séptima aproximación, la cual fue distribuida en el VII Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo celebrado en Madison Wisconsin en 1960.

Al ser probada en campo la séptima aproximación, con el agrupamiento de clases en familias y los juicios que pudieran derivarse, se vio la necesidad de efectuar cambios adicionales, particularmente en las definiciones de los subgrupos y familias. Estos cambios dieron origen a la "Taxonomia de Suelos", publicada finalmente en 1975, la cual es la primera publicación del sistema en forma completa.

Los planteamientos de la "Taxonomía de Suelos" y la puesta en práctica del sistema por el personal del Servicio de Levantamientos de Suelos del USDA, condujeron a los americanos hacia una nueva dirección totalmente diferente de los del resto del mundo, creando una nueva escuela de pensamiento, que por sus características ha revolucionado la Ciencia del Suelo.

### 3. MARCO TEORICO DEL SOIL TAXONOMY DEL USDA (1975).

#### 3.1. FUNDAMENTOS DEL SISTEMA.

La Taxonomia de Suelos, segun el USDA (1975), debe entenderse como una clasificacion especifica, fundamentada en relaciones naturales con clase y jerarquias manejables (fig. 8), generadas mediante la seleccion de criterios que nos permitan entender y explicar claramente las relaciones diferenciadoras entre los suelos, y ademas, de aplicacion uniforme por todos los tecnicos del Pais, evitando al maximo la subjetividad de la clasificacion ( ).

El sistema fue elaborado sobre la base de las propiedades del suelo mismo, y no sobre la creencia u opinion del clasificador acerca del suelo en general, permitiendo la observacion del suelo desde una perspectiva, con el fin de conocer y entender de una manera mas amplia las leyes que rigen a los suelos, de las cuales se deriva su comportamiento actual y potencial, constituyendo asi la base para la transferencia de informacion y experiencias para su manejo, de una region a otra, e incluso de un pais o otro.

El sistema manifiesta en su estructura un caracter natural y cientifico. Se dice que es natural, porque toma en cuenta todos aquellos atributos de la poblacion clasificada, y estos son seleccionados, de una manera tal que nos permite definir primero y separar despues los objetos de diversas clases de acuerdo a la manifestacion de un mayor numero de caracteristicas asociadas. Es cientifico, porque cada grupo clasificado tiene tantas propiedades naturales unicas manifestadas, en forma de caracteristicas distintivas, y ademas, porque tanto su nombre como sus propiedades estan relacionadas, y al mismo tiempo, los separa de los demas miembros del grupo, lo que nos permite hacer predicciones sobre su comportamiento, uso y manejo de una manera muy precisa.

Este sistema clasificatorio de suelos esta diseñado para presentar las relaciones naturales entre los suelos y para mejorar las predicciones que los tecnicos en investigacion, educacion y asistencia tecnica, puedan ejercer acerca del comportamiento de una clase de suelo, de las cuales se tienen conocimientos obtenidos de la

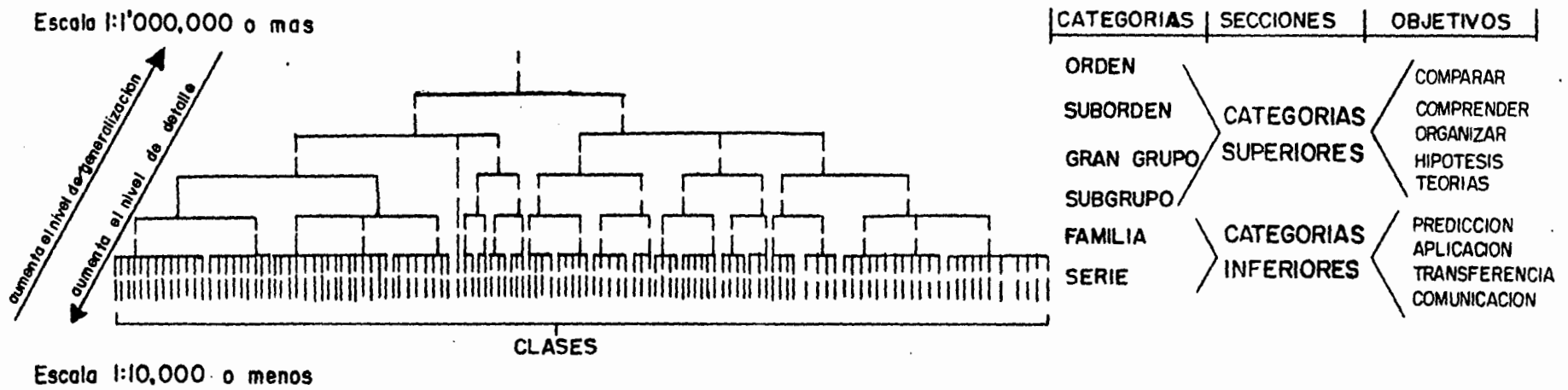


FIGURA No 8: CATEGORIAS, SECCIONES Y OBJETIVOS DE ESCALA DE VALORES.

investigacion y experiencia ( ).

El sistema admite a la genesis del suelo en cuanto a sus procesos de formacion, pero no figuran en sus definiciones, de modo que la caracterizacion de un suelo sobre el terreno se hace sin el analisis del proceso pedologico que le dio origen, tomando en cuenta el entorno geografico del sitio de una manera objetiva, las condiciones actuales que manifiesta, y en el perfil se buscan las huellas o rasgos en forma de propiedades mensurables, que son el resultado de la accion de uno o varios procesos de formacion. Por consiguiente, la genesis del suelo se considera de una manera directa a traves de sus productos, es decir, de la Morfologia.

Para que la clasificacion fuese aplicable por todos los tecnicos, implico la creacion de definiciones precisas, claras y objetivas, de manera que no existiera incertidumbre en la eleccion de una categoria como consecuencia de la imprecision en las definiciones conceptuales. Ademas presenta un lenguaje o nomenclatura normalizada, permitiendo a su vez recordar con facilidad las propiedades fundamentales del suelo clasificado, asi como su posibilidad de uso.

La utilizacion practica del sistema, implica solamente aquellas propiedades morfologicas, manifestadas en el perfil y cuntificables en el momento actual. De tal forma que todos los suelos existentes en el mundo, puedan ser clasificados, y tengan cabida en el sistema, puesto que se trata de clasificar suelos y no sus factores y procesos de formacion, de manera que la definiciones en terminos de propiedades del suelo atraen la atencion de los suelos en si y porque los suelos, cuya genesis se desconoce, no pueden ser clasificados, si las definiciones son desarrolladas en terminos geneticos.

La finalidad del sistema de clasificacion es el de determinar y recordar las leyes que rigen a los individuos de la poblacion suelo, satisfaciendo asi muchas de las necesidades de la ciencia del suelo, agrupandolos en base a sus propiedades comunes seleccionadas para construir categorias y clases. Las categorias formadas en el sistema estan perfectamente bien definidas en base a sus caracteristicas comunes manifestadas en el perfil y alcanzar asi la objetividad de la estandarizacion homogenea de su aplicacion, ya que la aproximacion genetica depende grandemente de las ideas y conocimientos



de un clasificador acerca de como los suelos se desarrollan, y esto es o puede ser subjetivo por consecuencia. Se tienen bien establecidos los criterios para diferenciar las "taxas" de suelos y estas se fundamentan en el concepto que indica, que las propiedades de acuerdo a las cuales los objetos son clasificados, deben ser, si es posible, las que sean causa de muchas otras propiedades o en cualquier grado que sean huellas seguras de las características accesorias ( ).

Por consiguiente, en lugar de la causa (procesos, factores), se han seleccionado algunos de sus mas prominentes efectos (propiedades), los cuales pueden servir como huellas a otros efectos y sus causas ( ). De manera que la "causalidad" de las propiedades de los suelos, los factores de formacion y procesos de evolucion, tuvieron que ser omitidos y en su lugar se utilizaron los "efectos" de estas causas manifestadas como huellas o marcas en el perfil del suelo, las cuales son definidas por los "horizontes de diagnostico" ( ).

Las propiedades diagnosticas del sistema, estan intimamente asociadas con el objetivo perseguido por este, a su vez, pueden demostrar y llevar implicito el mayor numero de características accesorias asociadas a ellas, y por otra parte, son el resultado de procesos geneticos tangibles, especialmente en las unidades superiores del sistema. Asi las características diferenciadoras, seleccionadas como base para agrupar y diferenciar a los suelos, corresponden a aquellos de mayor importancia para cumplir con el objetivo buscado y poseen ademas, el mayor numero de características accesorias.

### 3.2. ESTRUCTURA DEL SISTEMA.

La Taxonomía de Suelos, es un sistema de clasificación enteramente nuevo en toda la extensión de la palabra, tanto en su diseño como en su nomenclatura.

La Taxonomía de Suelos es a la vista de todos, un sistema enteramente objetivo y multicategorico, en donde, las categorías y clases de suelos que lo constituyen están definidas claramente mediante lo que se ha denominado como "Conceptos Centrales de la Clase" en términos de las propiedades observables y mensurables.

En la concepción del sistema de clasificación se introducen en la ciencia del suelo tres innovaciones fundamentales: I) La Nomenclatura; II) Los Horizontes de Diagnóstico; y III) El Pedón. En el presente apartado se analizarán solo los dos primeros conceptos.

#### 3.2.1. ESTRUCTURA Y NOMENCLATURA.

La Taxonomía de Suelos, como ya ha sido expresado en varias ocasiones, es un Sistema Multicategorico y Objetivo.

El sistema taxonomico de suelos es multicategorico porque su estructura está constituida por seis niveles categoricos o jerarquicos, y a su vez, cada categoría está constituida por clases de suelos.

La objetividad del sistema radica en la definición de los taxones; en función de su morfología excluyendo todo criterio comparativo o subjetivo.

Cada una de las seis categorías o niveles de jerarquía está constituida por diversas clases de suelos o taxones, formando una pirámide, en la cual, la cúspide está conformada por el menor número de ellas y en la base el mayor número de individuos reconocibles. Cada una de las clases de suelos que constituyen la pirámide, están

definidas perfectamente, es decir, cada clase de suelo en cualquier nivel categorico esta definida cuantitativamente mediante lo que se ha llamado "CONCEPTO CENTRAL".

Dentro de cada clase existe un nucleo central con el cual se encuentran interrelacionadas en grado variable los individuos que integran dichas clases (fig. No. 9). Este es un concepto razonable pero de dificil aplicacion, aun en el caso de que se cuente con una adecuada experiencia y conocimiento de los objetos que se desean clasificar, ya que en la practica es muy complicado reconocer cual es el nucleo central o individuos modales, circunscribiendo el conocimiento solo a aproximaciones de los individuos.

En lo que respecta a la nomenclatura, la cual es el vocabulario tradicional de las clasificaciones de suelos internacionales, esta fue eliminada del sistema taxonomico y se sustituyo por otro enteramente nuevo y simple para todas y cada una de las clases de suelos que constituyen los diferentes niveles jerarquicos o categoricos de dicho sistema.

Para la nomenclatura de la Taxonomia de Suelos, los nombres se construyen literalmente, conforme se van descubriendo o adicionando características diagnosticas y se avanza en la especificacion del concepto dentro del sistema.

Cada palabra se va formando de silabas características grecolatinas, a las cuales se les denomino con el termino de: "Elementos Formativos".

A continuacion se describiran los criterios que definen las diferentes clases de suelos en cada uno de los niveles categoricos o jerarquicos de la TAXONOMIA DE SUELOS.

### ORDEN.

Esta categoria es la mas alta del sistema, es decir, es la de mayor abstraccion conceptual. En este nivel categorico se han reconocido once clases diferentes (tentativamente) de suelos u ordenes, los cuales estan relacionados unos con otros, exclusivamente por la

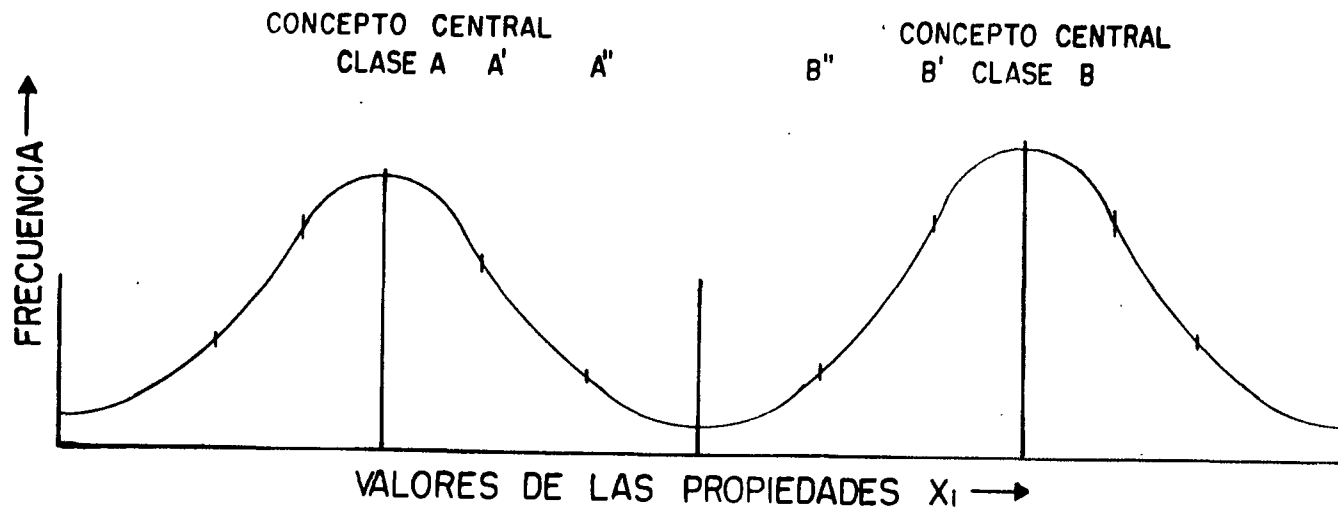
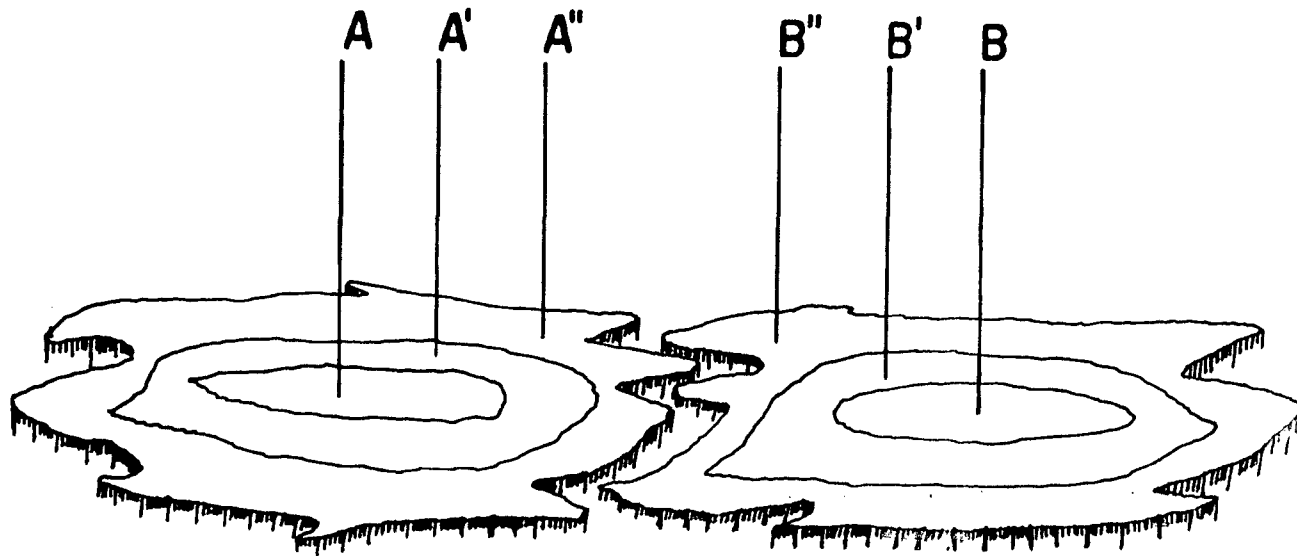


FIGURA No 9

secuencia u ordenacion alfabetica. Los ordenes considerados son:

- 1.- ALFISOL
- 2.- ANDISOL\*
- 3.- ARIDISOL
- 4.- ENTISOL
- 5.- HISTOSOL
- 6.- INCEPTISOL
- 7.- MOLISOL
- 8.- OXISOL
- 9.- SPODOSOL
- 10.- ULTISOL
- 11.- VERTISOL

Por definicion, el orden de suelo se establece de acuerdo a la homogeneidad genetica y secuencia logica de los horizontes a partir de la presencia o ausencia de horizontes de diagnostico.

Los nombres que se designan a los diferentes ordenes de suelos se forman a partir de raices Griegas y Latinas.

El nombre o nombres de los ordenes se forman con dos silabas connotativas, tienen una terminacion en "sol"; silaba que proviene de la palabra latina "solum" que significa suelo. A esta silaba terminal se le antepone un elemento formativo del orden correspondiente, las cuales se unen mediante una vocal de enlace o copulativa que puede ser una "O" u "I", y juntas todas conforman el nombre del orden. Ejemplo, Oxisol, Spodosol.

En el cuadro No. 3.1, se presentan diez ordenes y sus características excluyentes entre ellos. Y en el cuadro No. 3.2, se señalan los elementos formativos para cada uno de los ordenes, asi como tambien su derivacion y significado nemotecnico. En el cuadro No 3.3 se presentan los 10 ordenes de suelos y su significado en fertilidad.

### SUBORDEN.

Cada uno de los diez ordenes se ha subdividido en varios subgrupos (47 en total), constituyendo asi, el segundo nivel categorico o jerarquico del sistema.

CUADRO 3.1

ORDENES DE SUELOS Y SUS CARACTERISTICAS EXCLUYENTES\*

SI EL SUELO:	EL SUELOS ES:
<p>1. TIENE MATERIALES ORGANICOS QUE SE EXTIENDEN DESDE LA SUPERFICIE A UNA DE LAS SIGUIENTES PROFUNDIDADES:</p> <p>A) UNA PROFUNDIDAD IGUAL O MENOR DE 10 CM. DE UN CONTACTO LITICO O PARALITICO, SIENDO EL ESPESOR DEL MATERIAL ORGANICO MAS DEL DOBLE QUE EL DEL SUELO MINERAL SUPRAYACENTE AL CONTACTO; O</p> <p>B) CUALQUIER PROFUNDIDAD SI EL MATERIAL DEL SUELO ORGANICO DESCANSA SOBRE MATERIALES GRUESOS (GRAVAS, PIEDRAS, GUIJARROS) ESTANDO LOS INTERSTICIOS RELLENOS DE DICHO MATERIAL ORGANICO, O DESCANSANDO SOBRE UN CONTACTO LITICO O PARALITICO; O</p> <p>2. TIENE MATERIALES ORGANICOS CUYO LIMITE SUPERIOR SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS 40 CM. SUPERFICIALES Y,</p> <p>A) TENGA UNO DE LOS SIGUIENTES ESPESORES:</p> <p>A.1. 60 CM. O MAS SI LAS TRES CUARTAS PARTES O MAS DE SU VOLUMEN ESTA CONSTITUIDO POR FIBRAS DE MUSGOS O LA DENSIDAD APARENTE EN HUMEDO ES MENOR DE 0.1 GR/CC.</p> <p>A.2. 40 CM. O MAS SI</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- EL MATERIAL ORGANICO ESTA SATURADO CON AGUA DURANTE LARGOS PERIODOS (MAS DE 6 MESES) O ESTA ARTIFICIALMENTE DRENADO; Y</li> <li>- EL MATERIAL ORGANICO CONSISTE EN MATERIALES SAPRICOS O HEMICOS O EN MATERIALES FIBRICOS QUE TENGAN &lt; 3/4 PARTES DE SU VOLUMEN CONSTITUIDO POR FIBRAS DE MUSGO Y TENGA UNA DENSIDAD APARENTE IGUAL O MAYOR DE 0.1 G/CC; Y</li> </ul> <p>B) CONTENGA MATERIALES ORGANICOS QUE:</p> <p>B.1. NO TENGAN UNA CAPA MAYOR DE 40 CM. DE ESPESOR CUYO LIMITE SUPERIOR SE ENCUENTRE DENTRO DE LOS 40 CM. SUPERFICIALES; Y</p> <p>B.2. NO TENGA VARIA CAPAS MINERALES CUYO ESPESOR ACUMULATIVO SE MAYOR DE 40 CM, DENTRO DE LOS 80 CM. SUPERFICIALES.</p>	HISTOSOLES.
<p>NO TIENE EPIPEDON FLAGGEN PERO QUE TIENEN:</p> <p>1. UN HORIZONTE ESPODICO CUYO LIMITE SUPERIOR SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS PRIMEROS 200 CM DE PROFUNDIDAD; O</p> <p>2. UN HORIZONTE PLACICO QUE REUNE TODOS LOS REQUISITOS DE UN HORIZONTE ESPODICO EXCEPTO DEL ESPESOR Y EL INDICE DE ACUMULACION, Y DESCANSA SOBRE UN FRAGIPAN, O SOBRE UN ESPODICO O SOBRE UN ALBICO QUE A SU VEZ DESCANSE SOBRE UN FRAGIPAN.</p>	ESPODOSOLES.
<p>1. TIENE UN REGIMEN DE HUMEDAD ACUICO, TENIENDO PLINTITA QUE FORME UNA FASE CONTINUA DENTRO DE LOS 30 CM. DEL SUELO MINERAL; O</p> <p>2. TIENE UN HORIZONTE OXICO DENTRO DE LOS PRIMEROS 200 CM. DE PROFUNDIDAD, PERO NO POSEEN UN EPIPEDON FLAGGEN, NI UN HORIZONTE ARGILICO O NATRICO SUPRAYACENTE AL HORIZONTE OXICO.</p>	OXISOLES.

CONTINUACION.

- 
1. NO TIENE UN CONTACTO LITICO O PARALITICO, O UN HORIZONTE PETROCALCICO O UN DURIPAN DENTRO DE LOS 50 CM. SUPERFICIALES; Y
  2. DESPUES DE HABER MEZCLADO LOS 18 CM. SUPERFICIALES DEL SUELO, POSEEN UN -  
CONTENIDO DE ARCILLA IGUAL O MAYOR AL 30% EN TODOS LOS SUBHORIZONTES HAS-  
TA UNA PROFUNDIDAD IGUAL O MAYOR A LOS 50 CM; Y
  3. A MENOS QUE ESTEN IRRIGADOS O CULTIVADOS, TIENEN EN ALGUN PERIODO DEL AÑO  
EN LA MAYORIA DE LOS AÑOS, GRIETAS ABIERTAS HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 50 -  
CM. CON UN ESPESOR MINIMO DE 1 CM, QUE SE EXTIENDEN HASTA LA SUPERFICIE O  
HASTA LA BASE DE LA CAPA ARABLE; Y
  4. CUMPLEN UNA O MAS DE LAS SIGUIENTES CONDICIONES:
    - A) GILGAI.
    - B) EN ALGUNA PROFUNDIDAD ENTRE LOS 25 Y LOS 100 CM, TIENEN "CARAS DE DES-  
LIZAMIENTO" (SLICKENSIDES) LO SUFICIENTEMENTE PROXIMAS PARA CORTARSE;
    - C) EN ALGUNA PROFUNDIDAD ENTRE LOS 25 Y LOS 100 CM. TIENEN AGREGADOS ES-  
TRUCTURALES EN FORMA DE CUNA (PARALELEPIPEDOS) CUYOS EJES LONGITUDINA-  
LES ESTAN INCLINADOS DE 10 A 60 GRADOS RESPECTO A LA HORIZONTAL.

VERTISOLES.

---

TIENE UN EPIPEDON OCRICO O ANTROPICO Y, O BIEN:

1. NO TIENE UN HORIZONTE ARGILICO O NATRICO PERO:
  - A) ESTAN SATURADOS DE AGUA DENTRO DE LOS 100 CM. SUPERFICIALES DURANTE UN  
MES O MAS EN ALGUNOS AÑOS, TENIENDO UN HORIZONTE SALICO CUYO LIMITE SU-  
PERIOR SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS 75 CM, SUPERFICIALES;
  - B) TIENE UNO O MAS DE LOS SIGUIENTE HORIZONTES CUYOS LIMITES SUPERIORES  
SE ENCUENTRAN DENTRO DE LOS 100 CM. SUPERFICIALES: CALCICO, PETROCALCI-  
CO, GYPSICO, PETROGYPSICO, CAMBICO O DURIPAN; Y TIENEN UN REGIMEN DE -  
HUMEDAD ARIDICO; O
2. TIENE UN HORIZONTE ARGILICO O NATRICO Y
  - A) TIENEN UN REGIMEN DE HUMEDAD ARIDICO, Y
  - B) TIENEN UN EPIPEDON QUE NO ES A LA VEZ DURO Y MASIVO CUANDO ESTA SECO.

ARIDISOLES.

---

TIENE UN REGIMEN DE TEMPERATURA MESICO, ISOMESICO O MAS CALIDO.

NO TIENEN LENGUAS DE MATERIALES ALBICOS EN EL HORIZONTE ARGILICO QUE TENGAN  
UNA LONGITUD MAXIMA DE 50 CM, SI EXISTEN MAS DEL 10% DE MATERIALES METEORIZA-  
BLES EN LA FRACCION COMPRENDIDA ENTRE 20 Y 200 MICRAS, PERO TIENEN UNA DE -  
LAS SIGUIENTE COMBINACIONES Y CARACTERISTICAS:

1. TIENE UN HORIZONTE ARGILICO PERO NO UN FRAGIPAN, Y TIENEN PORCENTAJES DE  
SATURACION DE BASES (POR SUMA DE CATIONES) INFERIORES AL 35% DENTRO DE -  
LAS SIGUIENTES PROFUNDIDADES:
  - A) SI EL HORIZONTE ARGILICO TIENE EN ALGUNA PARTE UNA MATRIZ IGUAL O MAS  
AMARILLO QUE 5YR, O UNA INTENSIDAD (VALUE) EN HUMEDO DE 4 O MAS, O UNA  
INTENSIDAD EN SECO QUE ES MAS DE UNA UNIDAD QUE EN HUMEDO, LA MAS SU-  
PERFICIAL DE LA SIGUIENTES:
    - A.1. 125 CM. POR DEBAJO DEL LIMITE SUPERIOR DEL HORIZONTE ARGILICO.
    - A.2. 180 CM. POR DEBAJO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO.
    - A.3. INMEDIATAMENTE POR ENCIMA DE UN CONTACTO LITICO O PARALITICO.

---

CONTINUA

CONTINUACION.

---

B) SI EL HORIZONTE ARGILICO TIENE ALGUN OTRO COLOR O SI EL EPIPEDON TIENE UNA CLASE TEXTURAL ARENOSA O ARENOSA-ESQUELETICA, LA PROFUNDIDAD DE - 125 CM. POR DEBAJO DEL LIMITE SUPERIOR DEL ARGILICO, 180 CM. POR DEBAJO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO O INMEDIATAMENTE POR ENCIMA DE UN CONTACTO LITICO O PARALITICO SI ESTE ES POCO PROFUNDO.

2. TIENE UN FRAGIPAN QUE:

A) REUNE TODOS LOS REQUISITOS DE UN HORIZONTE ARGILICO O TIENE PELICULAS DE ARCILLA MAYORES DE 0.01 CM. DE ESPESOR EN ALGUNA ZONA, O SUBYACENTE A UN HORIZONTE ARGILICO; Y

B) TIENEN UNA SATURACION DE BASES (POR SUMA DE CATIONES) MENOR DE 35% A LA PROFUNDIDAD DE 75 CM. POR DEBAJO DEL LIMITE SUPERIOR DE UN FRAGIPAN O INMEDIATAMENTE POR ENCIMA DE UN CONTACTO LITICO O PARALITICO, CUALQUIERA QUE SEA MAS SUPERFICIAL.

ULTISOLES.

---

1. TIENE:

A) UN EPIPEDON MOLICO; O

B) UN HORIZONTE SUPERFICIAL EL CUAL UNA VEZ MEZCLADOS LOS PRIMEROS 18 CM. REUNE TODOS LOS REQUISITOS DE UN EPIPEDON MOLICO EXCEPTO EL ESPESOR, Y ADEMÁS, TIENE UN HORIZONTE ARGILICO O NATRICO, QUE CUMPLE LAS CONDICIONES DE COLOR, CARBONO ORGANICO, SATURACION DE BASES Y ESTRUCTURA PARA SER UN MOLICO, PERO QUE ESTA SEPARADO DEL HORIZONTE ALBICO; Y ADEMÁS -

2. TIENE UN PORCENTAJE IGUAL O MAYOR AL 50% DE SATURACION DE BASES (POR ACETATO DE AMONIO) EN LOS CASOS SIGUIENTES:

A) SI EXISTE UN HORIZONTE ARGILICO O NATRICO: DESDE SU LIMITE SUPERIOR - HASTA 125 CM. DE PROFUNDIDAD POR DEBAJO DE TAL LIMITE, O HASTA 180 CM. POR DEBAJO DE LA SUPERFICIE DEL SUELO O HASTA UN CONTACTO LITICO O PARALITICO, CUALQUIERA QUE SEA MAS SUPERFICIAL; O

B) SI NO EXISTE UN HORIZONTE ARGILICO O NATRICO; EN TODOS LOS SUBHORIZONTES HASTA UNA PROFUNDIDAD DE 180 CM. O HASTA UN CONTACTO LITICO O PARALITICO, CUALQUIERA QUE SEA MAS SUPERFICIAL; Y

3. SI EL COMPLEJO DE CAMBIO ESTA DOMINADO POR MATERIALE AMORFOS, TIENE EN ALGUN SUBHORIZONTE DENTRO DE LOS 35 CM. DE PROFUNDIDAD O HASTA UN CONTACTO LITICO O PARALITICO MAS SUPERFICIAL DE 35 CM. UNA DENSIDAD APARENTE (A - 1/3 DE BAR) IGUAL O MAYOR A 0.85 Y TIENE MENOS DEL 65% DE CENIZAS VOLCANICAS Y OTROS MATERIALES PIROCLASTICOS EN LAS FRACCIONES LIMO, ARENA Y GRAVA DENTRO DE ESTA PROFUNDIDAD.

MOLISOLES.

---

1. TIENE UN HORIZONTE ARGILICO O NATRICO PERO NO UN FRAGIPAN;

2. TIENE UN FRAGIPAN QUE:

A) ESTE SUPRA O SUBYACENTE A UN HORIZONTE ARGILICO; O

B) REUNE TODOS LOS REQUISITOS PARA UN HORIZONTE ARGILICO; O

C) TIENE PELICULAS DE ARCILLA DE UN ESPESOR MAYOR A 0.01 CM. EN ALGUNA PARTE.

ALFISOLES.



CONTINUACION.

---

NO TIENE MATERIALES SULFUROSOS DENTRO DE LOS 50 CM. SUPERIORES DEL SUELO MINERAL; Y TIENEN ENTRE LOS 20 Y 50 CM. DE PROFUNDIDAD DESDE LA SUPERFICIE DEL SUELO MINERAL UN VALOR-N IGUAL O MENOR DE 0.7 EN UNO O MAS DE LOS SUBHORIZONTES O MENOS DEL 8% DE ARCILLA EN UNO O MAS DE LOS SUBHORIZONTES; Y CUMPLEN - UNA O MAS DE LAS SIGUIENTES CARACTERISTICAS:

1. TIENE UN EPIPEDON UMBRICO, MOLICO, HISTICO O PLAGGEN;
2. TIENE UN HORIZONTE CAMBICO O A LA VEZ UN REGIMEN DE HUMEDAD ACUICO Y PERMAFROST;
3. DENTRO DE LOS 100 CM. SUPERFICIALES TIENEN UN HORIZONTE CALCICO, PETROCALCICO, GYPSICO, PETROGYPSICO, O PLACICO O UN DURIPAN.
4. TIENE UN FRAGIPAN;
5. TIENE UN HORIZONTE SULFURICO CUYO LIMITE SUPERIOR SE ENCUENTRA DENTRO DE LOS 50 CM. SUPERFICIALES; O
6. TIENE LA MITAD O MAS DE LOS 50 CM. SUPERFICIALES UNA RAS IGUAL O MAYOR DE 13 (O UN PSI IGUAL O MAYOR DE 15) QUE DECRECE CON LA PROFUNDIDAD POR DEBAJO DE LOS 50 CM. Y, DENTRO DE LOS 100 CM. SUPERFICIALES TIENE UNA CAPA FREATICA EN ALGUN PERIODO DEL AÑO CUANDO EL SUELO NO ESTA CONGELADO EN ALGUNA PARTE.

INCEPTISOLES.

---

ES OTRO.

ENTISOLES.

---

TOMADO SOIL TAXONOMY, AGRICULTURE HANDBOOK 436. (1975); NATIONAL SOIL TAXONOMY HANDBOOK 430 VI ISSUE NO. 1. (1982).

CUADRO 3.2. ELEMENTOS FORMATIVOS DEL ORDEN, DERIVACION Y SIGNIFICADO NEMOTECNICO.

ORDEN	ELEMENTO FORMATIVO	DERIVACION	NEMOTECNICA	SIGNIFICADO
HISTOSOL	IST	GR. HISTOS, TEJIDO	HISTOLOGIA	SUELOS ORGANICOS EN MAS DE LA MITAD DE LOS 80 CM. SUPERIORES.
ESPODOSOL	OD	GR. SPODOS, CENIZA	PODZOL	SUELOS MINERALES CON HORIZONTES DE ALUMINIO AMORFO Y MATERIA ORGANICA.
OXISOL	OX	FR. OXYDE, OXIDO	OXIDO	SUELOS MINERALES ALTAMENTE EVOLUCIONADOS, MUY POCOS MINERALES METEORIZABLES, ARCILLAS DE BAJA ACTIVIDAD
VERTISOL	ERT	LAT. VERTO, TORNAR	INVERTIR	SUELOS MINERALES ARCILLOSOS, CON GRIETAS PROFUNDAS Y ANCHAS, GENERALMENTE BAJO MICRORELIEVE GILGAI, - CON LUSTRE Y ESTRUCTURA EN CURVAS.
ARIDISOL	ID	LAT. ARIDUS, SECO	ARIDO	SUELOS MINERALES BAJO REGIMEN ARIDICO PERO CON HORIZONTES PEDOGENETICOS ADICIONALES AL SUPERFICIAL.
ULTISOL	ULT	LAT. ULTIMUS, ULTIIMO	ULTIMO	SUELOS MINERALES CON HORIZONTE ILUVIAL DE ARCILLAS Y BAJA SATRURACION DE BASES EN PROFUNDIDAD.
MOLISOL	OL	LAT. MOLLIS, SUAVE	ABLANDAR	SUELOS MINERALES CON HORIZONTE SUPERFICIAL GRUESO Y OSCURO, RELATIVAMENTE ALTO EN MATERIA ORGANICA Y - CON ABUNDANTES BASES EN TODO EL PERFIL.
ALFISOL	ALF	SILABA SIN SENTIDO	PEDALFER	SUELOS MINERALES CON HORIZONTE DE ILUVIACION DE ARCILLAS Y SATURACION RELATIVAMENTE ALTA EN PROFUNDIDAD, CON HUMEDAD SUFICIENTE PARA QUE PUEDAN DESARROLLARSE CULTIVOS.
INCEPTISOL	EPT	LAT. INCEPTUN, COMIENZO	INCIPIENTE	SUELOS MINERALES DE BAJA EVOLUCION PERO CON HORIZONTES GENETICOS Y HUMEDAD ASEQUIBLE A LOS CULTIVOS.
ENTISOL	ENT	SILABA SIN SENTIDO	RECIENTE	SUELOS MINERALES CON HORIZONTES PEDOGENICOS DEBILES O SIN ELLOS, DE MUY BAJA EVOLUCION.

CUADRO 3.3. ORDENES DE SUELOS, CARACTERISTICAS Y APLICACIONES EN RELACION CON SU FERTILIDAD

ORDEN	CARACTERISTICAS GENERALES SOBRE EVOLUCION Y MINERALOGIA	FERTILIDAD GENERAL
OXISOL	MUY ALTA EVOLUCION, ARCILLAS 1:1 Y OXIDOS DE ALUMINIO-FIERRO, ALTO CONTENIDO EN CUARZO.	MUY BAJA. ALTA ACIDEZ. ALTOS CONTENIDOS DE ALUMINIO DE CAMBIO ALTO PODER FIJADOR DE FOSFATOS. FERTILIDAD POTENCIAL (MINERAL) NULA ACTUAL MUY BAJA (EXCEPCION DE LOS SISTEMAS BAJO SELVAS).
ULTISOL	ALTA EVOLUCION; ARCILLAS 1:1 Y ALGUNAS 2:1, SESQUIOXIDOS.	BAJA. ACIDOS. ALTO CONTENIDO DE ALUMINIO DE CAMBIO, PROCESOS DE FIJACION GENERALMENTE IMPORTANTES. FERTILIDAD POTENCIAL BAJA PERO MAYOR QUE EN OXISOLS.
SPODOSOL	ALTA EVOLUCION. SESQUIOXIDOS, ACIDOS FULVICOS Y PRECURSORES. MIGRACIONES ORGANICAS Y MINERALES. MICAS Y MINERALES INTERESTRATIFICADOS.	BAJA. ALTA ACIDEZ, BAJA SATURACION DE CATIONES BAJA CEMENTACION ESTRUCTURAL. APORTE DE NUTRIENTES BAJO, A PARTIR DE LA MATERIA ORGANICA.
VERTISOL	ALTO CONTENIDO EN ARCILLAS 2:1, BAJA MATERIA ORGANICA, - ABUNDANCIA DE ACIDOS HUMICOS EVOLUCIONADOS.	PH CON TENDENCIA A NEUTRALIDAD. BAJO PORCENTAJE DE MATERIA ORGANICA DE DEBIL MINERALIZACION. COMPLEJOS ARCILLA 2:1- ACIDOS HUMICOS. FERTILIDAD ACTUAL Y POTENCIAL MEDIANA.
ALFISOL	ARCILLAS INTEGRADAS POR MEZCLAS 2:1 - 2:2 Y 1:1 MICAS Y - MINERALES PRIMARIOS GENERALMENTE PRESENTES. EVOLUCION MODERADA.	FERTILIDAD VARIABLE, GENERALMENTE MODERADA, ACIDEZ AUSENTE O NO MUY PRONUNCIADA EN LA MAYORIA DE LOS CASOS. EXCEPTO EN ALGUNOS HORIZONTES SUPERFICIALES.
MOLISOL	EVOLUCION MODERADA, ALTA HUMIFICACION. ARCILLAS 2:1, ACIDOS HUMICOS, MINERALES PRIMARIOS ABUNDANTES.	ALTA FERTILIDAD TANTO POTENCIAL COMO ACTUAL. NEUTRALIDAD, LIGERA ACIDEZ O BASICIDAD CONDICIONES FISICAS Y QUIMICAS GENERALMENTE ADECUADAS.
ARIDISOL	EVOLUCION VARIABLE: MODERADA EN GENERAL. ARCILLAS 2:1 PREDOMINANTES. POCA MATERIA ORGANICA, SALES EN VARIOS CASOS.	PH NEUTROS A BASICOS, FERTILIDAD EN GENERAL MODERADA, PUEDEN PRESENTARSE PROBLEMAS DE SALES Y SODIO. BAJA MATERIA ORGANICA
INCEPTISOL	EVOLUCION BAJA. PRESENCIA DE MINERALES PRIMARIOS, ARCILLAS MEZCLADAS. PUEDEN PRESENTARSE COLOIDES INORGANICOS (BAJO - CENIZAS VOLCANICAS).	PH Y FERTILIDAD VARIABLE DEPENDIENTE DE LA ZONA: ALTA EN ZONAS ALUVIALES Y BAJA EN SEDIMENTOS ANTIGUOS Y LAVADOS SOBRE - LOS CUALES EVOLUCIONA EL SUELO. MATERIA ORGANICA VARIABLE.
ENTISOL	MUY BAJA EVOLUCION. PRESENCIA DE MINERALES PRIMARIOS, MEZCLAS DE ARCILLAS DE DIFERENTES TIPOS.	VARIABLE, DE ACUERDO CON LAS ZONAS, COMO EN EL CASO ANTERIOR.
HISTOSOL	SUELOS ORGANICOS DE EVOLUCION VARIABLE.	PH EN GENERAL ACIDO. FERTILIDAD Y PRODUCTIVIDAD VARIABLES DE ACUERDO CON LA ADECUACION DE LA ZONA Y EL GRADO DE EVOLUCION DEL MATERIAL ORGANICO.

Los criterios o características seleccionadas, para diferenciar esta categoría se basan en aquellas características que permiten producir clases de suelos con la máxima homogeneidad posible.

Los regimenes de humedad y temperatura del suelo, orientan en gran parte los procesos evolutivos de los suelos, constituyendo por esta razón un criterio importante para la caracterización de dos categorías del sistema, los subordenes y familias de suelos. Para definir los subordenes se emplean los regimenes de humedad del suelo, y los de temperatura son importantes para la caracterización de las familias de suelos.

Cada uno de los nombres de los diferentes subordenes consisten en dos sílabas; la primer sílaba nos indica la propiedad característica de la clase correspondiente, y la segunda se refiere al nombre al cual pertenece.

Para este caso y en las restantes categorías del sistema, no existe vocal de enlace, y la terminación "sol" se excluye, ya que por extensión, nos estamos refiriendo al suelo mismo como objeto a clasificar. Ejemplo, Humox, Acuent.

En los cuadros No. 3.4 se enlistan los diferentes regimenes edafoclimáticos (de humedad) así como sus rangos de variación. Y en el cuadro No. 3.5 se señalan los elementos formativos para los diferentes subordenes y su significado nemotécnico.

### GRAN GRUPO.

Esta categoría está constituida por subdivisiones de los subordenes, en base a la definición de horizontes, cuya naturaleza, orden y grado de expresión, son estimados principalmente en la parte superior del perfil (secum superior), además, se consideran también, el estado básico, la temperatura, régimen de humedad del suelo, y la presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico.

En este nivel categorico, la caracterización del

CUADRO 3.4.

REGIMENES EDAFOClimaticos

(SEGUN STEEGMAYER, (1979)

REGIMENES DE HUMEDAD DEL SUELO SIMPLIFICADOS

REGIMEN DE HUMEDAD	AÑOS	SECCION CONTROL SECA (DIAS)		SECCION CONTROL HUMEDAD (DIAS)		TEMPERATURA DEL SUELO	
		ACUMULADOS	CONSECUTIVOS	ACUMULADOS	CONSECUTIVOS	PROM. ANUAL	PROM. VERANO MENOS PROM. INVIERNO
ACUICO	10 / 10			SATURADOS	POCOS DIAS		
ARIDICO (TORRIDO)	> 5 / 10	> 180(1)		< 180(2)	< 90 (2)		
UDICO	> 5 / 10	1	< 90 (3)		> 270(4)		
		2	< 90 (3)	< 45VERANO (1)	> 270(4)	< 22 C	)= 5 C
USTICO	> 5 / 10	1	> 90 (3)		> 180(2)	> 90 (2)	> 22 C
		2	> 90 (3)	< 45VERANO (1)	> 180(2)	> 45INVIERNO(4)	< 22 C
XERICO	> 5 / 10		> 45VERANO (1)	> 180	> 45INVIERNO(4)	< 22 C	)= 5 C

- VERANO = DURANTE LOS 4 MESES QUE SIGUEN AL SOLSTICIO DE VERANO  
 INVIERNO = DURANTE LOS 4 MESES QUE SIGUEN AL SOLSTICIO DE INVIERNO  
 (1) = SECO EN TODAS LAS PARTES DE LA SECCION DE CONTROL.  
 (2) = HUMEDO EN ALGUNAS PARTES O EN TODA LA SECCION DE CONTROL.  
 (3) = SECO EN PARTE O EN TODA LA SECCION DE CONTROL.  
 (4) = HUMEDO EN TODAS LAS PARTES DE LA SECCION DE CONTROL.

CUADRO 2.3. ELEMENTOS FORMATIVOS PARA SUBORDENES Y SIGNIFICADO MEMOTECNICO.

ELEMENTO FORMATIVO	ETIMOLOGIA DEL ELEMENTO FORMATIVO	TERMINO MEMOTECNICO	SIGNIFICADO DEL ELEMENTO FORMATIVO
ALB	LAT. ALBUS, BLANCO	ALBINO	INDICA LA PRESENCIA DE UN HORIZONTE ALBICO (HORIZONTE ELUVIAL DECOLORADO).
AND	DERIVADO DE ANDO	ANDO	IGUAL A ANDO. DERIVADO DE CENIZAS VOLCANICAS.
ACU	LAT. AQUA, AGUA	ACUARIO	INDICA CARACTERISTICAS ASOCIADAS CON LA HUMEDAD.
AR	LAT. ARARE, ARAR	ARADO	PRESENCIA DE HORIZONTES MEZCLADOS.
ARG	DERIVADO DEL HORIZONTE ARGILICO LAT. ARGILLA, ARCILLA BLANCA	ARGILIA	INDICA PRESENCIA DE UN HORIZONTE ARGILICO (HORIZONTE- CON ARCILLA ELUVIAL).
BOR	GR. BOREAS, NORTE	BOREAL	FRIO.
FERR	LAT. FERRUM, HIERRO	FERRUGINOSO	PRESENCIA DE HIERRO.
FIBR	LAT. FIBRA, FIBRA	FIBROSO	ESTADO DE MENOR DESCOMPOSICION.
FLUV	LAT. FLUVIUS, RIO	FLUVIAL	LLANURAS INUNDABLES.
FOL	LAT. FOLIA, HOJA	FOLLAGE	CAPA DE HOJAS.
HEM	GR. HEMI, MEDIO	HEMISFERIO	ESTADO INTERMEDIO DE DESCOMPOSICION.
HUM	LAT. HUMUS, TIERRA	HUMUS	PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA.
OCE	GR. BASE DE OCHROS, PALIDO	OCRE	INDICA PRESENCIA DE UN EPIPEDON OCRIICO (SUPERFICIE DE COLORES CLAROS).
ORT	GR. ORTHOS, VERDAD	ORTODOXO	EL COMUN.
PLAG	DERIVADO DEL ALEMAN PLASSEN, CESPED		INDICA LA PRESENCIA DE UN EPIPEDON PLASSEN.
PSAMM	GR. PSAMMOS, ARENA	PSAMITICO	PRESENCIA DE TEXTURA ARENOSA.
REND	DERIVADO DE RENDZINA	RENDZINA	IGUAL A RENDZINA.
SAPR	GR. SAPROS, DESCOMPUESTO	SAPROFITO	ETAPA DE MAYOR DESCOMPOSICION.
TORR	LAT. TORRIDUS, CALIENTE Y SECO	TORRIDO	USUALMENTE SECO.
TROP	DERIVADO DEL GR. TROPICOS, DEL SOLSTICIO	TROPICAL	CONTINUAMENTE CALIDO.
UD	LAT. UDUS, HUMEDO	UDOMETRO	DE CLIMAS HUMEDOS.
UMBR	LAT. UMBRA, SOMBRA	UMBRAI	INDICA PRESENCIA DE UN EPIPEDON UMBRICO (SUPERFICIES DE COLORES OSCUROS).
UST	LAT. USTUS, QUEMA	OCOMBUSTION	CORRESPONDE A CLIMAS SECOS USUALMENTE CALIDOS EN VERA NO.
XER	GR. XEROS, SECO	XEROFITICO	ESTACION SECA ANUAL.

suelo adquiere una especificacion maxima, ya que es aqui donde intervienen con mayor precision los sustantivos que sirven para representar los horizontes de diagnostico.

En un suelo a este nivel de abstraccion se toman en cuenta la similitud de tipo, disposicion y grado de expresion de los horizontes, haciendo enfasis en el secum superior. Tambien se consideran para la formacion de esta clase, los regimenes de humedad y temperatura del suelo. Asi como tambien la presencia o la ausencia de capas de diagnostico (plintita, fragipan, duripan). Se han reconocido 206 grandes grupos de suelos aproximadamente.

En esta clase de suelos, los nombres se forman adicionando a manera de prefijo uno o mas elementos formativos al nombre de su respectivo suborden. Por consiguiente cada nombre de un gran grupo tiene el nombre del suborden en sus dos silabas finales. Si un gran grupo se distingue de otros en el mismo suborden por un horizonte diagnostico o por una determinada propiedad, entonces el nombre de esta propiedad o de ese horizonte se utiliza como raiz del prefijo para formar el nombre del gran grupo. Ejemplo, Tropohumod, Fragihumod.

La clave de los elementos formativos para los grandes grupos, la etimologia del elemento fomativo, el concepto nemotecnico y el significado del elemento formativo se reportan en el cuadro No. 3.6.

Los criterios para definir los regimenes de temperatura, los cuales son utilizados para definir los grandes grupos y las familias de suelos se reportan en el cuadro No. 3.7.

### SUBGRUPO.

El cuarto nivel categorico del sistema lo constituyen los subgrupos. Como su nombre lo indica, son subdivisiones del gran grupo, por lo tanto, se definen solamente en terminos de referencia a los grandes grupos. Cuando se tiene un taxon que corresponde al concepto central del gran grupo, constituye el subgrupo "tipico". Cuando por la presencia de otras características en el suelo, este no puede caer dentro del concepto central o tipico del gran grupo, se tiene entonces un suelo "intergrado" entre un

CUADRO 3.6. ELEMENTOS FORMATIVOS PARA GRANDES GRUPOS Y SIGNIFICADO NEMOTECNICO.

ELEMENTO FORMATIVO	ETIMOLOGIA DEL ELEMENTO FORMATIVO	TERMINO NEMOTECNICO	SIGNIFICADO DEL ELEMENTO FORMATIVO
ACR	DERIVADO DEL GR. AKROS	ACROBATA	INTEMPERISMO EXTREMO.
AGER	LAT. AGER, TIERRA	AGRICULTURA	CON UN HORIZONTE AGICO.
ALB	LAT. ALBUS, BLANCO	ALBINO	QUE CONTIENE UN HORIZONTE ALBICO.
AND	DER. DE ANDO	ANDO	IGUAL A ANDO; DERIVADO DE CENIZAS VOLCANICAS.
ANTR	GR. ANTHROPHOS, HOMBRE	ANTROPOLOGIA	QUE CONTIENE UN EPIPEDON ANTROPICO (CREADO POR EL HOMBRE).
ARG	DER. DE UN HORIZONTE ARGILICO LAT. ARGILLA, ARCILLA BLANCA		PRESENCIA DE HORIZONTE ARGILICO.
BOR	GR. BOREAS, NORTE	BOREAL	FRIO.
CALC	LAT. CALCIS, CAL	CALCIO	QUE POSEE UN HORIZONTE CALCICO.
CAMB	LAT. CAMBIARE, CAMBIAR	ALTERAR	CON UN HORIZONTE CAMBICO.
CROM	GR. CHROMA, COLOR	PANCROMATICO	CROMA ELEVADO.
CRI	GR. KRYOS, FRIALDAD	CRISTAL	FRIO.
DUR	LAT. DURUS, DURO	ENDURECIDO	UN DURIPAN.
DISTR, DIS	DER. GR. DIS, MALO DISTROFICO, NO FERTIL	DISTROFICO	BAJA SATURACION DE BASES.
EUTR, EU	DER. GR. EU, BUENO, EUTROFICO, FERTIL	EUTROFICO	ALTASATURACION DE BASES.
FERR	LAT. FERRUM, HIERRO	FERRUGINOSO	CON PRESENCIA DE HIERRO.
FLUV	LAT. FLUVIUS, RIO	FLUVIAL	PLANICIE DE INUNDACION.
FRAG	DER. LAT. FRAGILIS, FRAGIL	FRAGIL	CON PRESENCIA DE FRAGIPAN.
FRAGLOS	COM. DE FRA (G) Y GLOSS		VER LOS ELEMENTOS FORMATIVOS DE FRAG Y GLOSS.
GIBS	DER. DE GIBBSITE	GIBSITA	CON PRESENCIA DE GIBSITA.
GIPS	LAT. GYPSUM, YESO	YESO	PRESENCIA DE UN HORIZONTE GYPICO.
GLOS	GR. GLOSS, LENGUA	GLOSARIO	QUE TIENE LENGUAS.
HAL	GR. HALS, SAL	HALOFITA	QUE TIENE SAL.
HAPL	GR. HPLOUS, SIMPLE	HAPLOIDE	MINIMO DE HORIZONTES.
HUM	LAT. HUMUS, TIERRA		CON PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA

CONTINUA....



## CONTINUACION

ELEMENTO FORMATIVO	ETIMOLOGIA DEL ELEMENTO FORMATIVO	TERMINO NEOTECNICO	SIGNIFICADO DEL ELEMENTO FORMATIVO
HIDR	GR. HIDROS, AGUA	HIDROLOGIA	CON PRESENCIA DE AGUA.
LEV	GR. LOUO, LAMAR	LAVADO	ILUVIAL.
MED	LAT. MEDIA, MEDIO	MEDIO	DE CLIMAS TEMPLADOS.
NACUR	COM. DE NA (TR) Y DUR		VER LOS RESPECTIVOS ELEMENTOS FORMATIVOS.
NATR	LAT. NATRUM, SODIO		INDICA PRESENCIA DE UN HORIZONTE NATRICO.
OCR	GR. OCHROS, PALIDO	OCRE	INDICA PRESENCIA DE UN EPIPEDON OCRO (SUPERFICIE COLORES PALIDOS O CLAROS).
PALE	GR. PALEOS, VIEJO	PALEONTOLOGIA	DE DESARROLLO ANTIGUO.
PEL	GR. PELLIS, OSCURO		DE COLORES OSCUROS.
PLAC	GR. BASE DE PLAX, PIEDRA FLAYA	PLACA	PRESENCIA DE UN PAN DELGADO.
PLAG	ALEM. PLAGGEN, CESPED		INDICA PRESENCIA DE HORIZONTE PLAGEN.
FLINT	GR. FLINTHIS, LAORILLO		INDICA PRESENCIA DE PLINTITA.
FRANK	GR. FRANKS, ARENA	FRANITICO	TEXTURA ARENOSA.
CUARZ	ALEM. QUARZ, CUARZO	CUARZO	CON ALTO CONTENIDO DE CUARZO.
RHOD	GR. BASE DE RHODON, ROSA	ROSADO	DE COLORES ROJOS OSCUROS.
SAL	LAT. BASE DE SAL, SAL	SALINA	INDICA PRESENCIA DE UN HORIZONTE SALICO.
SIDER	GR. SIDEROS, HIERRO	SIDERURGICA	INDICA PRESENCIA DE OXIDO DE HIERRO LIBRE.
SOMBR	FR. SOMBRE, OSCURO	SOMERA	UN HORIZONTE OSCURO.
ESFAGN	GR. EPHAGNOS, PANTANO	ESFAGNUM	CON PRESENCIA DE MUSGO DE PANTANO.
SULF	LAT. SULFUR, AZUFRE	AZUFRE	PRESENCIA DE SULFUROS.
TORR	LAT. TORRIDUS, CALIENTE Y SECO	TORRIDO	REGIMEN DE HUMEDAD TORRIDA.
TROP	GR. TROPICOS, TROPICO	TROPICAL	HUMEDO, CONSTANTEMENTE CALIDO.
UD	LAT. UDUS, HUMEDO	UDOMETRO	REGIMEN DE HUMEDAD UDICO.
UMBR	LAT. UMBRA, SOMBRA	SOMBRILLA	EPIPEDON UMERICO.
UST	LAT. ESTUS, QUEMADO	COMBUSTION	REGIMEN DE HUMEDAD USTICO.
VERM	LAT. VERMIS, GUSANO	VERMIFUGO	MEZCLADO POR ANIMALES.
VITR	LAT. VITUM, VIDRIO	VIDRIO	PRESENCIA DE VIDRIO VOLCANICO.
XER	GR. XEROS, SECO	XEROFITAS	REGIMEN DE HUMEDAD XERICO.

CUADRO 3.7.  
REGIMENES DE TEMPERATURA SIMPLIFICADOS.

REGIMEN	TEMP. MEDIA ANUAL ( C )	TEMP. MEDIA DEL VERANO MENOS TEMP. MEDIA DEL INVIERNO ( C ).	TEMP. MEDIA VERANO ( C )
PERGELICO	< 0		
CRYICO	0 - 8		BAJA < QUE
FRIGIDO	< 8	> 5	EN EL CRYICO
ISO FRIGIDO	< 8	< 5	
MESICO	8 - 15	> 5	
ISO MESICO	8 - 15	< 5	
TERMICO	15 - 22	> 5	
ISO TERMICO	15 - 22	< 5	
HIPERTERMICO	> 22	> 5	
ISO HIPERTERMICO	> 22	< 5	

concepto central de su gran grupo y el concepto modal de otro gran grupo diferente. Pero la "graduacion" puede ser en otro sentido, hacia no suelos, entonces se tienen un "extragrado".

A la denominacion del gran grupo se le asocia un adjetivo que se caracteriza ya sea por el concepto central del grupo (tipico), un intergrado, es decir, un intermedio entre dos unidades taxonomicas, o bien, un extragrado, intermedio entre un suelo y un no suelo.

Las clases de subgrupos reconocidos son:

- 1.- Subgrupos que caen dentro del concepto central o tipico del gran grupo.
- 2.- Subgrupos intergrados entre dos grandes grupos, - pero dentro del mismo suborden.
- 3.- Subgrupos intergrados entre dos grandes grupos, - pero de diferentes subordenes dentro del mismo orden.
- 4.- Subgrupos intergrados entre dos grandes grupos, - pero de diferentes ordenes.
- 5.- Subgrupos extragrados o que no intergradan hacia una clase conocida de suelos.

El nombre de los subgrupos esta formado por la denominacion del gran grupo, modificado por uno o mas adjetivos que definen las caracteristicas diferenciadoras del subgrupo.

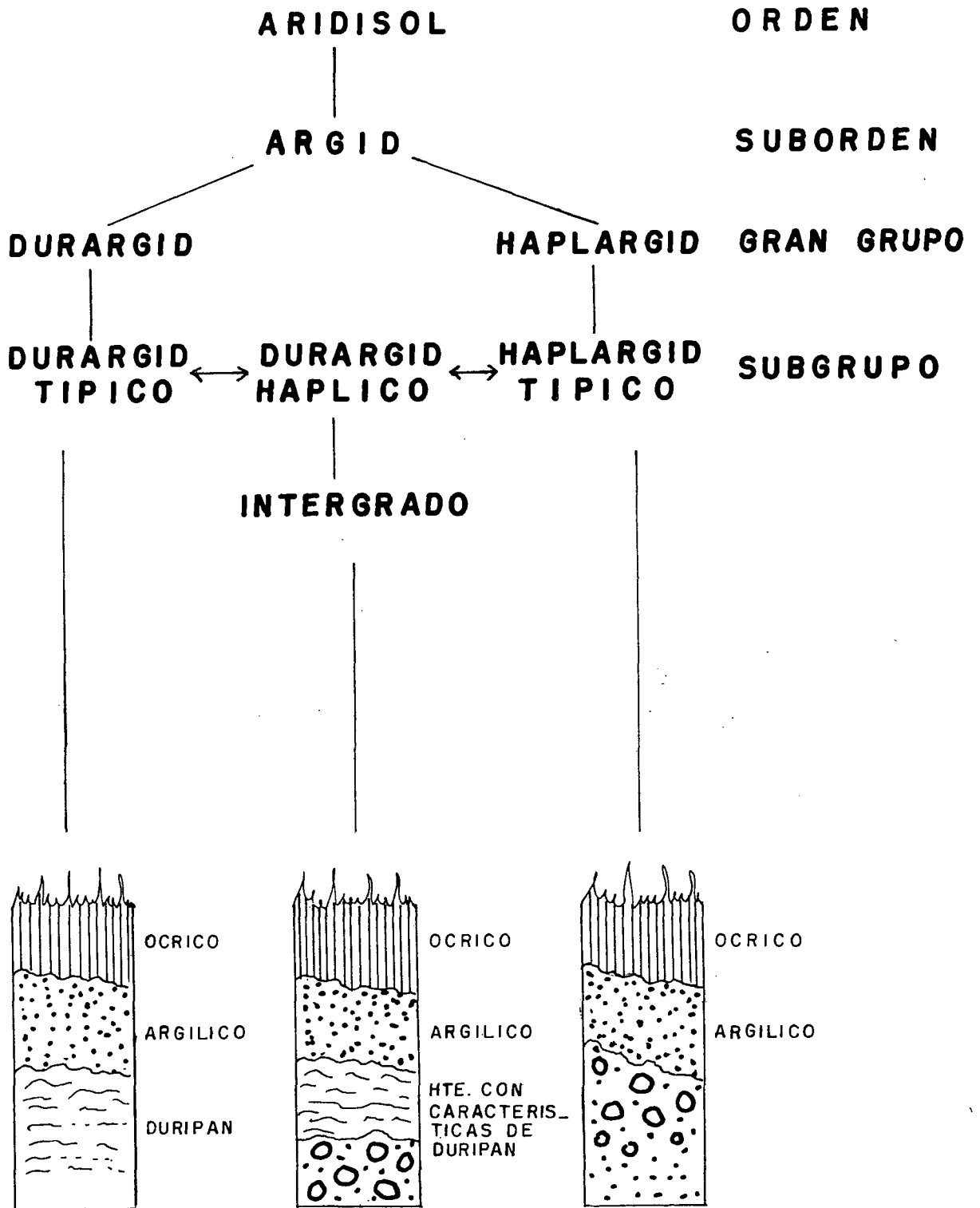
En esta categoria, no se emplean ya silabas para formar nuevas palabras.

- 1.- Las clases de intergrados, que se han reconocido son las siguientes:

- 1.1.- Intergrados hacia otros grandes grupos pero del mismo suborden.

En la fig. No. 10, se muestra la graduacion de un suelo hacia una clase (gran grupo) perteneciente al mismo suborden.

Este proceso se da cuando la propiedad anormal es una



**FIGURA No. 10**

que es característica de otro gran grupo pero en el mismo suborden, para su denominación se utiliza únicamente el elemento formativo del gran grupo al cual intergrada, para indicar las propiedades anormales.

1.2.- Intergrados hacia un gran grupo de diferentes subordenes, pero dentro del mismo orden.

En este caso se puede introducir dos adjetivos para denominar al subgrupo de suelo. Si la característica anormal se refiere al color, donde los chromas (pureza de color) son demasiado altos o demasiado bajos para los subgrupos típicos, se utilizan adjetivos "acuico" y "aerico" respectivamente. Esta adjetivización es más corta y en algunas ocasiones son más descriptivas que los elementos formativos del suborden o de los nombres de los grandes grupos.

1.3.- Intergrados hacia otros grandes grupos pero en diferentes ordenes.

En estos casos, cuando un gran grupo determinado manifiesta una propiedad con mayor intensidad en sus características diferenciadoras por lo tanto, existe un cierto grado de dificultad mayor, para definir el horizonte de diagnóstico correspondiente, para poderlo considerar como típico, por consiguiente, se debe considerar este suelo como un intergrado a un gran grupo de otro orden diferente, denominando al subgrupo con un adjetivo que define el orden al cual gradua.

2.- Se ha denominado extragrados cuando las características de la clase graduan hacia no suelos o hacia clases de suelos aun no conocida. Se han reconocido las siguientes clases de extragrados.

2.1.- Subgrupos que graduan hacia una clase desconocida de suelos, es reconocido por todas aquellas personas que se dedican a la realización de levantamientos de suelos, que existen algunos de ellos, cuyas propiedades no son características de una clase en cualquier orden, suborden o gran grupo, esto es, porque manifiestan una fuerte anomalía distintiva.

Por citar un ejemplo, tenemos suelos ubicados en un pie de monte (en sentido mordo climatico), en depresiones o bien en todos aquellos sitios donde los procesos de la pedogenesis estan orientados hacia una redepositacion lenta pero inexorable de materiales nuevos sobre la superficie, y esta depositacion ocurre a una velocidad menor que la acumulacion de materiales organicos, de tal manera que con el tiempo se forma una capa superficial oscura de grueso espesor. Debido al proceso fundamental pedogenetico de este suelo, este "Horizonte A" (asi entre comillas), por definicion se denominara como horizonte C. En estos casos, la pedogenesis nos obliga a desconocer al gran grupo, conduciendo al clasificador a ubicarlo mas apropiadamente como un subgrupo.

Debido a que este tipo de suelos esta fuera del o de los criterios que definen a los subgrupos tipicos, y que ademas, no existe una clase hacia la cual se intergradan, se requiere por lo tanto, de un adjetivo de tipo descriptivo, para lo cual, se establecio el termino "Cumulico" (L. Cumulus; acumular. Gr. Ico; relativo a), para constituir el nombre del subgrupo.

## 2.2.- Extragrados hacia no suelos.

Este caso se da, cuando el suelo esta fuera del rango de la clase del subgrupo tipico en una direccion completamente opuesta. Tal es el caso de todos aquellos suelos, cuyos horizontes estan truncados por una roca dura y continua, determinando que el suelo sea superficial.

Como puede apreciarse, esta clase de suelos graduan hacia "No suelos", por lo tanto, se les denomina como subgrupos "Liticos". A estos tipos de suelos, muy abundantes en nuestro medio, por sus caracteristicas diferenciadoras se les denomina extragrados. Es decir, fuera de graduacion pedologica.

## 2.3.- Subgrupos multiples intergradando hacia dos - grandes grupos.

Dado que el suelo es un todo continuo, dentro de este continuo existen algunas clases de suelos, en las cuales un subgrupo dentro de un determinado gran grupo en el sistema, gradua hacia una misma clase de suelo, o bien hacia un no suelo (extragrado). Es decir, en un punto los

horizontes que caracterizan al suelo pueden manifestar continuidad horizontal, en otros puntos sus horizontes pueden ser discontinuos, en otros mas, los horizontes pueden estar sepultados; o bien, en algunos otros sitios las características diferenciadoras de las dos clases pueden estar mezcladas constituyendo un solo horizonte, pero en otros sitios los horizontes pueden estar separados. Es decir, un suelo de una clase "X" puede estar evolucionando pedogeneticamente de o hacia una clase de suelo "Y" dando origen a subgrupos con propiedades diferentes.

Para estos casos especiales de suelos, la nomenclatura para designar subgrupos esta aun incompleta.

Solamente podra completarse y definirse cuando se conozcan muchos casos de estos y se correlacionen unos con otros. Pero parcialmente se denominan utilizando un adjetivo "Ruptico" (L. Ruptum; Roto) cuando los suelos manifiestan horizontes intermitentes.

Si el subgrupo en cuestion, comprende un suelo enterrado, el cual forma parte importante del suelo presente, entonces el nombre incluye el adjetivo "Thapto" (L. Thpto; Enterrado).

### FAMILIA.

El subgrupo se divide en FAMILIAS DE SUELO en base a propiedades diferenciadoras que son importantes para el crecimiento de las plantas.

Estas propiedades son:

- Clases de tamaño de particulas.
- Clase de mineralogia.
- Presencia de carbonato de calcio y clase de reaccion del suelo.
- Regimen de temperatura del suelo.
- Clase de consistencia.
- Clase de revestimiento (sobre arena); y
- Clase de grietas.

## CLASE DE PARTICULAS DE TIERRA POR TAMAÑO.

Las clases de partículas de tierra por tamaño, utilizadas para la definición de las familias clasificadas, se definen de la siguiente forma:

a. **FRAGMENTAL:**

Piedras, gravas y arenas muy grueso; contiene muy poca tierra fina para llenar los intersticios mayores de 1 mm de diametro.

b. **ARENO-ESQUELETICO:**

35% o mas del volumen del suelo esta constituido - por fragmentos de rocas de 2 mm de diametro. La tierra fina que se encuentra en los intersticios - es arenosa.

c. **FRANCO-ESQUELETICO:**

35% o mas del volumen del suelo esta constituido - por fragmentos de rocas; bastante tierra fina, de textura franca, para llenar los intersticios 1 - mm de diametro.

d. **ARCILLO-ESQUELETICO:**

35% o mas del volumen del suelo esta constituido - por fragmentos de rocas; bastante tierra fina, textura arcillosa, para llenar los intersticios de 1 mm de diametro.

e. **ARENOSO:**

El suelo contiene menos del 35% en volumen de fragmentos de rocas de mas de 2 mm. la tierra fina es arenosa o franco arenosa.

f. **FRANCO:**

1) El suelo contiene menos del 35% por volumen de fragmentos de rocas. La textura de la tierra fina es franco-arenosa muy fina, arena muy fina o de textura mas fina, pero, la cantidad de arcilla es 35%; 2) La relacion entre el % de agua a 15 atm. y el % de arcilla es 0.6 en la mitad o mas de la seccion de control y el de arcilla esta considerado 2.5 veces el contenido de agua a 15 atm.



**f.1. FRANCO GRUESO:**

Contiene 1) 15% o mas (por peso) de particulas - de arena fina (de 0.25 mm a 0.1 mm de diametro) o mas gruesa incluyendo fragmentos de hasta 7.5 cm. de diametro; 2) menos de 18% de arcilla en la fraccion de tierra fina.

**f.2. FRANCO-FINO:**

15% o mas (por peso) de particulas de arena fina (de 0.25 mm a 0.1 mm) o mas gruesa, incluyendo - fragmentos de hasta 7.5 cm. de diametro; de 18 a 34% de arcilla en la fraccion de tierra fina (menos de 30% de arcilla para los Vertisoles).

**f.3. LIMOSO-GRUESO:**

Menos de 15% (por peso) de particulas de arena - fina o mas gruesa incluyendo fragmentos de hasta 7.5 cm de diametro; menos de 18% de arcilla en la tierra fina.

**f.4. LIMOSO-FINO:**

Menos de 15% (por peso) de particulas de arena - fina o gruesa, incluyendo fragmentos de hasta - 7.5 cm. de diametro; 18 a 34% de arcilla en la - fraccion de tierra fina (menos de 30% para los - Vertisoles).

**g. ARCILLOSO:**

El suelo contiene en volumen menos de 35% de frag- mentos de rocas y la fraccion fina contiene 35% o mas de arcilla (por peso).

**g.1. ARCILLOSO-FINO:**

La fraccion fina contiene de 35 a 59% de arcilla (39 a 59% de arcilla para los Vertisoles).

**g.2. ARCILLOSO MUY FINO:**

La fraccion de tierra fina contiene 60% o mas de arcilla.

Los nombres de las clases por tamaño de particulas no se aplican a los horizontes petrocalcicos, fragipan y

duripan. Son aplicados a los horizontes especificos encontrados dentro de la seccion de control, definida por los siguientes limites de profundidad.

- a. Para los suelos que presentan un contacto litico o paralitico.
- b. Para los otros suelos, el limite superior de la seccion de control corresponde a la base del horizonte Ap despues de los primeros 25 cm. y el limite inferior es 100 cm. de profundidad o menos cuando existe un contacto litico o paralitico, fragipan o duripan, se recomienda considerar solo la parte superior de estos horizontes, los primeros 50 cm. del espesor o menos si aparece un contacto litico o paralitico, un fragipan o duripan a menos de 50 cm.

Las clases de tamaño de particulas fuertemente contrastantes son diferenciadoras de familias de suelos y se relacionan con el cambio de distribucion de poros que afectan seriamente el movimiento y retencion de agua, características que no fueron consideradas en la definicion de las categorias superiores (orden, suborden, gran grupo y subgrupo).

- 1.- Escorioso sobre arenoso o arenoso-esqueletico.
- 2.- Escorioso sobre Franco.
- 3.- Arenoso-Esqueletico sobre Franco, si el material tiene 50% de arena fina o mas gruesa.
- 4.- Arenoso sobre Franco, si el material Franco tiene 50% de arena fina o mas gruesa.
- 5.- Arenoso sobre Arcilloso.
- 6.- Cenizoso sobre Escorioso.
- 7.- Cenizoso sobre Franco-esqueletico.
- 8.- Cenizoso sobre Franco.
- 9.- Franco-esqueletico sobre Fragmental.
- 10.- Franco-esqueletico sobre Arenoso.
- 11.- Franco-esqueletico sobre Arcilloso, si existe una diferencia absoluta de 25% de Arcilla en los contenidos de arcillas de las fracciones de tierra fina.
- 12.- Arcilloso-esqueletico sobre Arenoso.
- 13.- Medio sobre Fragmental.
- 14.- Medio sobre Escorioso.
- 15.- Medio sobre Franco-esqueletico.
- 16.- Medio sobre Franco.

- 17.- Medio sobre Arenoso o Arenoso-esqueletico.
- 18.- Medio sobre Arcilloso.
- 19.- Medio sobre Tixotropico.
- 20.- Franco grueso sobre Fragmental.
- 21.- Franco grueso sobre Arenoso o Arenoso-esqueletico si el material franco grueso tiene 50% de arena - fina y mas gruesa.
- 22.- Franco sobre Arenoso o Arenoso-esqueletico, si el material franco tiene 50% de arena fina o mas - gruesa.
- 23.- Franco-grueso sobre arcilloso.
- 24.- Limoso-grueso sobre Arenoso o arenoso-esqueletico
- 25.- Limoso-grueso sobre arcilloso.
- 26.- Franco fino sobre Fragmental.
- 27.- Franco fino sobre Arenoso o Arenoso-esqueletico.
- 28.- Franco fino sobre Arcilloso, si existe una diferencia absoluta de 25% entre los contenidos de arcilla
- 29.- Limoso-fino sobre Fragmental.
- 30.- Limoso-fino sobre Arenoso o arenoso-esqueletico.
- 31.- Limoso fino sobre Arcilloso, si existe una diferencia absoluta de 25% entre los contenidos de arcilla
- 32.- Arcilloso sobre Fragmental.
- 33.- Arcilloso sobre Arenoso o Arenoso-esqueletico.
- 34.- Arcilloso sobre Franco-esqueletico, si existe una diferencia absoluta de 25% entre los contenidos - de arcilla de las fracciones de tierra fina.
- 35.- Arcilloso sobre Franco, si existe una diferencia absoluta de 25%.
- 36.- Arcilloso sobre limoso fino, si existe una diferencia de 25% entre los contenidos de arcillas.
- 37.- Tixotropico sobre Fragmental.
- 38.- Tixotropico sobre Arenoso o Arenoso-esqueletico.
- 39.- Tixotropico sobre Franco.
- 40.- Tixotropico sobre Franco.\*

#### CLASES MINERALOGICAS.

Las clases mineralogicas se definen en base a la composicion mineralogica aproximada de las fracciones de particulas por tamaño, separadas en el momento del analisis mecanico para la determinacion de las clases de particulas por tamaño. El cuadro No. 3.8, muestra las diferentes clases mineralogicas asi como el tamaño de las particulas requerido para la determinacion de la composicion mineralogica

CUADRO 3.8. CLAVE PARA CLASES DE MINERALOGIA (EXCEPTO PARA OXISUELOS).

CLASE	DEFINICION	TAMAÑO DE FRACCION DETERMINANTE
Carbonatica ----	Mas del 40% por peso de carbonatos (expresados como $\text{CaCO}_3$ ) mas yeso, y los carbonatos son > 65% de la suma de carbonatos y yeso.	En todo el suelo, particulas de < 2 mm de diametro o todo el suelo < 20 mm, El que tenga el porcentaje de mas alto de carbonatos mas yeso.
Ferritica -----	Mas del 40% por peso de oxido de Hierro extractable con citrato-ditionita, reportado como $\text{Fe}_2\text{O}_3$ (o 28% reportado como Fe).	En todo el suelo, particulas < 2 mm. de diametro
Gibsitica -----	Mas del 40% por peso de oxidos de Aluminio hidratado reportada como gibsita y bohemia.	En todo el suelo, particulas < 2 mm.
Oxidica -----	Menos del 90% de cuarzo: < 40% cualquier otro mineral listado subsecuentemente; la proporcion de, el porcentaje de oxido de Hierro extractable mas porcentaje de gibsita con el porcentaje de arcilla <sup>4</sup> , - es 0.20 o mas. El cual es: $\frac{\% \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ extrac.} + \% \text{gibsita}}{\% \text{arcilla}} = 0.2 \text{ o menos}$	Para cuarzo y otros minerales, la fraccion 0.02 a 2 mm de diametro para la proporcion de oxido de Hierro y gibsita con arcilla, en todo el suelo < 2 mm.
Serpentinitica -	Mas del 40% por peso de minerales de serpentina - (antigorita, chrysolita, fibrolita, y talco).	En todo el suelo, particulas < 2 mm. de diametro
Gypsica -----	Mas del 40% por peso de carbonatos (expresados como $\text{CaCO}_3$ ) mas yeso, y el yeso es > 35% de la suma de de carbonatos y yeso.	En todo el suelo, particulas de < 2 mm de diametro o todo el suelo < 20 mm, El que tenga el porcentaje mas alto de carbonatos mas yeso.
Glauconitica	Mas del 40% de clauconita por peso	En todo el suelo, particulas < 2 mm. de diametro.
<b>CLASES APLICADAS A SUELOS QUE TIENEN UNA CLASE DE TAMAÑO DE PARTICULA FRAGMENTAL, ARENOSA, ESQUELETO-ARENOSA, MARGOSA, ESQUELETO-MARGOSA</b>		
Micasea -----	Mas del 40% por peso de mica <sup>2</sup>	0.02 a 20 mm.
Silisea -----	Mas del 90% por peso <sup>3</sup> de minerales silicatados - (cuarzo, calcedonia u opalo) y otros minerales extremadamente duros, los cuales son resistentes al - intemperismo.	0.02 a 2.0 mm.
Mezclada -----	Todos los demas que tienen menos del 40% de cualquier otro mineral de cuarzo o feldspatos.	0.02 a 2.0 mm.
<b>CLASES APLICADAS A SUELOS QUE TIENEN UN CLASE DE TAMAÑO DE PARTICULAS ESCILLOSA O ESQUELETO-ARCILLOSA.</b>		
Haloisitica ----	Mas de la mitad de haloisita <sup>4</sup> por peso y una pequeña cantidad de alofano o caolinita o ambas.	< 0.002 mm.

Caolinitica ----	Mas de la mitad de caolinita, haloisita tabular, diki ta, y nacrita por peso, pequeñas cantidades de otros minerales 1:1 o 2:1 no expandibles o gibsita, y <10% de montmorillonita.	< 0.002 mm.
Montmorillonitica --	Mas de la mitad de montmorillonita o nontronita, por peso, o una mezcla que tiene mas montmorillonita que cualquier otro mineral de arcilla.	< 0.002 mm.
Illitica -----	Mas de la mitad de illita (mica hidratada), por peso y generalmente > 4% de K <sub>2</sub> O.	< 0.002 mm.
Vermiculitica --	Mas de la mitad de vermiculita por peso o mas vermiculita que cualquier otro mineral arcilloso	< 0.002 mm.
Cloritica -----	Mas de la mitad de clorita por peso o mas clorita que cualquier otro mineral arcilloso.	< 0.002 mm.
Mezclado -----	Otros suelos.	< 0.002 mm.

- 
1. porcentaje de arcilla o porcentaje de 1500 kPa de agua 2.5 veces. cualquiera es mayor, proporciona el rango de 1500 kPa de agua para arcilla es 0.6 o mas en la mitad o mas de la seccion de control.
  - 2,3. Los porcentajes por peso son estimados del conteo de granos. Usualmente, un conteo de uno o dos del tamaño de la fraccion dominante de un analisis mecanico convencional es suficiente para emplear en el suelo.
  4. La haloisita como es usada aqui, incluye solamente la forma tubular. La cual ha sido llamada haloisita tabular, esta agrupada aqui - la caolinita.
  5. Sepiolitica, definido como el contenido de mas de la mitad, por peso de sepiolita, atapulgita, y palygorskita, deben nombrarse si se encuentran.

CLAVE PARA LAS CLASES DE MINERALOGIA DE LOS OXISOLES.

La mineralogía de la sección de control tiene:

- 1.- Mas del 40% de óxido de Hierro (>28% de Fe) por -  
citrato-ditionita en la fracción <2 mm.?
- 2.- Mas del 40% de gibsita en la fracción de <2 mm.?
- 3.- 18 - 40% de óxido de Hierro (12.6 - 28% de Fe) -  
por citrato-ditionita en la fracción <2 mm.?
- 4.- 18 - 40% de gibsita en la fracción <2 mm?
- 5.- Mas del 50% por peso de caolinita en la fracción  
<2 mm.?
- 6.- Mas del 50% por peso de haloisita en la fracción  
<2 mm.?

ninguna de las anteriores -----	Mezclada
1 con o sin 2, 4, 5, 6 -----	Ferrítica
2 con o sin 3, 5, 6 -----	Gibsitica
3 con o sin 5, 6 -----	Ferruginosa
4 con o sin 5, 6 -----	Alítica
3 y 4 con o sin 5, 6 -----	Sesquica
5 -----	Caolinitica
6 -----	Haloisitica

## CLASES DE REACCION Y PRESENCIA DE CARBONATO DE CALCIO.

La presencia de carbonato de calcio, se investiga en la seccion del suelo comprendida entre las profundidades de 25 a 50 cm. o menos, cuando estos contactos se encuentran dentro de los primeros 25 cm. se analiza alguna parte del suelo superyacente para definir la presencia de  $\text{CaCO}_3$ .

Un suelo es considerado calcareo, si la fraccion de tierra fina reacciona en cualquier parte con el HCl diluido y frio.

Las clases de reaccion son aplicables a una misma seccion de control que la definida para las clases de tamaños de particulas. Dos clases son definidas:

- a) ACIDA. El pH 5.0 en  $\text{CaCl}_2$  0.01 M (2:1) o pH 5.5 en  $\text{H}_2\text{O}$  (1:1);
- b) NON ACIDA. El pH 5.0 en  $\text{CaCl}_2$  0.01 M (2:1) o pH - 5.5 en  $\text{H}_2\text{O}$  (1:1), en por lo menos algunas partes - de la seccion de control; el termino no acido, no es usado en el nombre de las familias calcareas.

## RECOMENDACIONES PARA EL USO DE LAS CLASES DE REACCION Y PRESENCIA DE $\text{CaCO}_3$ EN LOS NOMBRE DE LAS FAMILIAS.

Las clases de reaccion y la presencia de  $\text{CaCO}_3$  no son utilizables en familias carbonaticas y gypsicas.

Si el adjetivo calcarea es utilizado como diferenciador a nivel de familia, se le considera como una subclase mineralogica y se le describe entre parentesis, despues del nombre de la clase mineralogica; ejemplo:

Haplacuel tipico Mexico, mezclado (calcareo), franco fino.

## CLASES DE TEMPERATURA DEL SUELO.

Las clases de temperatura del suelo, son utilizados como características diferenciadoras de familias, a nivel de todos los ordenes de suelos, cuando no fueron considerados en las categorías superiores (suborden y gran grupo). Por ejemplo no es recomendable usar la clase de temperatura (Frigida) para los subordenes Cryico y los gran grupos de Cryico para evitar el pleonasma en el nombre de la familia.

Las clases de temperatura son definidas a un profundidad de 50 cm. o a un contacto litico o paralitico, cuando este aparece a una profundidad menor.

Las clases de temperatura corresponden a los regimenes de temperatura: Frigido, Mesico e Hipertermico o los regimenes Isofrigido, Isomesico, Isotermico e Isohipertermico.

## OTRAS CARACTERISTICAS.

Características tales como: profundidad del suelo, consistencia, humedad equivalente, pendiente y presencia de grietas permanentes; son a menudo necesarias para un agrupamiento razonable de las series dentro de la familia y algunos de estas características constituyen el criterio tipico de diferenciación de las familias de suelos.

## PROFUNDIDAD DEL SUELO.

Las clases de profundidad pueden ser utilizadas como características diferenciadoras a nivel de familia en todos los ORDENES de los suelos con excepcion para los GRAN GRUPOS y SUBGRUPOS liticos y paraliticos en los cuales estas características son tomadas en cuenta.

Se han definido las siguientes clases:

### ESQUELETICO\*:

18cm. de profundidad, no se debe utilizar en los nombres de las familias de los Entisoles y subgrupos Per



gelico de los gran grupos Cryicos.

#### **SOMERO:**

a) Menor de 50 cm. por la presencia de un duripan, un horizonte petrocalcico, un contacto petroferrico o paralitico. Se aplica a todas las familias de los subgrupo de los Entisoles, Inceptisoles, Molisoles, Espodosoles, Alfisoles y Ultisoles, excepto los subgrupos liticos y Pergelicos de los grupos Cryicos (criacuept criumbrept, criortod y otros);

b) Menor de 100 cm. de profundidad por la presencia de un contacto litico, paralitico o petroferrico para las familias de los Oxisoles.

#### **CONSISTENCIA.**

Dos clases de consistencia fueron definidas, especialmente para diferenciar las familias de los Spodosoles:

#### **ORSTSTEIN:**

Todo o parte del horizonte espodico, cuando esta humedo, es por lo menos debilmente cementado en un horizonte masivo y que representa mas de la mitad del pedon.

#### **NO CEMENTADO:**

El horizonte espodico, cuando esta humedo no es cementado en horizonte masivo por la mitad de cada pedon.

Es importante notar que, las clases de consistencia definidas anteriormente, no se refieren a un horizonte gypico o calcico cementado.

#### **CLASES DE REVESTIMIENTO (sobre arena).**

En base a la humedad equivalente, se han definido dos clases de familias de revestimiento de los CUARZIPSAMMENT:

#### **REVESTIDA.**

La humedad equivalente es 2%.

#### NO REVESTIDA.

La humedad equivalente es 2% o la suma Limo + Arcilla es 5%.

#### PENDIENTE O CONFIGURACION DEL SUELO.

Grandes grupos de suelos particularmente los ACUOL y ACUULT pueden ocurrir en diferentes clases de pendientes. Para estos casos (poco frecuentes), se puede recurrir a las clases de pendientes definidas en el SOIL SURVEY STAFF, 1951 para diferenciar las familias de pendientes de suelos.

#### CLASES DE GRIETAS PERMANENTES.

El adjetivo "Agrietado" es utilizado para definir las familias de Fluvacuent que muestran grietas permanentes continuas, y vericales con 2 mm o mas de ancho con intervalo lateral promedio de 50 cm. o menos entre ellas.

#### FAMILIA DE LOS SUELOS ORGANICOS (HISTOSOLES).

La distribucion de las familias en los suelos organicos se hace en base a las siguientes propiedades:

- Tamaño de particula
- Mineralogia que incluye al tipo de material limnico
- Reaccion.
- Regimen de temperatura.
- Propiedad del suelo.

#### CLASE DE PARTICULAS.

Las clases de particulas se utilizan solo, en los nombres de las familias de los suelos de los grupos terricos, y los terminos tienen las mismas definiciones que para los suelos minerales:

- Fragmental.
- Franco-esqueletico o arcilloso-esqueletico
- Arenoso o Arenoso-esqueletico.

- Franco.
- Arcilloso.

#### CLASE MINERALOGICA.

Segun la naturaleza del subgrupo, gran grupo de suelo organico se han definido 3 clases mineralogicas.

##### - FERRIHUMICO.

El suelo contiene dentro de la seccion de control, materiales ferrihumicos, que consisten en una mezcla de oxidos de fierro con varias clases o cantidades de materiales organicos. El color varia normalmente de cafe rojizo a cafe rojizo oscuro, comunmente mezclado con negro cambia poco al secarse. El contenido de oxido de hierro es mayor del 10%. Puede ser saturado con agua mas de 6 meses por año o ser artificialmente drenado. El horizonte puede ser organico o mineral, pero en cualquier caso debe contener 1% de materia organica y 2% de concreciones de hierro con dimensiones laterales que varian de 5 mm hasta 100 cm o mas.

Esta clase minaralogica se aplica a las familias de los subordenes Fibrist, Hemist y Sapríst, excepto los Esfagnofibrist y los subgrupos esfagnicos de otros grandes grupos.

##### - FAMILIAS MINERALOGICAS PARA LOS SUBGRUPOS FERRICOS

Las clases mineralogicas definidas por los suelos minerales son aplicables a la fraccion mineral del suelo del subgrupo terrico correspondiente.

##### - FAMILIAS MINERALOGICAS PARA LOS SUBGRUPOS LIMNICOS

Segun la naturaleza del material limnico, se utilizan los adjetivos: COPROGENICO, DIATOMACEA y MARGOSA.

## CLASE DE REACCION.

### - EUTRICO.

El pH de las muestras no secadas es 4.5 -  
(CaCl<sub>2</sub> 0.01 M) al menos en alguna parte de -  
los materiales organicos dentro de la sec---  
cion de control

### - DISTRICO.

El pH es 4.5 (CaCl<sub>2</sub> 0.01 M) en cualquier par  
te de la seccion de control.

## CLASE DE TEMPERATURA.

Los modificadores, que son los regimenes de temperatura anteriormente definidos, son utilizados para las familias de todos los subgrupos, excepto para los SUBORDENES PERGELICOS.

## CLASES DE PROFUNDIDAD DEL SUELO.

Se aplica a todos los subgrupos liticos de los histosoles excepto los subgrupos pergelicos. Existen dos clases:

### - SOMERAS.

Para los subgrupos liticos que tienen un con  
tacto litico entre 18 y 50 cm. de profundi--  
dad.

### - SUPERFICIALES.

Para los subgrupos liticos que tienen un con  
tacto litico a menos de 18 cm. de profundi--  
dad, incluyendo a los gran grupos cryicos.

## SERIE DE SUELO

Las series de suelo, son subdivisiones de las familias de suelo en base a similitudes en las

características morfológicas y mineralógicas de los individuos suelos (pedones) dentro de la sección de control. Esta sección de control, abarca todos los horizontes genéticos incluyendo a los horizontes petrocalcicos, fragipan, duripan y otros.

La serie de suelo, corresponde conceptualmente a un polipedon, esta constituida por un agrupamiento de todos los individuos suelos con horizontes similares tanto en su disposicion o arreglo dentro del perfil como en las características de sus propiedades diferenciadoras: tamaño de las partículas, textura, color, reacción (pH), consistencia, espesor, pedregosidad, sales, cutanes, nodulos y moteados. En otros terminos, presentan las siguientes características:

- Mismas clases de horizontes ( $A_1$ ,  $B_2$ ) y mismo patron de dichos horizontes en el perfil.
  
- Los horizontes correspondientes son similares en -- sus características diferenciadoras submencionadas.

Una variacion significativa de una o varias de estas características, causadas por un cambio significativo en uno o mas factores formadores de suelo provocan un proceso pedogenetico diferente.

#### SECCION DE CONTROL PARA LAS SERIES DE SUELO.

La sección de control, se define en base a los limites de profundidad, entre los cuales se aprecian las características diferenciadoras de las series de suelo. Existen tres casos:

- EN SUELOS CON REGIMEN DE TEMPERATURA CRIICO.  
La sección de control va de la parte superior del - suelo mineral hasta una profundidad de 100 cm, o - hasta un contacto litico o hasta una profundidad de 25 cm. debajo del nivel en el cual la temperatura - es 0°C cerca de 2 meses despues del solsticio de - verano.
  
- EN SUELOS MUY SOMEROS.  
De la parte superior del suelo mineral hasta un con

tacto litico o paralitico, si es Regolita, es 36 -  
cm.

- OTROS SUELOS MINERALES.

La seccion de control se extiende desde una profun-  
didad de 25 cm. hasta:

- \* Un contacto litico o paralitico, si este aparece dentro de una profundidad de 100 cm.
- \* Una profundidad de 100 cm, si la regolita mide - 100 cm, pero carece de horizonte de diagnostico;
- \* El limite inferior de los horizontes de diagnos- tico y de cualquier horizonte subyacente C si el espesor de los horizontes de diagnostico y -- del regosol exceden 100 cm, pero menos de 200 cm los horizontes gypsico y calcico y los duripanes son considerados horizontes de diagnostico si -- sus limites superiores estan dentro del primer - metro (100 cm.) de la superficie. El horizonte - salico es diagnostico, solo si su limite supe--- rior esta dentro de los primeros 75 cm. de la su perficie. Cuando un contacto litico o paralitico se halla entre 50 y 100 cm. de profundidad. Indi cador de una serie diferente pero no de un sub-- grupo diferente.

### 3.2.2. HORIZONTES Y PROPIEDADES DE DIAGNOSTICO.

Como fue expuesto, los horizontes de diagnostico constituyen una de las piezas maestras de la Taxonomia de Suelos. La basta experiencia de los clasificadores norteamericanos permitio que se pudieran distinguir tres tipos de horizontes de diagnostico:

- A. Los epipedones u horizontes superficiales, que no son sinonimos del horizonte A pero que abarcan a todos los horizontes A y a veces parte o todo el horizonte B.
- B. Los horizontes de diagnostico subsuperficiales que se encuentran a cierta profundidad y que son los mas importantes para definir las ordenes y subordenes.
- C. Los horizontes de diagnostico secundarios que describen unas características significativas, especificas y particulares.

#### A. HORIZONTES DE DIAGNOSTICO SUPERFICIALES O EPIPEDONES.

Un horizonte formado en la superficie del suelo se llama epipedon (Gr. Epi; sobre y pedon; suelo). Pero el epipedon puede ser tambien un subhorizonte obscurecido por materia organica o material lixiviado o al extremo de una roca cuya estructura ha sido destruida. Tal horizonte puede recubrirse de un deposito delgado aluvial o eolico sin perder su identidad de epipedon. La profundidad a que un epipedon puede considerarse como resultado es generalmente la superior o igual a 50 cm.

Para evitar cambios frecuentes en la clasificacion de un suelo como resultado de la labranza, las propiedades del epipedon (excepto la estructura) deben determinarse debajo del horizonte Ap, que ha sido mezclado (generalmente despues de los primeros 18 cm), cuando la profundidad del lecho rocoso es inferior a 18 cm, la determinacion se hace despues de la parte mezclada hasta el lecho.

Se han definido seis horizontes de diagnostico superficiales que son: horizonte molico, antropico, umbrico, histico, plaggen y ocrico.

#### EPIPEDON MOLICO. (Lat = mollis - suave, blando).

La idea de epipedon molico se centra sobre una capa superficial gruesa, oscura rica con materia organica, predominantemente saturada con cationes bivalentes y con estructuras de moderada a fuertemente desarrollada.

Los suelos que tienen un epipedon molico tienen tambien en comun una serie de propiedades secundarias importantes para el crecimiento de las plantas:

1. Formacion de arcilla del tipo 2:1 a partir de minerales meteorizables sin riesgo de toxicidad debido al Al y Mn.
2. Reserva suficiente de Ca, Mg y K y aun, cuando el suelo no ha sido prolongadamente cultivado.
3. Buena permeabilidad debido a su estructura que facilita el movimiento del agua y el aire.

Estas propiedades accesorias hacen del epipedon molico un horizonte de diagnostico a nivel de categoria superior.

El epipedon molico es un horizonte mineral o un conjunto de subhorizontes que despues de la capa de suelo mezclada tiene las siguientes características.

1. Estructura del suelo suficientemente fuerte para -- que el horizonte no sea masivo y duro a la vez cuando seco. La estructura de prismas muy gruesos (30 - cm de diam.), se considera como masivo si no hay estructuras secundarias dentro de los prismas.
2. Si hay < 40% de material calcareo finamente dividido el color de la muestra de suelo molico tiene:
  - a) Intensidades (valores) mas oscuro que 3.5 en humedo



y 5.5 cuando seco y chromas (pureza) menores de -  
3.5 en humedo.

- b) El (value) es una unidad Munsell mas oscura o el -  
chroma dos unidades menos (en humedo y en seco) -  
que el horizonte IC si esta presente; si solo existe un horizonte IIC o un R.

Algunos materiales parentales, tales como: cenizas volcanicas, aluvion, carbonatos, esquistos, pizarras pueden tener color oscuro y chroma bajo. Los suelos formados en tales materiales pueden haber -  
acumulado cantidades apreciables de materia organica sin manifestar un oscurecimiento visible del -  
epipedon. De esta manera, el requerimiento anterior de comparacion del value y chroma no se toma en cuenta.

- I. El o los horizontes superficiales cumplen con todos los requerimientos de un epipedon molico y -  
en mas de sus veces, tienen al menos 0.6% mas de carbon organico que el IC o el IIC;

II. Si el epipedon excede a la roca (contacto litico o paralitico).

- c) Si hay > 40% de material calcareo finamente dividido no se toman en cuenta los requisitos de color -  
en seco. El value cuando humedo es inferior a 5, -  
debido a que el material calcareo finamente dividido actua como pigmento blanco.

3. Saturacion de bases (por el metodo del  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) es -  
50% o mas.

4. El contenido de carbon organico es de 2.5% o mas en los primeros 18 cm.. Si hay en el suelo mas de 40% de material calcareo finamente dividido, de otra manera el contenido de carbon organico es por lo menos de 0.6% (o sea 1% de materia organica) en el -  
epipedon.

Considerando que un epipedon es un horizonte mineral y no un horizonte organico, su contenido maximo de carbon organico es el definido por los suelos minerales y corresponde al limite inferior del contenido de carbon organico de un horizonte histico.

5. El espesor del suelo de los primeros 18 cm. mezclados, o de todo el suelo mezclado hasta la roca, el horizonte petrocalcico o duripan es 18 cm; es uno de los siguientes casos:
- a) 10 cm. o mas, si debajo del epipedon existe directamente un contacto litico o paralitico en familias de suelos poco profundos.
  - b) Cuando la textura es mas fina que franco arenosa fina, el espesor del epipedon debe ser 25 cm.
    - I. El limite superior del horizonte calcico cuando existe debe hallarse a mas de 75 cm de la superficie
    - II. La base de cualquier horizonte argilico, natrico, espodico, cambico u oxico si existe debe estar a mas de 75 cm de profundidad.
    - III. El limite superior de cualquier horizonte petrocalcico, fragipan o duripan esta a una profundidad mayor que 75 cm.
  - c) En el suelo con textura franco o arcillosa, el grosor del epipedon es 28 cm. o mas y es mas de 1/3 de la profundidad media desde la superficie hasta la base de las capas mencionadas en (2), cuando estas se hallan a menos de 75 cm.
  - d) Mas de 25 cm. de espesor cuando:
    - I. La textura es mas gruesa que franco arenosa fina en todo su espesor.
    - II. No hay horizontes de diagnostico subyacentes y el contenido de materia organica decrece regularmente con la profundidad, como en un aluvion reciente no estratificado.
  - e) El grosor puede ser 18 cm. o mas cuando no se cumple ninguna de las condiciones antes mencionadas en 1), 2), y 4).
6. El epipedon tiene menos de 250 ppm de  $P_2O_5$  soluble en acido citrico, 1% presentan cantidades crecientes de  $P_2O_5$  solubles en acido citrico 1% debajo del epipedon o nodulos de fosfato en el epipedon.

7. Sin riego, parte del epipedon tiene agua por 3 meses o mas (acumulativos) del año o en mas de 7 años por decenio y cuando la temperatura a 50 cm es de -5°C o mas.

8. El valor de n es menor de 0.7

$$n = \frac{A - 0.2 R}{L + 3 H}$$

A = % agua en condiciones de campo

R = % limo + arena

L = % arcilla

H = % materia organica (= C X 1,724)

Aunque la mayoría de los suelos que tienen un epipedon molico sean pobremente drenados, un horizonte molico no debe tener un alto contenido de agua, como los sedimentos que estan continuamente bajo efecto de humedad.

#### EPIPEDON ANTROPICO. (Gr. Antropos = Hombre).

El epipedon antropico es semejante al epipedon molico en cuanto a requerimiento de color, estructura y materia organica; pero como su nombre lo indica, se ha desarrollado bajo la actividad humana, debido a un uso prolongadamente continuo del suelo.

1. En sitios habitacionales la adicion continua de huesos, cosechas y otros residuos de cocina ha proporcionado calcio y fosforo, y el nivel de fosforo en el epipedon es demasiado alto para ser molico; esto es la característica que precisamente lo distingue del epipedon molico, los epipedones ocurren particularmente en aquellas areas en donde hubo o aun existen grandes casas feudales.

2. En zonas muy aridas donde no hay inundacion y donde la precipitacion es tan escasa no hay practicamente vegetacion sin irrigacion, algunos suelos prolongadamente irrigados tienen un epipedon de propiedades fisicas y quimicas similares a las del epipedon molico, cuando el suelo no ha sido irrigado y el epipedon permanece completamente seco mas de nueve meses del año en mas de siete años por decada.

En resumen el horizonte antropico cumple con todos los requisitos del epipedon molico excepto:

1. Alto contenido de  $P_2O_5$  ( $> 250$  ppm).
2. Agua disponible durante largo periodo.

#### **EPIPEDON UMBRICO. (Lat. umbra = sombra, oscuro).**

Muchos suelos tienen un horizonte superficial oscuro que no puede distinguirse de un epipedon molico por una simple observacion de campo, pero en las cuales los estudios de laboratorio pueden mostrar que la saturacion en bases es menor que 50% (metodo de  $NH_4OAc$ ). tales epipedones son llamados umbricos. Su contenido de materia organica puede ser mas grande que en un horizonte molico.

En suelos en los cuales el contenido de materia organica es proporcional a la oscuridad del color, se distinguen el grupo de suelos con un horizonte superficial grueso y oscuro de otro grupo formado por horizonte superficial claro y delgado. La estructura, densidad aparente, CIC y otras propiedades son relacionadas a la cantidad de materia organica. Pero en aquellos cuyo color oscuro no esta relacionado con el contenido de materia organica, se distinguen con los suelos de epipedon claro, de los de nivel oscuro solamente a nivel de categorias inferiores.

El epipedon umbrico es comparable al epipedon molico en cuanto a sus requerimientos de color, carbon organico, consistencia, estructura, grosor, valor de n, y fosforo.

Un horizonte umbrico incluye los horizontes superficiales gruesos que tienen una saturacion de bases inferior a 50%.

#### **EPIPEDON HISTICO. (Gr. histos; tejido).**

El epipedon histico es un horizonte organico presente en suelos minerales, generalmente a la superficie, aunque puede estar sepultado por capas delgadas de otros materiales a poca profundidad. Es generalmente un

horizonte delgado de turba o de humus cuando el suelo no ha sido arado; pero cuando el suelo ha sido arado, el epipedon histico tiene un alto contenido de materia organica que resulta de la mezcla de la turba con el material mineral.

Puesto que los depositos de turba ocurren en sitios humedos, un horizonte histico esta saturado por agua por 30 dias consecutivos o mas en el año o cuando ha sido drenado artificialmente. Tiene uno de los siguientes requerimientos:

1. Horizonte superficial compuesto de materia organica de suelo que:
  - a) Tiene 75% mas de volumen de fibra "esfagno" o tiene una densidad aparente en humedo inferior a 0,1 y un espesor superior a 20 cm. pero inferior a 60 cm.
  - b) Tiene de 20 a 40 cm. de espesor y uno de los requerimientos siguientes con respecto a la materia organica:
    - I. Tiene 18% o mas de carbon organico si la fraccion mineral es 60% o mas de arcilla.
    - II. Tiene 12% o mas de carbon organico si la fraccion mineral no tien arcilla.
    - III. Tiene un contenido intermedio proporcional de carbon organico si una parte o menos de 60% de la fraccion mineral es arcilla.
2. Tiene una capa de arado de 25 cm. o mas de grosor que tenga 8% o mas de carbon organico si no hay arcilla o 16% o mas de carbon organico si hay 60% de arcilla, o contenidos intermedios de carbon organico proporcional al contenido intermedio de arcilla.
3. Tiene una capa de materia organica con bastante carbon organico y un grosor que satisfacen los requerimientos del (A), descansa debajo de una capa superficial de material mineral de espesor inferior a 40 cm.
4. Tiene una capa superficial de materia organica de espesor inferior a 25 cm. que tiene bastante carbon organico para cumplir con los requerimientos del 2% despues de haber sido mezclado hasta la profundi

dad de 25 cm. En estas condiciones el contenido de carbon organico puede variar entre 8% cuando no -- hay arcilla y entre 16% y 18% cuando hay 60% o mas de arcilla.

#### **EPIPEDON PLAGGEN. (Lat. plaggen; cespel).**

El epipedon plaggen es un horizonte superficial de 50 cm. de espesor o mas, formado por años de adicion continua de ambos abonos organicos y cespel, bajo efecto de la labranza.

El color del epipedon plaggen y su contenido de carbon organico dependen de la naturaleza de las fuentes de los minerales del cespel del que provienen los abonos. Cuando los abonos provienen del brezal, el epipedon tiende a ser oscuro o gris muy oscuro, rico en materia organica con una alta relacion C/N, pero cuando el cespel proviene del bosque, el epipedon plaggen tiende a ser de color cafe, teniendo menos materia organica y teniendo una baja relacion C/N.

El epipedon puede identificarse de varias maneras:

1. Contiene generalmente materiales tales como pedazos de ladrillos, piezas de ceramica a traves de su profundidad y otros materiales tales como arena gris-clara y senales de palas.
2. El epipedon plaggen muestra generalmente marcas de pala a traves de su profundidad y tambien restos o vestigios de capas delgadas estratificadas que se han formado probablemente bajo efecto de lluvia y que posteriormente se han enterrado por la labranza.

#### **EPIPEDON OCRICO. (Gr. Ochros; palido).**

El epipedon ocrico es un epipedon que es muy alto en value y chroma, muy bajo en materia organica, muy alto en valor n, o muy delgado para ser molico, umbrico, antropico, plaggen o histico, o es muy masivo y duro a la vez cuando seco.

El horizonte ocrico incluye:

1. Los horizontes eluviales superficiales o cerca de la superficie (horizonte  $A_2$  y horizonte albico), y se extiende al primer horizonte iluvial de diagnostico subyacente (horizonte argilico, natrico o espodico).

2. El horizonte subyacente B de alteracion (horizonte cambico u oxico) que no tiene un horizonte suprayacente muy oscurecido por el humus.

El limite inferior mas conveniente del epipedon ocrico es la base de la capa de arado o una profundidad equivalente de un suelo que no ha sido labrado. El epipedon ocrico y los horizontes superficiales de diagnostico no son mutuamente exclusivos. El epipedon ocrico carece de la estructura de la roca, tampoco incluye a sedimentos recientes que son finamente estratificados.

Las características de color para un epipedon ocrico son las siguientes:

1. El value despues de la fraccion de 5.5 o mas en seco o 3.5 o mas en humedo, si el croma es 3.5; o
2. Un horizonte  $A_1$  o  $A_p$  es considerado ocrico si tiene un value y un croma bajos y es delgado para ser epipedon molico o umbrico.
3. Los epipedones que tienen un value despues de la friccion menor que 5.5 en seco o menos que 3.5 en humedos, son tambien ocrico si no son mas oscuros que el horizonte IC y no tiene 0.6% de carbon organico mas que el horizonte IC.

## B. HORIZONTES DE DIAGNOSTICO SUBSUPERFICIALES.

Los horizontes de diagnostico subsuperficiales se forman debajo de la superficie del suelo, aunque en algunos lugares pueden encontrarse abajo de una capa de hojarasca, que quedan directamente expuestos en la superficie por truncamiento del suelo. Algunos de estos horizontes reunen todos los requerimientos de un horizonte B, y como tal son considerados como horizontes B, por algunos pedologos; otros, ademas, abarcan parte del horizonte A.

### HORIZONTE ARGILICO.

#### Consideraciones Generales:

Un horizonte argilico es un horizonte iluvial en el cual se han acumulado las arcillas por iluviacion a un grado significativo.

Dado que existe un semejanza fuerte entre la arcilla en el horizonte eluvial y el horizonte iluvial (argilico), podemos decir que la arcilla del horizonte argilico predominantemente ha emigrado como arcilla que como productos de descomposicion, que posteriormente fueron sintetizados. Por lo tanto el proceso de iluviacion, no es un prelude que concurre a la formacion de la arcilla en el horizonte iluvial (argilico). Por eso la relacion  $SiO_2:X$  de la formacion arcillosa es constante en todos los horizontes (eluvial e iluvial).

El factor tiempo es muy importante en la formacion de un horizonte argilico; existen pocas o nada de evidencias de translocacion en los suelos de los paisajes mas jovenes, se requieren ordinariamente para la formacion de un horizonte argilico unos miles de años.

Los horizontes argilicos son mas fuertemente expresados en suelos bajo vegetacion forestal que en suelos bajo pastos.

El clima es un factor muy importante. No se forma el horizonte argilico en suelos de las regiones "perhumedas",



pero bajo climas donde los suelos llegan completa o parcialmente al seco en algunas estaciones, los horizontes argilicos son comunes.

Las condiciones para la formacion de un horizonte argilico son las siguientes:

1. El material parental debe contener arcillas muy finas o estas deben formarse por intemperismo.
2. El mecanismo de movimiento y de depositacion de la arcilla son favorecidos por un deficit de humedad -- estacional por tres razones principales:
  - a) El humedecimiento del suelo seco favorezca la dispersion de la arcilla.
  - b) Durante el secamiento se forman grietas en las -- cuales tienen lugar la percolacion del agua.
  - c) La sustraccion del agua percolante por recogida favorece por la tendencia que tiene el suelo seco a tomar la humedad.
3. Los carbonatos parecen jugar un papel efectivo en el detenimiento de la arcilla. La mezcla de los horizontes por la fauna del suelo, por la helada, o la contraccion o la hinchazon, pueden bajar o suprimir la formacion de un horizonte argilico.

#### CARACTERISTICAS MAS COMUNES A LOS HORIZONTES ARGILICOS.

1. Si hay un horizonte superyacente a otro horizonte Ap, se tendra una diferencia en textura entre el horizonte iluvial y el horizonte eluvial, y el limite generalmente es claro o abrupto. En algunos suelos el limite es gradual y comunmente es irregular.

Un morfologo bien entrenado puede apreciar en el campo una diferencia minima de 3% de arcilla entre los horizontes eluviales e iluviales en un suelo arenoso, una

diferencia de 8% entre ambos horizontes, en un suelo a textura fina arcillosa.

Para un suelo de textura media, la relacion de contenido de arcilla del horizonte iluvial (argilico) a lo del horizonte eluvial debe ser al menos 1.2 o mas, para indicar una iluviacion significativa.

2. Hay revestimiento de arcilla orientada sobre la superficie de poros y de los peds en algunas partes dentro o inmediatamente debajo de varios horizontes iluviales. Muy comunmente los revestimientos estan presentes solo en la base del horizonte. En el campo, las peliculas de arcilla en y sobre los peds y poros se aprecian facilmente por la presencia de cutanes en los horizontes argilicos fuertemente desarrollados.

3. En el campo, el morfologo apreciara que la estructura de la roca no es evidente en el horizonte argilico, y si lo es, debe ser menos del medio del volumen del horizonte iluvial (argilico).

4. El horizonte iluvial es paralelo o aproximadamente paralelo a la superficie del polipeton.

5. La relacion de la arcilla fina (particula  $<0.2$ ) a la arcilla total es mayor en el horizonte iluvial (argilico) que el horizonte eluvial.

6. Los minerales resistentes al intemperismo, tales como cuarzo y zircon son menos abundantes en el horizonte eluvial que en los horizontes super y subyacentes. Si el suelo contiene cuarzo la relacion  $SiO_2:R_2O_3$  (silice:sesquioxido) de la fraccion fina del suelo ( $<0.2$  mm) del horizonte iluvial es menor que en los horizontes super y subyacentes.

7. El espesor del horizonte argilico debe ser lo suficiente para justificar una translocacion significativa en la arcilla. El espesor minimo para los suelos de textura gruesa es de 15 cm. y para los suelos arcillosos y de textura franca 7.5 cm.

## HORIZONTE AGRICO. (L. Ager; Campo).

El horizonte agrico es un horizonte iluvial formado debajo de una capa de arado, contiene cantidades significativas de limo, arcilla y humus iluviales.

Presenta las siguientes características:

1. Se forma siempre debajo de un horizonte de arado como consecuencia de una labranza y usos continuos de enmiendas.
2. Presenta comunmente canalidades de hormigas, gusanos y canales dejados por las raices y, a menudo - grietas en los pedrs que pueden ser revestidos con - una mezcla de materia organica, limo y arcilla de dorado oscuro.
  - a) Cuando el pedoclima (regimen de humedad y de -- temperatura del suelo) es favorable el desarrollo de una grande poblacion de gusanos, la acumulacion de los compuestos organicos minerales sobre las paredes de los canales pueden llegar a ser muy gruesa hasta llenar los canales, o
  - b) Cuando los gusanos son escasos, la acumulacion puede tomar la forma de lamedas gruesas que pueden variar en espesor de unos pocos milimetros alrededor de 1 cm, y
  - c) En ambos tipos de acumulacion en lamedas o sobre las paredes de los canales de hormigas, - siempre los revestimientos tienen un color con value y chroma menor que el de la matriz del - suelo
3. El horizonte agrico tiene formas que varian en los diferentes climas si existen diferencias en la fauna del suelo.
  - a) En un clima templado, donde los suelos tienen - un regimen de temperatura Mexico, las hormigas terrestres pueden llegar a ser abundantes.

- I. Si existen agujeros de hormigas terrestres que con sus revestimientos, constituyen 5% o mas - del volumen y los revestimientos forman 2 mm. o mas de grueso y tienen un value de 4 o menos y chroma de 2 o menos en humedo.
  - II. Despues de un largo cultivo, el contenido de materia organica no llegara probablemente a ser - mayor pero la relacion C/N usualmente 8; y
  - III. El pH del horizonte agrico esta cerca de la neutralidad, 6 a 6.5.
- b) En un clima mediterraneo, donde los suelos tienen un regimen de humedad del suelo Xerico, las hormigas son menos comunes.:
- I. Los materiales iluviales son acumulados en forma de lamedas directamente abajo del horizonte Ap.
  - II. Si las lamedas son 5 mm. o mas de grueso, tiene un value de 4 o menos y chroma de 2 o menos en humedo o mas por volumen de un horizonte que es 10 cm. o mas de espesor.
4. Un horizonte agrico puede formarse en varios otros horizontes de diagnostico, pero no en un epipedon - molico o un epipedon antropico.

#### HORIZONTE NATRICO. (L. Natrium; Sodio).

El horizonte natrico es una clase especial de horizonte argilico. Además de las propiedades del horizonte argilico, tienen caracteristica peculiares a la estructura y a la relacion de absorcion de sodio.

- 1. El horizonte natrico debe tener cualquiera de los - siguientes requerimientos de estructura:
  - a) La estructura prismatica o mas comunmente columnar

en algunas partes, usualmente la parte superior que puede o no quebrarse en bloque, o

- b) Raramente se tendra una estructura en bloque; lengüetas de un horizonte eluvial compuestas de grano de arena o limo sin revestimientos que se extienden sobre mas de 2.5 cm. dentro del horizonte; y

2. Cualquiera de los siguientes requerimientos, relacionados con el porciento de sodio intercambiable, PSI\* o la relacion de absorcion de sodio SAR\*\*

- a) El SAR es 13 o PSI 15% en algunos subhorizontes dentro de los 40 cm. del limite superior, o
- b) La suma de Magnesio intercambiable y del Sodio es mayor a la suma del Calcio e Hidrogeno intercambiable (pH 8.2) en algun subhorizonte, dentro de los 40 cm. del limite superior. Si la SAR 13 o PSI 15% en algun horizonte dentro de los 200 cm de la superficie

---

\* Cuando el porciento de Sodio intercambiable, PSI es 15% y que la conductividad electrica, CE fue bastante grande para requerir una correccion por las sales solubles, es preferible calcular la SAR que es 13 en vez del PSI. Para CE 4, esta correccion no es necesaria, el PSI es determinado directamente de los cationes intercambiables.

\*\* La SAR se determina:

- a) Directamente sobre el extracto de saturacion, si la CE de este es 20 mmhos/cm a 25°C.
- b) Si la CE 20mmhos/cm a 25°C y SAR es 10, el SAR es determinado sobre una muestra elevada hasta que el agua de lavado tenga un CE alrededor de 4mmhos pero 4 mmhos/cm a 25°C.

- c) En ambos casos, la SAR se mide mediante la fórmula siguiente:

$$\text{SAR} = \frac{(\text{Na}^+) \text{ soluble}}{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} \text{ (soluble)}}$$

#### HORIZINTE KANDICO.

El horizonte kandico es:

1. Es un horizonte de subsuperficie continuo verticalmente y comenzando en el punto donde la arcilla incrementa los requerimientos que presenta una arcilla con CIC  $< 16 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$  ( $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M, pH 7) y una arcilla con  $< 12 \text{ cmol}(+)\text{kg}^{-1}$  (suma de bases extraíbles con  $\text{NH}_4\text{OAc}$  1M pH 7 más el aluminio extraíble con KCl 1M) en por lo menos la mayor parte del horizonte.
2. Tiene una profundidad de por lo menos 30 cm. o si ocurre un contacto lítico, paralítico o petroférico dentro de 50 cm de la superficie del suelo, entonces la profundidad del horizonte kandico es de por lo menos 60% de la distancia vertical entre 18 cm. y el contacto, pero de por lo menos 15 cm. de espesor.
3. Tiene una textura de arena margosa muy fina o fina.
4. Esta debajo de un horizonte de superficie superyacente y de textura gruesa. La profundidad mínima del horizonte de superficie es de 18 cm. después de mezclados o 5 cm. si la transición textural hacia el horizonte kandico es abrupta y si no hay contacto lítico, paralítico o petroférico dentro de 50 cm.
5. Tiene más arcilla total que el horizonte superyacente de textura gruesa y el aumento en el contenido de arcilla es alcanzado dentro de una distancia vertical de 15 cm. o menos como sigue:

- a) Si el horizonte de superficie antes descrito - tiene menos del 20% de arcilla total, el horizonte kandico comienza donde algun subhorizonte tiene por lo menos 4% mas arcilla absoluta que el horizonte superyacente.
- b) Si el horizonte de superficie antes descrito - tiene de 20 a 40% de arcilla total, el horizonte kandico comienza donde algun subhorizonte - tiene 1.2 veces mas arcilla que el horizonte superyacente.
- c) Si el horizonte de superficie antes descrito - tiene mas del 40% de arcilla total, el horizonte kandico comienza donde algun subhorizonte - tiene por lo menos 8% mas arcilla absoluta que el horizonte superyacente.

#### HORIZONTE SOMBRICO.

El horizonte sombrico es un horizonte subsuperficial de los suelos minerales formados en condicion de libre drenaje. Estos horizontes son extinguidos a los suelos enfriados humedos de las altas mesetas y montañas de las regiones tropicales o subtropicales. Tienen las características siguientes:

- 1. Contienen humus iluvial que no es asociado ni con Aluminio (como el humus en el horizonte espodico) ni dispersado por el Sodio, como en el horizonte natrico, y
- 2. La saturacion de bases es baja 50% (por  $NH_4OAc$ ), y
- 3. Tiene color con value o chroma o ambos inferiores a los horizontes subyacentes. Si los peds son presentes, los colores oscuros son mas pronunciados en las superficies de los peds.
- 4. Comunmente pero no necesariamente, contienen mas materia organica que el horizonte superyacente.
- 5. Puede formarse en: un horizonte argilico, un horizonte cambico o posiblemente un horizonte oxico pero -- nunca un horizonte albico.

En las secciones delgadas, de la materia organica aparece mas concentrada sobre los pedos y en los poros que uniformemente dispersada sobre la matriz como en algunos epipedones sepultados.

## HORIZONTE ESPODICO (L. Spodos; ceniza de madera).

### Consideraciones generales

El horizonte espodico es un horizonte en el cual se han precipitados materiales amorfos activos compuestos de materia organica y aluminio sin hierro. El termino "activo" se utiliza aqui para describir materiales que presentan alta capacidad de intercambio, alta superficie especifica y alta retencion de agua. En suelos virgenes, el horizonte espodico descansa debajo de un horizonte eluvial (horizonte albico  $A_2$ ). Pero en suelos cultivados puede hallarse debajo del horizonte  $A_p$ .

Los horizontes espodicos son mas comunes en medios humedos de los climas frios o templados aunque ocurren tambien en climas calidos, pero nunca en climas aridos. En climas frios los horizontes espodicos aparecen en suelo bajo vegetacion de matorrales (*Erica* y *Calluna*) o de bosque de arboles de hoja ancha o coniferas. En clima \*calido\* este horizonte aparece bajo sabana, palma y bosque mezclado.

El horizonte espodico se forma frecuentemente en material parental acido y de textura gruesa, en sitios bien drenados o con nivel freatico fluctuante pero no permanentemente saturados o con agua. Bajo condiciones optimas un horizonte espodico puede formarse en unos pocos cientos de años, pero su destruccion tambien es rapida, debido a acciones biologicas.

Un horizonte espodico debe presentar las características morfológicas y químicas ennumeradas en seguida, y los hue y chroma del color quedan constantes con la profundidad o el horizonte con el hue mas rojo o el chroma mas alto, esta mas cerca del limite superior del horizonte (un horizonte negro grueso con un value de 2 o menos, pueden descansar sobre este horizonte).



Si el regimen de temperatura del suelo es Frigido o mas calido, algunas partes del horizonte espodico deben satisfacer uno o mas de los siguientes requerimientos debajo de una profundidad de 12.5 cm. o debajo de cualquier Ap, si este esta presente. Si el regimen de temperatura del suelo es Cryico o Pergelico no se toman en cuenta los requerimientos para el espesor. Ademas el horizonte espodico debe llenar uno o mas de los siguientes requerimientos:

1. Tiene un subhorizonte 2.5 cm. de grueso y que este continuamente cementado por alguna combinacion organica con Fierro o Aluminio o ambos.
2. Tienen clases de texturas que varian de arenosa a franco gruesa y que los granos de arena este cubiertos con peliculas agrietadas, o haya concreciones oscuras individuales del tamaño del limo grueso o ambos.
3. Tiene uno o mas subhorizontes en los cuales;

I. Si hay 0.1% o mas de Fe extraible, la relacion de Fierro mas Aluminio elemental extraido con pirofosfato (a pH 10) al porcentaje de arcilla, es mayor o igual que 0.2, o

$$\frac{\% \text{Fe} + \text{Al (pirofosfato pH 10)}}{\% \text{ arcilla}} = 0.2$$

II. Si hay menos de 0.1% de Fe extraido, la relacion de Aluminio mas Carbono al porcentaje de arcilla es 0.2

$$\frac{\% \text{ Al + C}}{\% \text{ arcilla}} = 0.2$$

- a) La relacion de la suma del Aluminio y Fierro extractable con pirofosfato a la suma del Fierro mas el Aluminio extractable en ditrionito-citrato es de medio o mas, y

- b) La suma de todos los indicios de acumulacion de material amorfo (1)\* de todos los subhorizontes debe ser 65 o mas. El I por cada subhorizonte es calculado por sustraccion de un medio del porcentaje de arcilla del CIC a pH 8.2 y multiplicando el resto por el espesor del subhorizonte en centimetro.

$$I = (\text{CIC, pH 8.2}) - 1 - 2\% \text{ arcilla} \times E \text{ (cm)}$$

CIC = Capacidad de intercambio cationico  
E = Espesor en centimetro

#### HORIZONTE PLACICO. (Gr.Plax; sig.un pan delgado cement).

1. Es un pan delgado cementado por Fierro y Manganeso o por un complejo de materia organica-Fierro de color negro o cafe oscuro.
2. Un espesor varia generalmente de 2 mm. a 10 mm, y cuando menos 1 mm y cuando mas 20 a 40 mm.
3. Puede estar, aunque no necesariamente asociado con estratificacion del material parental. Se presenta en el solum como una sola capa ondulada o irregular mas o menos paralela a la superficie y por lo general, dentro de los primeros 50 cm. de profundidad del suelo mineral. Es impermeable o lentamente permeable al agua y constituye una barrera para las raices. Un pan singular puede contener dos o mas capas cementadas por diferentes agentes o matrices. Los cementos de Fierro-materia organica estan generalmente presentes en la parte superior del pan.
4. La saturacion de bases de los horizontes superiores muy baja en suelos virgenes.
5. El carbon organico esta presente en cantidad de 1% a 10% o mas.
6. Se forma en regiones tropicales y frias. Existe --- siempre un clima humedo o perhumedo, en arena y en

arcilla, puede o no estar asociado con ediciones de saturación del agua en el suelo subyacente. La vegetación nativa en estos diferentes tipos de climas - son la selva tropical lluviosa, sphagnum (musgos) y otras de climas muy lluviosos.

## HORIZONTE CAMBICO.

### Consideraciones generales.

La posición y la alteración sin iluviación significativa son las características importantes del horizonte cambico. La textura de la fracción de tierra fina es arena muy fina, o franco arena muy fina o más.

#### 1. El horizonte cambico es un horizonte alterado.

##### a) La alteración física es el resultado de:

I. Movimiento de las partículas del suelo por las heladas, las raíces, los animales hasta producir la destrucción de la estructura original de la roca, incluyendo la estratificación fina del limo, la arcilla y arena en depósitos aluviales o lacustres; y

II. Agregación de las partículas del suelo en ped.

##### b) La alteración química que ocurre en este horizonte es el resultado de:

I. Hidrólisis de algunos minerales primarios para formar arcillas y liberación de sesquioxidos;

II. Solución y redistribución o remoción de algunos carbonatos; o

III. Reducción y segregación o remoción de óxidos de hierro libre, acompañado por descomposición biológica de la materia orgánica.

- c) El horizonte cambico a perdido sesquioxidos o base incluyendo carbonatos o ambos, por lixiviacion. -- Las ganancias pudieron haber ocurrido en materia organica y agua, pero la alteracion del horizonte cambico no es resultado de adiciones de sustancias minerales por iluviacion.
2. El horizonte cambico descansa en la posicion de un horizonte B y es considerado a ser un horizonte B en este sistema de clasificacion de suelos. El horizonte cambico ocupa la posicion de un horizonte de transicion entre el horizonte espodico u horizonte argilico y el horizonte C. Existen tambien horizontes -- transicionales, tal como un horizonte  $A_2$  o  $B_1$  entre un horizonte A y horizonte argilico, que tiene propiedades de un horizonte cambico. Un horizonte transicional no es considerado como una parte de un horizonte cambico si se queda directamente sobre el horizonte argilico.

#### DIFERENCIAS ENTRE HORIZONTES CAMBICO Y ESPODICO.

Un horizonte cambico esta formado por la alteracion de material parental "in situ", resultando la liberacion de hierro y formacion de estructura, o la remocion de soluciones de carbonatos. La iluviacion no es significativa en su genesis.

Existen dos situaciones en las cuales un horizonte espodico y un horizonte cambico puede ser confundido en el campo:

1. Un horizonte cambico puede graduar lateralmente por grados imperceptibles dentro de un horizonte espodico como resultado de incremento de la acumulacion organo-sesquioxido.
  - a) Un horizonte espodico muy debilmente desarrollado, sin embargo contienen mas organo-sesquioxidos relativo a la arcilla que un horizonte cambico.
  - b) Las dos clases pueden ser separadas tambien sobre -

las bases de su morfología o por las técnicas químicas descritas anteriormente (ver resumen de los límites del horizonte espódico o del horizonte cambico).

2. Puede así mismo ser difícil distinguir un horizonte espódico de un horizonte cambico en un suelo que se desarrolle en materiales piroclásticos en una región de clima perhumedo frío. Bajo estas condiciones, una parte del material amorfo en un horizonte cambico puede formar complejos con materia orgánica que son similares a aquellos de un horizonte espódico.
  - a) En esta situación la diferencia puede ser basada sobre evidencia de eluviación y sobre el patrón de color típico de un horizonte espódico.
  - b) Si hay horizonte iluvial (albico) superyacente que es continuo, podemos seguramente inferir que el horizonte subyacente es iluvial.
  - c) De modo semejante, podemos inferir presencia de un horizonte espódico si, en un suelo libremente drenado, hay un Ap, un A<sub>1</sub> o un horizonte O, que tiene un límite inferior abrupto y que descansan sobre un horizonte que tiene un hue rojizo o un alto valor de chroma y si hay más subhorizontes que tienen un hue crecientemente amarillo o chroma inferior o ambos.
  - d) Un horizonte cambico puede ser confundido con un horizonte espódico, el hue comúnmente llega a ser rojo y el chroma llega a ser mayor a una profundidad debajo de 50 cm.

#### HORIZONTE CAMBICO Y HORIZONTE ARGILICO.

En regiones templadas húmedas y en regiones tropicales húmedas en ausencia de agua freática y de carbonatos los horizontes de los suelos son generalmente parduzcos y rojizos. La eluviación es descuidable, los pedos no tienen revestimientos distintivos y generalmente son ligeramente desarrollados.

La microestructura en esta forma de horizonte cambico comunmente parecen el de un horizonte argilico dando un alineamiento preferido de las particulas individuales paralela a la cara de los peds. Difiere del horizonte argilico debido a que tiene en todos los subhorizontes pocas o sin "clay-skins" (revestimientos de arcilla), en que la distribucion de tamaño de las particulas de los materiales sobre las caras y en los interiores es similar o identica.

## IDENTIFICACION.

Los horizontes cambicos varian en apariencia segun las condiciones y factores de formacion de suelo.

1. El horizonte cambico que se forma en presencia de un manto freatico permanente o fluctuante, se caracteriza principalmente por su color neutral o espectros - azules o verdes, que cambia al exponerse al aire y - por la presencia de moteados de chroma, bajo. Tiene su limite superior dentro de los primeros 50 cm. de la superficie.
2. En las regiones templadas humedas, y en ausencia de manto freatico y de carbonatos, los horizontes cambicos son normalmente parduzcos, con un chroma mas fuerte o un hue mas rojo que el horizonte C. Los oxidos hidratantes de hierro liberados durante el intemperismo de los minerales primarios, pueden formar revestimientos sobre las particulas individuales de suelo y son responsables del color rojo o parduzco del horizonte cambico.
  - En regiones tropicales humedas los colores son comunmente mas rojos que parduzcos.
3. En climas humedos (templados calidos) y sobre materiales calcareos los horizontes cambicos que se forman tienen una estructura grumosa o granular y una intensa actividad biologica (gusanos) que concurrira a la formacion de la estructura del suelo. El suelo es comunmente calcareo en todo su espesor a pesar de que hubo perdurado significatura de carbonatos por remocion; en general, el contenido de carbonato gradual-

mente con la profundidad aumenta, mientras que el -- contenido de arcilla decrece gradualmente.

4. En climas aridos y semiaridos el horizonte cambico -- se caracteriza por su estructura en bloque o prismatica, por una remocion total o parcial de carbonatos en el horizonte cambico, lo cual podria contener en forma precipitada en los poros, en la superficie de las piedras, y de los agregados y en otras partes. -- En este tipo de horizonte cambico puede parecerse en algunos casos a un horizonte argilico, pero se distingue de aquellos por tener arcillas iluviales.

#### RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE UN HORIZONTE CAMBICO.

En resumen, el horizonte cambico es un horizonte albenado que no tiene el color oscuro, el contenido de materia organica, y la estructura que son definidos por un epipedon histico, molico o un umbrico, y que tenga:

1. Textura arena muy fina, arena migajosa muy fina o -- mas fina en la fraccion de tierra fina (menor de 3 -- mm.).
2. Estructura de suelo o ausencia de la estructura de -- la roca en por lo menos un medio del volumen.
3. Contiene cantidades significativas de minerales in-- temperizables que consisten en:
  - a) Bastante arcilla amorfa o arcilla de tipo 2:1 pa-- ra dar una CIC (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) de mas de 16 meq/100 gr. de arcilla, o
  - b) Mas de 3% de minerales intemperizables diferentes de la moscovita, o
  - c) Mas de 6% de moscovita;
4. Evidencia de alteracion en una de las siguientes for-- mas:

- a) Los suelos con regimen de humedad Acuico, o artificialmente drenados, deben tener colores y moteados con las siguientes características:
- I. Si hay moteados en chroma es 2.
  - II. Si hay moteados en el value es 4, el chroma es 1;
  - III. El hue no es tan azul que 10YR si en el hue (matriz) cambia cuando se expone al aire, (un hue -- azul como 10Y que no cambia al exponerlo al aire no es diagnostico); los cambios de color con la exposicion son ordinariamente visibles dentro de unos pocos minutos; se expone brevemente un suelo humedo, y luego se le rompe para comparar los colores (del interior y del exterior). Ademas deben cumplirse una o mas de las siguientes propiedades
    - IIIa. Un decrecimiento regular de carbono organico - con la profundidad y contenido de carbono organico de 0.2% a una profundidad de 125 cm. debajo de la superficie o inmediatamente sobre un sustrato arenoso-esqueletico que se encuentra a una profundidad de 125 cm.
    - IIIb. Las grietas se habren y cierran en la mayoria - de los años y son de 1 cm o mas ancho en una profundidad de 50 cm. debajo de la superficie.
    - IIIc. Permanetemente congelado en algunas profundidades.
    - IIIId. Un epipedon histico, molico o umbrico.
  - IV. Chroma mas fuerte o hue mas bajo, o contenido de arcilla mas alto que en los horizonte subyacentes
  - V. Evidencia de remocion de carbonatos. Particularmente el horizonte cambico tiene menos carbonatos que el horizonte subyacente. Si todos los fragmentos gruesos en el horizonte Ca son completamente



revestidos de cal, algunos en horizonte cambico - son parcialmente libres de revestimientos. Si los fragmentos son revestidos solo en los lados inferiores en el horizonte Ca, estos seran libre de revestimientos en el horizonte cambico.

VI. Si el material parental y los polvos que caigan - sobre el suelo no tiene carbonatos, la evidencia de alteracion en la presencia de la estructura de l suelo y la ausencia de la estructura de la roca si el regimen de humedad no es acuico o el chroma es mas alto que los valores indicados en 4.a y -- 4.a.1.

- b) Las propiedades que no cumplen los requerimientos de un horizonte argilico o un horizonte espodico.
- c) No debe presentar cementacion o endurecimiento lo mismo que consistencia quebradiza cuando humedo.
- d) Bastante grueso para que su limite inferior tenga - una profundidad minima de 25 cm a menos que el regimen sea Cryico o Pergelico.

#### HORIZONTE OXICO. (Fr. Oxide; oxido).

El horizonte oxico es un horizonte de alteracion de los suelos intemperizados de las regiones ecuatoriales y tropical humeda en donde sustituyen al horizonte cambico; es muy rico en sesquioxidos libres ( $Fe_2O_3$  y  $Al_2O_3$ ); muy pobre en minerales alterables, de estructura maciza o en bloque desprovisto de recubrimientos arcillosos. Presenta un color mas vivo que arcilla de tipo 1:1 y una CIC menor de 16 meq.

#### GENESIS.

En clima calido humedo y subhumedo (pluviometria mayor a 1,200 mm) el horizonte oxico se forma como resultado del proceso de ferralitizacion, el cual se caracteriza por una alteracion climatica muy rapida e intensa y afecta a la totalidad de los minerales,

silicatos excepto el cuarzo conduce a una perdida de silice por lavado (lessivage) y a una liberacion no solo de oxidos de Fierro sino tambien de Aluminio (gibsita); la arcilla es exclusivamente del tipo caolinita. El suelo presenta a menudo una plintita. El horizonte oxico es generalmente encontrado en los suelos muy antiguos de las superficies geomorfologicas estables en altitudes menores de 1,500 a 2,000 MSNM.

La mayoria de los suelos que tienen un horizonte oxico son aproximadamente planos o tienen una inclinacion relativamnete suave. Se forman tambien con frecuencia en altiplanos antiguos, en terrazas altas.

### CARACTERISTICAS ORGANOLEPTICAS DEL HORIZONTE OXICO.

El horizonte oxico parece en varios aspectos al horizonte cambico, sobre todo cuando el horizonte es altamente intemperizado. Se presentan a continuacion las caracteristicas para la identificacion en el campo del horizonte oxico

1. El horizonte oxico normalmente descansa debajo de - uno de los epipedones a menos que haya sido expuesto por truncamiento. Se le considera como B en este sistema.
2. El limite entre el epipedon y el horizonte oxico es normalmente difuso, a menos que el suelo haya sido - cultivado y erosionado, su limite superior es localizado a una profundidad minima de 15 cm., o a la base del horizonte Ap; estas ubicaciones del limite superior deben corresponder a la profundidad, a la cual los requerimientos de la CIC del horizonte oxico son satisfechos (CIC 16 meq o menos/100 gr. de arcilla) Para propositos practicos y de diagnostico, su limite inferior es usualmente localizado a una profundidad de 200 cm. Este limite puede ser abrupto si hay contacto paralitico o petroferrico o plintita.
3. El espesor del horizonte oxico es al menos 30 cm.
4. La mayoria de los horizonte oxicos aparecen masivos cuando humedos en el perfil recientemente abierto, -

pero varios horizontes oxicos tienen una estructura debilmente prismatica muy gruesa que es visible solo en perfiles viejos. Algunos otros desarrollan una estructura debilmente en bloque grueso medio.

5. Un fragmento de unos pocos centímetros de horizonte oxico, humedo o seco, se rompe facilmente por compresion entre los dedos en granulos muy finos. La mayoria de estos granulos son muy estables y son de 1 mm de diametro, visible bajo una lupa. El fragmento cuando humedo presenta despues de romperse por compresion, algunas deformaciones visibles de fragmento como intacto, indicando una baja plasticidad y una alta friabilidad.
6. Los poros visibles a simple vista o con una lupa son comunmente abundantes en horizontes oxicos. La estabilidad de estos poros presumiblemente reflejan la estabilidad de los agregados en el perfil. Las clay-skins en los poros son escasos o ausentes.
7. Los fragmentos de roca intemperizados que muestran la estructura de la roca (saprolita) aparecen o representan menos de 5% del volumen, a menos que hayan sido revestidos y cementados por oxidos de hierro o gibsitas. En este caso, la estructura de la roca puede ser facilmente reconocida por las manchas multicoloreadas de blanco, rojo y pardo fuerte, por limites abruptos, igualmente se apreciara en examen microscopico que el material carece de poros, las manchas individuales son de 0.1 - 2mm. de diametro y no tienen un patron regular.  
  
--La presencia de mas de 5% por volumen de saprolitos dentro de una profundidad de 200 cm. comunmente indica el limite inferior del horizonte oxico.
8. El color no es diagnostico. Algunos horizontes tienen una matriz (hue) que varian de gris, pardo y rojo o tiene una mezcla de estos colores en patrones medios o gruesos de motas.
9. El contenido de arcilla en los diferentes horizontes oxicos, aumenta, disminuye o se queda constante con la profundidad. Si existen clay-skin en poros y sobre pedrs en algunas partes del suelo, el incremento relativo en el contenido de arcilla (metodo de pipe-

ta de Robinson) dentro de una distancia vertical de 30 cm. es menor que el requerido para el horizonte - argilico. El horizonte oxico tiene un limite abrupto o claro con un horizonte superyacente que contiene - significativamente menos arcilla en todas partes de su espesor. Un tal limite es uno de los marcos de un horizonte argilico.

10. Las clay-skins pueden existir solo a una profundidad mas grande que 100 cm. si las raices son escasas, pero ocupan mas que el 1% del volumen de algunos sub-- horizontes, que indican la presencia de un horizonte argilico.

Estos diagnosticos de campo deben ser completados por analisis de laboratorio. la identificacion de un horizonte oxico en el laboratorio se requeriria una o mas de las siguientes medidas:

1. Porciento de los minerales intemperizables en las - fracciones de 20 a 200 micrones;
2. La distribucion de los tamaños de particulas o el - agua fijada a una tension de 15 atm. o ambos.
3. La retencion de bases (solucion de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1N) o en - suelos no calcareos, la suma de las bases extraibles y el aluminio extraido en KCl.
4. La CIC a pH 7 (por  $\text{NH}_4\text{OH}$ );
5. Un porciento (por volumen) de clay-skins identifica- ble en secciones delgadas; y
6. La identificacion de los minerales arcillosos, aun-- que pensamos que la identificacion cuantitativa de - los minerales arcillosos podrian ser en pocas veces necesaria para identificar un horizonte oxico. Pero la definicion del tipo de arcilla si es de gran utilidad.

#### RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DE UN HORIZONTE OXICO.

El horizonte oxico es un horizonte subsuperficial que no satisface los requisitos para los horizontes argilico o natrico que:

1. Tiene al menos 30 cm. de espesor.
2. Contenido de silicatos intemperizables como feldspatos, vidrios volcanicos y minerales ferromagnesianos en la fraccion entre 2 y 200 micrones es menor del - 3%. En el caso de que el color del suelo sea rojo oscuro o rojo pardo, los minerales intemperizables pueden ser protegidos por Fierro, un limite de 6% es - tentativamente propuesto para tales suelos. Pero las micas (moscovitas) constituyen como un 6% de esta - fraccion.
3. La proporcion del por ciento de agua a una tension de 15 atm. al por ciento de arcilla (pipeta) no debe exceder de 0.6 si la arcilla se dispersa. Un por ciento de 0.4 es mas comun en el horizonte oxico.
4. La fraccion fina de tierra (menor de 2 mm.) que retiene 10 meq. o menos de iones amonio por 100 gr. de arcilla, de una solucion de  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1N (me. de  $\text{NH}_4$  retenido por 100 gr. de suelo  $\times 100 / \%$  de arcilla (me todo de la pipeta 10)) o tiene menos de 10 me. de bases extractables con  $\text{NH}_4\text{OAc}$  + Al extractable con -  $\text{KCl}$  1N por 100 gr. de arcilla.
5. Capacidad de intercambio (CIC) de 16 me. por 100 gr. de arcilla o menos (metodo  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) a menos que se - tenga un contenido apreciable de clorita con Aluminio interlaminar, (Me CIC/100 gr. suelo  $\times 100 + \%$  de arcilla 16,  $\%$  arcilla 2.5 veces el contenido de agua a 15 atm. cualquier valor puede ser mas que 100).

$$\frac{\text{CIC} \times 100}{\% \text{ arcilla}} \quad 16 \quad \text{o} \quad \frac{\text{CIC} \times 100}{2.5 \times (\% \text{ H}_2\text{O a 15 atm.})}$$

6. Tiene una textura franco arenosa o mas fina y tiene 15% de arcilla.

7. Tiene frecuentemente limites graduales o difusos entre sus subhorizontes. y
8. Tiene 5% por volumen que muestra la estructura de la roca (saproлита).

### C. HORIZONTES DE DIAGNOSTICO SECUNDARIOS.

Ademas de los horizontes de diagnostico mayores, otras capas u horizontes de diagnostico secundarios son reconocidas y denominadas en el nuevo sistema de clasificacion. Estos horizontes son usualmente utilizados como un criterio de diagnostico en los niveles mas bajos del sistema de clasificacion.

**DURIPAN.** (L.Durus; duro connotado de un pan endurecido)

Los duripans ocurren frecuentemente en suelos de climas mediterraneos subhmedos o en climas aridos y semiaridos son generalmente secos o estacionalmente secos. Tienen un regimen de humedad que permite un lavado del silice soluble, hacia adentro pero no afuera del suelo. Geograficamente los duripans son restringidos grandemente a las areas de volcanismo, de depositos de cenizas volcanicas o de materiales sedimentarios de las regiones ricas en materiales piroclasticos, tales como tufas y otros.

Los materiales parentales de los suelos que tienen un duripan normalmente contienen solo una pequeña cantidad de Calcio.

La cementacion mas fuertemente expresada es comunmente encontrada en suelos que contengan una cantidad apreciable de vidrio en los horizontes superyacentes, lo cual atesta la importancia del silice soluble, en la genesis del duripan.

### CARACTERISTICAS GENERALES DEL DURIPAN.

El duripan es un horizonte subsuperficial cementado por el silice, a tal grado que, los fragmentos del horizonte, seco al aire, no se desmoronan por sumersion prolongada en el agua o HCl. Los duripanes varian en el grado de cementacion por silice y en adiccion contienen generalmente materiales cementados accesorios,

principalmente oxidos de Hierro y carbonatos de Calcio. Por lo tanto, los duripanes varian en apariencia, pero todos ellos tienen una consistencia muy firme o extremadamente firme en humedo y son siempre quebrados aun despues de humedecimiento prolongado

Graduan en horizonte petrocalcico en climas aridos y semiaridos, en fragipan en clima humedo y en materiales terrestres no cementados.

#### RESUMEN DE LAS PROPIEDADES DEL DURIPAN.

El duripan es un horizonte subsuperficial cementado de silice en el cual:

1. La concentracion es tan fuerte que los fragmentos secos de algunos subhorizontes no se desmoronan en agua aun durante un humedecimiento prolongado.
2. Los revestimientos de silice, insolubles en HCl 1N, aun durante una empapada prolongada, pero soluble en KOH concentrado caliente o en tratamientos alternados de acidos y alcalis; estan presentes en los poros y sobre algunas caras estructurales o presentan algunos durinodulos. y
3. La cementacion no se destruye por empapada en acido en mas de la mitad de algunas capas laminares que pueden estar presentes en algunos otros subhorizontes continuos o superpuestos. La cementacion en tales capas es completamente destruida por una solucion concentrada de KOH caliente, sola o en alteracion con tratamiento de acido.
4. Si es fracturada, la distancia promedio entre puntos fracturados es 10 cm. o mas.

**FRAGIPAN** (L. Fragilis; quebradizo y pan; significando pan quebrado).

Falta mucho por saber de la genesis de los fragipanes, aun los fragipanes fueron considerados en 1969



por Grossman y Carlisle como un horizonte de suelo, en base a su posición en el perfil, sus límites inferiores y superiores a la naturaleza, la textura del material parental y la vegetación que ocurren a su formación.

No se conoce procedimiento de laboratorio para identificar una muestra de un fragipan. La identificación es principalmente un problema de campo. Una combinación de indicios puede ser usada, ya que no hay una propiedad específica única de los fragipanes.

1. La posición es importante. Un fragipan descansa debajo de un horizonte eluvial, a menos de que el suelo no haya sido truncado, pero no necesariamente inmediatamente abajo de aquel. Generalmente el fragipan descansa debajo de un horizonte espódico, argílico, cambico o albico; pero nunca debajo de un horizonte ca, cs o sa.
2. Si hay un horizonte argílico o cambico arriba de un fragipan, generalmente hay un horizonte A<sub>2</sub> entre el fragipan y el horizonte superyacente. El horizonte A<sub>2</sub> se reconoce por los granos de arena y limo no revestidos.
3. Si el pan no está saturado por largos periodos algunos o todos los pedones normalmente tienen unas rayas blancas verticales que forman aproximadamente un patrón poligonal sobre un plano horizontal. Las rayas blanqueadas son limitadas por líneas pardo-rojizas o fuertemente pardo donde el Fe y Mn han sido acumulados.
  - a) Si el pan es saturado por largo periodo o si la textura es arenosa, puede carecer del patrón poligonal del color.
4. Si el contenido está cerca del punto de marchitamiento, la matriz entre las líneas es muy firme.
  - a) Si está cerca de la capacidad de campo, la matriz es quebrada. El quebradizo de la matriz constituye un 60% o más del volumen de algunos subhorizontes.

5. El fragipan se caracteriza por el hecho de que pocas o varias raíces pueden estar presentes en las líneas verticales blanqueadas y que pocas raíces absorbentes son localizadas en la matriz entre las líneas blanqueadas. Las raíces absorbentes no podrían estar presentes a intervalo <10 cm, excepto en las líneas blanqueadas (aclaramadas), y las dimensiones medias horizontales del quebradizo de la matriz debe ser al menos 10 cm.
6. La textura de la fracción fina de un fragipan es más fina que la arena fina y el porcentaje de la arcilla es apreciablemente menor. La textura es normalmente franca (franco-limosa, franca o franco-arenosa).
7. Un fragmento seco al aire se desmorona o se fractura cuando se le coloca agua.
8. Tiene una alta densidad aparente con respecto a los horizontes superyacentes y tienen un contenido muy bajo de materia orgánica.

#### **HORIZONTE ALBICO. (L. Albus; blanco).**

El horizonte albico es un horizonte que ha perdido por remoción arcilla y óxidos de hierro o en el cual los óxidos de hierro han sido segregados a tal grado que el color del horizonte es determinado por el color de la arena primaria y las partículas de limo más bien que los revestimientos sobre estas partículas.

Un horizonte albico puede estar en la superficie del suelo como puede descansar sobre un horizonte argílico o un horizonte espodico o puede localizarse entre un horizonte argílico y un fragipan (A<sub>2</sub>) o entre un horizonte cambico y un argílico, natrico o fragipan.

Por lo tanto, un horizonte albico es un horizonte superficial o subsuperficial cuyo color: el hue y el chroma son determinados principalmente por el color de la arena y las partículas de sílice.

El value es mayor de 4 en humedo o mayor de 5 en seco o ambos.

Si el value es 7 en seco o es 6 en humedo, chroma es-3.

Si el value es 5 o 6 en seco, o es 4 o 5 en humedo, - el chroma es mas cerca de 2 que de 3.

Si el material tiene un hue de 5YR o mas rojo, un chroma en humedo de 3, se considera como un horizonte albico, si el chroma es debido al color de los granos de arena o limo no revestidos

### HORIZONTE CALCICO Y HORIZONTE ca.

Un horizonte calcico es un horizonte de acumulacion de carbonatos de Calcio o de carbonato de Calcio y Magnesio. La acumulacion puede estar en el horizonte C, pero tambien puede encontrarse en otros horizontes tales como el epipedon molico, el horizonte argilico o el natrico o en un duripan.

Un horizonte para que sea un horizonte calcico debe satisfacer uno o mas de los requisitos siguientes:

1. El material parental tiene menos carbonatos que el - horizonte calcico esta forma de horizontes calcico - incluye horizontes de enriquecimiento de carbonatos secundarios con 15 cm. o mas de grueso, con 15% o - mas de  $\text{CaCO}_3$  equivalente y tiene al menos 5% (por volumen) o mas de  $\text{CaCO}_3$  que el horizonte, en forma de carbonatos secundarios identificables en formas de - granulos, concreciones, formas polvorientas blandas.
2. El horizonte tiene 15 cm. de espesor, 15% de  $\text{CaCO}_3$  - equivalente y 5% (por volumen) de carbonatos secundarios como formas colzantes en piedras, concreciones o formas polvorientas blandas. Si este horizonte descansa sobre caliza, marga u otros materiales no - calcareos (40% de  $\text{CaCO}_3$  equivalente), el porciento - de carbonato no tiene que decrecer.

3. Si la clase textural es arenosa, arenosa-esqueletica franco gruesa, franco esqueletica, con 18% de arcilla, el requerimiento de 15% de carbonatos equivalentes no lo toma en cuenta, y
4. Un fragmento seco al aire de un horizonte calcico se desmorona en agua. Las rocas y concreciones incluidas normalmente no se desmoronan pero no son conectadas y el material del suelo entre las concreciones se desmoronan; o
5. Un horizonte ca es uno que tiene mas  $\text{CaCO}_3$  que lo que se cree que haya tenido el material original. Un horizonte ca puede tambien ser un horizonte calcico si:
  - a) tiene una capa que contenga carbonatos en forma de granulos, concreciones o formas polvorientas - los lados inferiores de los fragmentos; y
  - b) Si el porciento (por volumen) de carbonatos redepositados (autigenico) excede 5% en una capa que mide 15 cm de espesor.

#### HORIZONTE PETROCALCICO.

Un horizonte petrocalcico es un horizonte calcico continuo y endurecido o cementado por carbonatos de Calcio y algunos carbonatos de Magnesio. Puede tener tambien el silice secundario

1. El horizonte petrocalcico es continuamente cementado en todas sus partes dentro del pedon a tal grado que un fragmento seco no se desmorona en agua. No puede penetrarse con barrena o pala en seco. El horizonte generalmente, tiene mucho mas de 10 cm. de espesor.
2. Se incluye una capa laminar, pero no es requerida.
  - a) Si esta presente, los carbonatos tienen normalmente medio o mas del peso del horizonte laminar y la dureza en la escala de Mohs es .

- b) Si el horizonte laminar descansa sobre una roca - dura, es considerada como horizonte petrocalcico si tiene 2.5 cm. de espesor y el producto del espesor en centimetros multiplicando por el % de  $\text{CaCO}_3$  equivalente es 200.
3. Si las gravas y los granos de arena y limo han sido separados por la cristalización de los carbonatos en al menos partes del subhorizonte laminar.

$$E(\geq 2.5 \text{ cm.}) \times \% \text{ CaCO}_3 \text{ equivalente} \geq 200$$

#### HORIZONTE YESIFERO (u HORIZONTE GYPSIC).

El horizonte gypsic es un horizonte enriquecido con sulfatos secundarios debilmente no cementados tiene un espesor mayor de 15 cm, un contenido de yeso de 5% o mas en el horizonte o el sustrato subyacente y el producto del espesor (E) en centimetros por el porciento (P) de yeso es 150 o mas

$$E \text{ (cm)} \times P \text{ (\%)} \geq 150$$

El % de yeso puede ser calculado multiplicando el miliequivalente de yeso por 100 gr. de suelo por el peso de un miliequivalente del yeso que es 0.086.

$$\% \text{ Yeso} = \text{me yeso} / 100 \text{ gr de suelo} \times 0.086$$

#### HORIZONTE PETROYESIFERO (u HORIZONTE PETROGYPSIC).

El horizonte petrogypsic es un horizonte gypsic que es bastante o fuertemente cementado con yeso a tal grado que un fragmento seco no se desmorona en agua y que las raices no pueden penetrarlo.

El contenido de yeso generalmente es ampliamente mas grande que el minimo requerido por el horizonte gypsic y usualmente excede el 60%.

Los horizontes petrogypsic son limitados a las regiones aridas y materiales parentales ricos en yeso.

#### HORIZONTE SALICO.

Un horizonte salico es un horizonte de 15 cm. de espesor que se caracteriza por una acumulacion secundaria de sales mas solubles en agua fria que el yeso. Contiene al menos 2% de sales, y el producto de su espesor en centimetros por el % de sales (por peso) es de 60 o mas.

#### HORIZONTE SULFURICO.

Es un horizonte compuesto de materiales de suelos minerales u organicos que se forman como resultado del drenaje superficial y de la oxidacion de materiales ricos en sulfuro. Es un horizonte altamente toxico para las plantas y carece de raices vivas.

El horizonte tiene un pH menor de 3.5 en agua (1:1) y presenta moteado de jarosita ( $K Fe_3 (SO_4)_2 (OH)_2$ ). El color de un ped de suelo fresco tiene un hue de 2.5 y/o mas amarillo y chroma de 6.

El horizonte sulfurico es caracteristico de los suelos sulfatados acidos, que se derivan de los suelos de mangle, por el lavado de las sales por el agua dulce y un drenaje.

#### D. OTRAS CARACTERISTICAS DE DIAGNOSTICO.

##### CAMBIO ABRUPTO DE TEXTURA.

Cuando ocurre un incremento muy apreciable en contenido de arcilla en una distancia en profundidad muy corta, se dice que existe un cambio abrupto de textura. Cuando este ocurre el perfil normalmente carece de horizonte de transición, o si existe, es delgado para ser mostrado.

Se conocen los siguientes casos:

- Si el contenido de arcilla del epipedon ocrico o el epipedon albico es menor del 20%, el contenido debe desdoblarse en una distancia en profundidad de 7.5cm
- Si el contenido de arcilla es mayor del 20%, el incremento en el contenido de arcilla debera ser por lo menos 20%, por ejemplo, del 22 al 42%, en una distancia en profundidad de 7.5 cm. y el contenido de arcilla en algunas partes del horizonte argilico debe ser el doble del contenido de arcilla del horizonte superyacente.

##### MATERIALES AMORFOS.

Una de las características de diagnostico muy importante en la genesis y taxonomia de suelos es la presencia dominante de los materiales amorfos en el complejo absorbente del suelo. Estos materiales amorfos incluyen a la alofano y otros materiales parecidos parcial o totalmente.

Los materiales amorfos se forman como resultado del intemperismo de las cenizas volcanicas y otros materiales piroclasticos en condicion de un clima humedo. Otros minerales rapidamente intemperizables, tales como el basalto y otras rocas sedimentarias que contienen materiales piroclasticos pueden tambien producir por

intemperismo, materiales amorfos. Bajo condiciones que producen un horizonte espodico, los materiales pueden formarse en ausencia de materiales piroclasticos. En este ultimo caso, se encuentran asociados con la materia organica que contiene aluminio, pero no en forma extraible con el KCl.

Las características generales de los materiales amorfos son las siguientes: la saturación de bases baja (menor del 35%); tiene una carga permanente menor de 10 meq/100 gr; y una alta capacidad de intercambio cationico, CIC y anionica, CIA. Se caracterizan también por una superficie específica enorme y un contenido de agua a una tensión de 10 atm, entre 50 y 100% o más, además no se dispersa rápidamente en hexametáfosfato de Sodio.

Cuando los materiales amorfos dominan el intercambio, este último debe cumplir las siguientes características:

- La CIC de la arcilla a pH 8.2 es mayor a 150 meq/100 gr. de arcilla (comúnmente mayor a 500 meq/100 gr. de arcilla). Este alto valor es debido en parte a la dispersión débil de los materiales amorfos.
- Si hay bastante arcilla para tener un contenido de agua a 15 atm. de 20% o más, el pH de una suspensión de 1 gr. de suelo en 50 ml. de NaF es mayor de 9.4 - después de 2 minutos.
- La relación entre el contenido de agua a 15 atm. y el contenido de arcilla es mayor a 1.
- El contenido de carbono orgánico excede 0.6%.
- El análisis térmico diferencial muestra una relación endotérmica a baja temperatura.
- La densidad aparente de la tierra fina es menor de 0.85 g/cc a una tensión de 1/3 atm.



## COEFICIENTE DE EXTENSIBILIDAD LINEAL (COLE).

El COLE, permite tener una idea de encogimiento de un suelo al secarse. Este, por supuesto, se relaciona con el contenido de arcilla del suelo, así como el tipo de arcilla.

El COLE se define como la diferencia relativa entre, la longitud de un terron en humedo y su langitud en seco. Puede tambien estimarse con la diferencia relativa de la densidad aparente de un terron en humedo y su densidad aparente en seco.

$$\text{COLE} = \frac{L_h}{L_s} - 1$$

$$\text{COLE} = \frac{D_h}{D_s} - 1$$

En donde:

L<sub>h</sub>=longitud de un terron en humedo (a una tension de 1/3 atm).

L<sub>s</sub>=longitud de un terron en seco (a una tension de 15 atm)

D<sub>h</sub>=densidad del terron en humedo (a una tension de 1/3atm)

D<sub>s</sub>=densidad del terron en seco (a una tension de 15 atm)

## COEFICIENTE DE EXTENSIBILIDAD LINEAL POTENCIAL (ELPO).

El ELPO. es la suma de los productos para cada horizonte del espesor E<sub>i</sub> por su COLE correspondiente COLE<sub>i</sub>.

$$\text{ELPO} = \text{suma } E_i \times \text{COLE}_i$$

En donde i = 1, 2, 3, 4, 5,.....,K horizontes.

## DURINODULOS. (L. Durus; duro y nudos; nudos).

Los durinodulos, son nodulos cementados con silice microcristalina y opaca, son firmes a muy firmes. Se agrietan en una solucion concentrada de KOH despues de un tratamiento con HCl para destruir los carbonatos, pero no se agrietan en el HCl concentrado solo, tampoco se desmoronan apreciablemente en agua, solo se quiebran cuando humedo, y antes o despues de un tratamiento con acido, formando elementos de un diametro de alrededor de 1 cm., la mayoria de los nodulos son aproximadamente concentricos cuando se examinan en seccion delgada, se pueden observar las cuerdas concentricas de silice opaca, debajo de una lupa.

## GILGAI.

El gilgai es el microrrelieve tipico de los suelos arcillosos que tienen un alto coeficiente de arcilla expandible en relacion a cambios estacionales en contenido de humedad. El microrrelieve consiste en una sucesion de microcuencas cerradas y microlomas en areas aproximadamente planas o en microvalles o microcerros que corren en direccion de la pendiente en areas de declives. La altura de los microcerros varia comunmente de unos centimetros a un metro, raramente alcanzan los 2 mt.

## CONTACTO LITICO.

Un contacto litico es un limite entre el suelo y un material subyacente coherente, Excepto por los suelos pertinentes al subgrupo Litic-Ruptic, el material subyacente debe ser continuo dentro de los limites de un pedon excepto para las fisuras que son en general pocas y esparcidas de 10 cm. o mas. Debe ser lo suficientemente coherente cuando humedo para hacer factible la excavacion con una pala, siendo este procedimiento dificil. Si el material coherente esta formado por un mineral simple, debe tener una dureza de 3 en la escala de Mohs. Si no es un mineral simple, los fragmentos del tamaño de las gravas que pueden ser quebrados, no se dislocan ni se desmoronan durante el sacudimiento en agua o una solucion de hexametrafosfato de sodio. El horizonte diagnostico subyacente considerado aqui, no incluye los horizontes de diagnostico como Duripan u horizonte Petrocalcico.

Un contacto litico, es diagnostico a nivel de subgrupo si se encuentra dentro de los primeros 50 cm. de la superficie.

#### CONTACTO PARALITICO.

Un contacto paralitico difiere de un contacto litico, por las propiedades de materiales subyacentes coherentes que limita al suelo en profundidad.

El material subyacente, cuando esta formado por un material simple, tiene una dureza menor de 3 en la escala de Mhos; si no esta formado por un material simple, los fragmentos del tamaño de la grava pueden ser dislocados, despues de una agitacion en agua o en una solucion de hexametafosfato de sodio durante 15 horas y puede ser excavado con dificultad usando una pala. El material subyacente en que consiste el contacto litico es normalmente una roca sedimentaria parcialmente consolidada, tales como areniscas, limo consolidado, marga o pizarra con una consistencia tal que las raices no pueden penetrarlas; pueden ser fracturadas, pero la distancia horizontal entre las fisuras debe ser de 10 cm. o mas.

#### CONTACTO PETROFERRICO (Gr. Petra: roca y L. Ferrum:

Fierro, connotando la presencia de una piedra de hierro

Un contaco petroferrico es un limite entre el suelo y una capa continua de material endurecido, en el cual el hierro es el cemento importante y carece de materia organica, o si existe, se encuentra en traza. El material endurecido de Fierro puede ser factor importante; la fractura con una distancia promedio entre las fisuras de 10 cm. o mas. Ese material petrografico se distingue de un horizonte placico endurecido y del horizonte espodico endurecido, por tener poco o nada de materia organica, como ocurre en los dos ultimos.

El horizonte petroferrico es muy frecuente y cubre

grandes extensiones en los suelos de las regiones tropicales y subtropicales, tienen características diagnosticas de aquellas regiones.

#### EL VALOR n.

El valor n se refiere a la relacion entre el porcentaje de agua a la capacidad de campo y los porcentajes de arcilla y humus. Se relaciona con la capacidad de pastoreo y de carga animal de los suelos minerales.

$$n = \frac{cc - 0.2 La}{A - 3h}$$

En donde:

La = Porcentaje de limo mas arcilla;

A = Porcentaje de arcilla;

h = Porcentaje de materia organica (Carb. org. X 1,724).

cc = Porcentaje de agua a la capacidad de campo.

El valor n se puede estimar en campo por una simple prueba, que consiste en exprimir el suelo con la mano, si el suelo fluye con dificultad entre los dedos, el valor n varia entre 0.7 y 1.0, siendo 0.7 el valor critico. Si el suelo fluye facilmente por los dedos, el valor n es mayor o igual 1.0. Los altos valores de n son caracteristicos de suelos pantanosos, permanentemente inundados y tambien de los suelos derivados de cenizas volcanicas en clima humedo. Estos ultimos suelos son tixotropicos y la prueba de campo es mas aconsejable y real que la formula.

#### PLINTITA. (Gr. Plinthos: ladrillo).

La plintita es una mezcla de arcilla y de cuarzo y otros diluyentes, rica en Fierro y pobre en humus. Se encuentra en dos formas diferentes; la primera consiste de moteados rojos oscuros, los cuales se distribuyen comunmente en patrones laminares, poligonales o reticulares. La plintita se encuentra en forma de un pan endurecido de Fierro o coraza ferralitica (G. Aubert 1954 Maignein 1958). La formacion de este pan endurecido esta

ligada a circunstancias precisas; acumulacion de sesquioxidos libre ( $Al_2O_3$  y  $Fe_2O_3$ ), que sufre un cambio de estado, deshidratando mas o menos y endureciendose por la accion de los rayos solares. Los autores antes mencionados observaron tres tipos de formacion de corazas:

- CORAZAS DE EROSION. Es el resultado de la degradacion de los suelos forestales por erosion de los horizontes superficiales y endurecimientos de su horizonte B, caso de las corazas de sabanas secundarias de la zona de Guinea.
- CORAZAS POR CAPA DE AGUA. Resultan de una acumulacion "absoluta" de sesquioxidos procedentes de emigraciones; se trata sobre todo, de corazas enriquecidas de  $FeO$ , ligadas a posiciones fisiograficas particulares, tales como depresiones topograficas o pie de montañas o de pendientes (corazas por flujo de la capa de agua).
- CORAZAS DE ACUMULACION RELATIVA. Que se deben a la acumulacion de sesquioxidos por perdidas de otros elementos.

La plintita puede ocurrir en varios horizontes, por ejemplo en un epipedon, un horizonte cambico, argilico, oxico o en un horizonte C.

#### PERMAFROST.

Es una capa en la cual la temperatura esta permanentemente por debajo de  $0^{\circ}C$  de manera que su consistencia sea muy dura o suelta. Los permafrost secos tienen consistencia suelta.

#### MATERIALES SULFUROSOS.

Los materiales sulfurados son saturados con agua, con altos contenidos de Azufre, generalmente en forma de sulfuros, de 0.75% o mas y el de 1/3 el contenido de carbonatos (equivalente de  $CaCO_3$ ).

En los horizontes sulfhidricos por oxidacion, los sulfuros pueden cambiar a sulfatos y el pH se encuentra bajo. Este fenomeno es caracteristico de los suelos formados sobre aluviones marinos (A. Kavalec, 1977).

#### FORMACION DE LENGÜETAS DE LOS HORIZONTE ALBICOS.

Las lengüetas de materiales albicos son penetraciones de materiales claros con características de color de un horizonte albico dentro de un horizonte argilico o natrico, a lo largo de las superficies de los pedis si estan presentes. Un horizonte albico no continuo tienen que estar presentes arriba de estas lengüetas. Las penetraciones tienen una dimension vertical mayor de 5 cm. en el horizonte argilico o natrico; su dimension horizontal es de 5 cm. o mayor si el horizonte argilico es de textura fina (arcilla, arcilla - limosa, arcilla - arenosa); 10 cm. o mayor si la textura es moderadamente fina (migajon - arcillosa, migajon - arcilla - arenosa o migajon - arcilla - limosa) 5 cm. o mayor cuando la textura es media o gruesa (migajon - limosa, migajon arena muy fina o gruesa). Las penetraciones deben representar mas del 15% de la matriz en algunas partes del horizonte argilico o natrico.

#### DIGITACION DE LOS MATERIALES ALBICOS.

Las digitaciones del horizonte albico, dentro de un horizonte subyacente argilico o natrico, a lo largo de las caras verticales de los agregados teniendo poca extension a lo largo de las caras horizontales. Un horizonte albico discontinuo debe existir encima de las digitaciones. Las penetraciones no son tan anchas para ser consideradas como lengüetas, pero forman revestimientos de agregados de arena o limo que exceden 1 mm. de espesor y mas de 2 mm. de ancho. Las digitaciones aparecen casi blancas cuando seco, y gris cuando humedo, pero su color esta determinado en gran parte por el color de la fraccion arenosa o limosa.

Para ser consideradas como digitaciones, el horizonte debe tener 5 cm. o mas grueso y cumplir con los siguientes requerimientos:

- La mitad o mas, de la matriz del horizonte, esta representada por agregados del horizonte argilico o na trico.
- Los materiales albicos tienen mas de 2 mm de espesor sobre las caras verticales, entre las extremidades de los agregados, pero son delgados para ser lengüetas.

Los requerimientos de color para los materiales albicos son los siguientes:

--Si el value es 7 o mayor en seco o 6 o mas en humedo, el chroma es menor o igual a 3.

--Si el value es 5.6 en seco y 4.5 en humedo, el chroma mas aproximado es de 2 que de 3.

#### LOS MINERALES INTEMPERIZABLES.

La presencia o ausencia de minerales intemperizables en un suelo, define en mayor grado el nivel de desarrollo y de evolucion de este suelo. Es importante anotar que la estabilidad de un mineral es una funcion parcial de los regimenes de humedad y temperatura del suelo. La velocidad mas alta de intemperismo de los minerales, los suelos muy evolucionados, que carecen de ellos se encuentran en climas calidos y humedos.

Los minerales intemperizables son los siguientes:

- Minerales arcillosos; todas las arcillas del tipo 2:1 excepto las cloritas a Al intercapilar, la sepiolita, el talco y la glauconita.
- Minerales del tamaño de arena y limo (0.02 a 0.2 mm de diametro) feldespatos, feldespatoides, minerales ferromagnesicos, vidrios, micas, zeolitas y apatitas

## SLICKENSIDE O CARA DE DESLIZAMIENTO.

Los slickensides son superficies brillantes y estriadas producidas por una masa de deslizamiento, son muy comunes en las arcillas expandibles que muestran cambios de volumen, con una variación en su contenido de humedad.

## PROPIEDADES ANDICAS DEL SUELO.

Las propiedades andicas del suelo son definidas tentativamente como materiales del suelo que presentan uno o mas de los siguientes tres requerimientos:

1. a) El Aluminio extraible con oxalato acido mas 1/2 de Fierro extraible con oxalato acido es 2.0% o mas en la fraccion de  $< 2$  mm.  
b) La densidad de volumen de la fraccion de  $< 2$  mm. medida a 33 kPa la retencion de agua, es  $0.9 \text{ g cm}^{-3}$ ; y  
c) La retencion de Fosforo es de mas del 85%; o
2. a) Mas del 60% por volumen del suelo total es material volcanico clastico, mas grueso que 2 mm. y  
b) El Aluminio extraible con oxalato acido mas 1/2 de Fierro extraible con oxalato acido es 0.4% o mas en la fraccion de  $< 2$  mm. o
3. La fraccion de 0.02 a 2.0 mm. es por lo menos 30% de la fraccion de  $< 2$  mm. y presenta uno de los siguientes:  
a) Si la fraccion de  $< 2$  mm. tiene Aluminio extraible con oxalato acido mas 1/2 de Fierro extraible con oxalato acido de 0.40%, hay por lo menos 30% de cristales volcanicos en la fraccion de 0.02 a 2.0 mm;  
b) Si la fraccion de  $< 2$  mm. tiene Aluminio extraible con oxalato acido mas 1/2 de Fierro extraible con oxalato acido de 2.0% o mas, hay por lo menos 5% de cristales volcanicos en la fraccion de 0.02 a 2.0 mm; o  
c) Si la fraccion de  $< 2$  mm. tiene Aluminio extrai



ble con oxalato acido mas 1/2 de Fierro extraible con oxalato acido de entre 0.4% y 2.0, es - un contenido proporcional de cristales volcanicos en la fraccion de 0.02 a 2.0 mm entre 5 y - 30%.

#### MOTAS QUE TIENEN UN CHROMA DE 2 O MENOS.

Este se refiere a los colores en un horizonte, que en partes tienen chroma, humedo, de 2 o menos y value, humedo, de 4 o mas, tanto como si esas partes no son dominantes en volumen o tanto como si este no es una fase continua circundando el lugar del chroma alto; si la menor o mayor parte del horizonte tiene chroma de 1 a 2 y el value, humedo, o 4 o mas y ahí estan lugares de chroma alto, la parte que tiene el chroma bajo esta incluido en el significado de "motas que tienen chroma de 2 o menos". La parte excluida del significado, si todos los horizontes tienen chromas de 2 o menos o si la parte del horizonte no tiene mas bajo de 2.

La fase tambien significa que el horizonte que tiene tales motas, esta saturado con agua durante algun periodo del año o el suelo esta drenado artificialmente. Tambien esta implicito en el significado, que la temperatura del horizonte esta por arriba del cuerpo geologico, el cual es alrededor de 5°C (41°F), durante por lo menos una parte del tiempo que el horizonte esta saturado.

#### SEQUUM: NUMERO Y TIPO.

Una secuencia de un horizonte eluvial y su horizonte B subyacente, en caso de la presencia de uno es llamado sequum. Un horizonte albico y un horizonte espedico inmediatamente debajo de él por ejemplo, constituye un sequum. De igual manera, un epipedon molico sobre un horizonte cambico o un horizonte argilico sobre un horizonte k tambien constituye un sequum. Dos (sequa) pueden estar presentes en secuencia vertical en un solo suelo, y que dicha secuencia es llamada bisequum.

#### CALIZA PULVERULENTA SUAVE.

La caliza pulverulenta suave es una frase que es usada en la definicion de un cierto numero de taxas. Se

refiere a la caliza autigenica translocada, suficientemente suave para ser cortada facilmente con una uña, que fue precipitada del lugar de la solucion del suelos mas bien que heredada de un material parental del suelo, tales como loess calcareos o cultivados. Este deberia estar presente en una acumulacion significativa para constituir un horizonte k.

Para ser identificable, la caliza pulverulenta suave debe tener alguna relacion a la estructura del suelo. podria romperse la estructura del suelo para formar agregados esferoidales, u "ojos blancos", que son suaves y polvosos cuando secos. O la caliza podria estar presente como revestimientos suaves en poros o sobre caras estructurales. Si se presentan como revestimientos se cubre una parte significativa de la superficie. Comunmente se reviste toda la superficie a una profundidad de 1 a 5 mm. o mas. Pero solamente parte de la superficie puede ser revestida si una pequeña cantidad de caliza esta presente en el suelo. Los revestimientos deberian ser los suficientemente espesos para observarlos cuando humedos y deberian cubrir una superficie continua lo suficientemente para ser mas que filamentos. La pseudomicela comunmente vista en un horizonte calcareo seco no llega a estar dentro del significado de caliza pulverulenta suave. Las pseudomicelas son filamentos pulverulento suaves sobre caras estructurales comunmente ramificadas, pero ellas pueden llegar a ser temporales y puede ser solamente caliza que fue precipitada en una estacion por la separacion de la humedad del suelo almacenada, mas bien que un horizonte k.

Los revestimientos suaves sobre concreciones duras de caliza son tambien excluidas del significado de caliza pulverulenta suave. Estos pueden ser delgados o espesos, y puede ser el resultado de la acumulacion actual o la remocion de caliza. Es decir, la concrecion puede ser creciente o puede experimentar disolucion, y el proceso puede producir un revestimiento suave.

#### TIXOTROPISMO.

El tixotropismo es "una transformacion reversible gel-sol bajo corte de isotermas siguiendo la base (Webster's, 1967). El termino significa "para cambiar al tacto". Muchos tipos de sustancias tixotropicas han sido identificadas y estudiadas incluyendo algunos geles de sesquioxidos, geles de caolinita, geles de

montmorillonitas, grasas, tintas, pinturas, protoplasma, coagulos de sangre, soluciones de Nitrocelulosa, y horadaciones de fango (mud). El tixotropismo aparentemente es el resultado de un tipo de estructura que, si se rompe, puede reestructurarse a si mismo. El rompimiento puede ser causado por varias acciones: por agitacion, por corte, o aun por vibraciones de ultrasonido. Algunos materiales del suelo naturales (sin tratar) exhiben esta propiedad. Una prueba de campo de suelos tixotropicos es esta: la presion de un trocito de suelo mojado entre el dedo pulgar y el dedo indice; al principio resiste la deformacion, teniendo una rigidez, o elasticidad, o ambos; bajo el aumento de presion el suelo puede ser moldeado y deformado; bajo una presion mayor, repentinamente el suelo cambia de un suelo plastico a un liquido, y los dedos se patinan. Despues que el suelo embarrado en esta forma, usualmente libre de agua puede ser visto sobre los dedos. En cuestion de 1 o 2 segundos el suelo licuificado regresa de nuevo a su estado solido natural. Si un cuchillo es colocado dentro de la masa del suelo en un hoyo y subitamente removido, tiene solamente una mancha de agua fangosa; si se presiona dentro del suelo y sacado ligeramente, una masa grande de suelo se adhiere a la otra. En la literatura de suelos del Oeste de Estados Unidos, particularmente Hawaii, el termino de consistencia "manchada" es usado para caracterizar materiales del suelo que son tixotropicos.

**SEGUNDA PARTE.**

**MAPA DE SUELOS DE LA  
REPUBLICA MEXICANA.**

## INTRODUCCION.

De acuerdo con los principios de la pedogenesis, el suelo no puede ser considerado como un medio inherente, sino que se forma y evoluciona bajo la acción de procesos fundamentales, los cuales se suscitan bajo la interacción de los factores formadores del medio, de tal forma que podemos establecer la siguiente relación:

Factores del Medio	Procesos Pedogeneticos fundamentales	Tipos de Suelo
--------------------	--------------------------------------	----------------

De tal forma que, durante el transcurso de la pedogenesis, un suelo pasa por etapas evolutivas, las cuales estaran caracterizadas por el grado de expresion del perfil en forma de propiedades diferenciadoras, las cuales reflejaran el estado evolutivo en el cual se encuentra en el momento de su clasificacion. Definiendo de esta manera las condiciones potenciales o de comportamiento del mismo para un uso determinado.

La cuantificacion de las características o propiedades del suelo, por lo tanto, establecen o mejor dicho, son el punto intermedio para el conocimiento del suelo en base a los objetivos pretendidos en este conocimiento; en un sentido (a la izquierda), se utilizarian para establecer los procesos fundamentales de la pedogenesis; fundamento de las ciencias biologicas; y en otro sentido (a la derecha), para establecer y determinar las condiciones de uso y manejo al cual debe estar sujeto.

La definicion de los Suelos de la Republica Mexicana a nivel taxonomico de Orden, tiene por objeto el de servir como punto de partida para conocer y establecer dos problemas de conocimiento:

- 1.- Procesos pedogeneticos fundamentales.
- 2.- Caracteristicas diferenciadoras de los suelos a nivel regional.

A continuacion se describan las unidades cartograficas de suelos, señaladas en el mapa anexo. Se ha pretendido que las definiciones sean lo mas completo posibles y a la vez manteniendo cierta generalidad, ya que una descripcion completa de las unidades se tiene en el Soil Taxonomy y sus anexos.

# ALFISOL.

## GENERALIDADES.

### A. CONCEPTO CENTRAL.

Los Alfisoles son suelos extensivos en paisajes ampliamente separados. La mayoría de los Alfisoles se desarrollan bajo bosques en una región templada, húmeda o fría. El concepto central de Alfisol, suelos que tienen:

1. Horizontes argílicos.
2. Epipedones ocrícos.
3. De media a alta saturación de bases.
4. Agua aprovechable para plantas mesófilas en una - considerable parte del tiempo en la mayoría de los años.

Los Alfisoles requieren para tener un horizonte argílico, un desarrollo sobre tierras superficiales, que son suficientemente estables para resultar insignificante eluviación de arcillas silicatadas. La mayoría de los Alfisoles son caracterizados por una saturación de bases de 35% o más a una profundidad de 125 cm. debajo del límite superior del horizonte argílico o 180 cm. debajo de la superficie del suelo. Los Alfisoles contienen una significativa cantidad de materiales intemperizables que suministran bases a través del intemperismo; son por lo general suelos fértiles. Incrementando el intemperismo y la lixiviación, produciendo una casi completa lixiviación e intemperización de los minerales intemperizables, con esto la saturación de bases es menor del 35%, con lo que causa a los Alfisoles el que se desarrollen en Ultisoles.

### B. DEGRADACION DE HORIZONTES ARGILICOS.

La evidencia de la destrucción de los horizontes argílicos, la conversión del material del horizonte argílico y el material albico, han sido observados en

varios ordenes de suelos, pero quiza se manifiesta mejor en el orden Alfisol. La degradacion comienza en la parte superficial del horizonte argilico en sentido descendente, y es interpretado para dar a entender que el horizonte argilico es movido en profundidad en el perfil. La destruccion se inicia sobre peds superficiales y progresivamente destruye la naturaleza argilica del material argilico, dejando un material albico de color grisaseo. Cuando los revestimientos albicos sobre peds se hacen mayores de 5 a 15 mm. de espesor (dependiendo de la textura) y tienen un dimension vertical mayor de 5 cm., el suelo es considerado, para tener lenguas de materiales albico en el horizonte argilico. En algunos suelos las lenguas penetran la profundidad total del horizonte argilico.

Las teorias para explicar la degradacion del horizonte argilico incluyen:

- a) Intemperismo y destruccion del enrejado de la arcilla mineral.
- b) Eluviacion de arcilla.
- c) Una combinacion de las dos primeras teorias.

Estudios de los Alfisoles sostienen la translocacion de la arcilla como la causa primaria de la degradacion del horizonte argilico. Sin embargo se supone que el intemperismo es mas intenso en la zona de degradacion, la translocacion de arcillas es la causa primaria del desarrollo del material albico.

### C. DEFINICION DE ALFISOLES.

Los Alfisoles son suelos minerales que:

1. Tienen una de las siguientes combinaciones de propiedades:
  - a) No tienen un fragipan, pero tienen un horizonte argilico o natrico y tienen una o mas de las siguientes:
    - I. Un regimen de temperatura Frigido o Frio.



- II. Lenguas de materiales albcos que tienen dimensiones verticales de 50 cm. o mas en un horizonte argilico y mas del 10% de minerales intemperizables en la fraccion de 20 a 200 micrones;
- III. Un hue en alguna parte del horizonte argilico que es 5YR o amarillento, o un value de color en humedo de 4 o mas, o un value de color en seco, que es mas de una unidad arriba del value de color en humedo, y la saturacion de bases, por suma de cationes, es de 35% o mas en una profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico, o 180 cm. debajo de la superficie del suelo o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, el cual es superficial; si el horizonte argilico no tiene esta combinacion de color o si el epipedon tiene en todas partes un tamaño de particulas de arena o esqueleto-arenoso y es menor de 50 cm. de espesor la saturacion de bases es de 35% o mas en una profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico o 180 cm. de debajo de la superficie del suelo, el cual es mayor, o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, el que es superficial; o
- b) Tiene un fragipan en o debajo de un horizonte argilico o tiene una corteza de arcilla mayor de 1 mm. de espesor en alguna parte del fragipan, tiene un regimen de temperatura Fido o Frio o tiene una saturacion de bases, por suma de cationes de 35% o mas en una profundidad de 75 cm. debajo del limite superior del fragipan o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, el cual es superficial, o tiene lenguas de materiales albcos en el horizonte argilico que tiene dimensiones verticales de 50 cm. o mas.
2. Tiene un epipedon que es masivo y duro o mas duro cuando seco, o tiene un regimen de humedad Acuico, Udico, Ustico o Xerico;
3. No tiene un epipedon molico, a menos que haya un horizonte argilico, en el cual la saturacion de bases (por  $NH_4OAc$ ) en algun subhorizonte es menos del 50%; y no tiene un horizonte de superficie y un subhorizonte sobre un horizonte argilico o na--

trico que sea separado por un horizonte albico, pero que juntos reunen todos los requerimientos de epipedon molico;

4. Si hay grietas en alguna epoca en la mayoria del año que son de 1 cm. o mas amplias en una profundidad de 50 cm. y que estan abiertos hacia la superficie o hacia la base de un horizonte Ap, el regimen de temperatura es Frigido o Frio, o
  - a) Despues de que el suelo ha sido mezclado a una profundidad de 18 cm., hay algun subhorizonte en los 50 cm. superiores que tienen menos del 30% de arcilla; o
  - b) No hay gilgai y, entre una profundidad de 25 a 100 cm. no hay slikensides (caras de deslizamiento) suficientemente cerradas para cruzarse y siempre en forma de cuña que tienen sus ejes longitudinales con una inclinacion de 10° a 60° con respecto a la horizontal.
5. No tiene un horizonte espodico descansando sobre un horizonte argilico
6. No tiene un horizonte oxico descansando sobre un horizonte argilico y no tiene plintita que forma una fase continua dentro de 30 cm. de la superficie

#### D.LIMITES ENTRE ALFISOLES Y SUELOS DE OTROS ORDENES

La definicion de los Alfisoles debe proporcionar el criterio que separe a los Alfisoles de los demas ordenes. El agregado de estos criterios define los limites de los Alfisoles en relacion a los demas suelos conocidos:

1. Para distinguir Alfisoles de Aridisoles, los Alfisoles deben tener:
  - a) Un regimen de humedad Acuico, Udico, Ustico o Xerico; o
  - b) Un epipedon que es masivo y duro o masivo y muy duro cuando seco.

2. Para distinguir Alfisoles de Entisoles e Inceptisoles, los Alfisoles no deben tener un epipedon plaggen y deben tener evidencia de arcilla iluvial en la forma de una o mas de las siguientes:
  - a) Un horizonte argilico que no esta debajo de un fragipan;
  - b) Un horizonte natrico;
  - c) Un fragipan que tiene en alguna parte una corteza de arcilla de por lo menos 1 mm. de espesor.
3. Para distinguir Alfisoles de Histosoles, los Alfisoles deben presentar la definicion de suelos minerales
4. Para distinguir Alfisoles de Molisoles, para Alfisoles cualquiera:
  - a) Ambas de las siguientes: no debe presentar los requerimientos para un epipedon molico con respecto a color, carbon organico, saturacion de bases, estructura y profundidad:
    - I. El epipedon; y
    - II. El horizonte de superficie cuando es mezclado a una profundidad de 18 cm. ademas del horizonte superior de un horizonte argilico - que es separado del horizonte de superficie por un horizonte albico, o
  - b) Si hay un epipedon molico, alguna parte del horizonte argilico debe tener menos del 50% de saturacion de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ).
5. Para distinguir Alfisoles de Oxisoles, los Alfisoles no deben tener:
  - a) Un horizonte oxico descansando sobre el horizonte argilico, o
  - b) Plintita formando una fase continua dentro de 30 cm. de la superficie del suelo.

6. Para distinguir Alfisoles de Spodosoles, los Alfisoles no deben tener un horizonte espodico sobre el horizonte argilico.
7. Para distinguir Alfisoles de Ultisoles, los Alfisoles deben tener una de las siguientes:
  - a) Lenguas de material albico en el horizonte argilico que tienen una dimension de 50 cm. o mas, y mayor del 10% de minerales intemperizables en la fraccion de 20 a 200 micrones;
  - b) Un regimen de temperatura Frigido o Frio;
  - c) Saturacion de bases de 35% o mas (por suma de cationes) sobre las profundidades criticas que siguen:
    - I. Si no hay fragipan y el horizonte argilico - en alguna parte tiene un hue de 5YR o amarillento o tiene un value de color, humedo de 4, o un value de color, seco, de una unidad arriba que el valor ,humedo, en la mayoria - de la superficie:
      - Ia. 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico,
      - Ib. 180 cm. debajo de la superficie del suelo, o
      - Ic. inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico.
    - II. Si no hay fragipan y el horizonte argilico - en todas partes tiene un hue rojizo 5YR y - un value de color, humedo, de 3 o menos y - tiene un value de color, seco, no mayor de - una unidad arriba del valor humedo, o si no hay fragipan y el epipedon tiene un tamaño - de particulas arenoso esqueletico o arenoso, distribuido totalmente y es mas de 50 cm. de espesor, el mas profundo de:
      - IIa. 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico,
      - IIb. 180 cm debajo de la superficie del suelo, o
      - IIc. Inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico;

- III. Si hay un fragipan, el superficial de
- IIIa. 75 cm. debajo del limite superior del fragipan, o
- IIIb. Inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico.
8. Para distinguir Alfisoles de Vertisoles, los Alfisoles deben tener, si hay grietas en alguna ocasion en el año, que son de 1 cm. o mas amplias en una profundidad de 50 cm. y que estan abiertas hacia la superficie o hacia la base de un horizonte Ap, un regimen de temperatura Frigido o Frio; o
- a) Despues que el suelo ha sido mezclado a una profundidad de 18 cm., hay algun subhorizonte en los 50 cm. superiores, el cual tiene menos del 30% de arcilla; o
- b) No hay gilgai, y entre una profundidad de 25 a 100 cm. no hay slikenoides bastante estrechas - para cruzar y sin pedrs esferoides en forma de - cuña que tienen sus ejes largos inclinados de 10° a 60° de la horizontal.

## E. SUBORDENES DE LOS ALFISOLES.

### AQUALFS.

Alfisoles que tienen un regimen de humedad Acuico o estan artificialmente drenados y que tienen características asociadas con la humedad, como moteados o concreciones de Fierro-Manganeso > 2 mm de diametro, o chromas de 2 o menos inmediatamente debajo de cualquier horizonte Ap o cualquier horizonte A<sub>1</sub> oscuro, cuyo value en humedo es inferior a 3.5 y ademas tiene una de las siguientes características:

1. En el horizonte argilico, recubrimientos en la superficie de los agregados de chroma dominante de 2 o menos y moteados dentro de los agregados, o chroma dominante de 2 o menos en la matriz del horizonte argilico y moteados de chroma superior;
2. Si el horizonte argilico no tiene moteados, entonces tiene un chroma dominante de 1 o menos.

BORALFS.

Otros Alfisoles que tienen:

1. Un regimen de temperatura Frigido pero no tienen - un regimen de humedad Xerico, o
2. Un regimen de temperatura Cryico.

USTALFS.

Otros Alfisoles que tienen una de las siguiente características:

1. Un regimen de humedad Ustico.
2. Un epipedon que es masivo y duro o muy duro cuando seco y un regimen de humedad que es Aridico y/o - marginal a Ustico;
3. Dentro de 150 cm. de la superficie o dentro de los 50 cm. debajo de la base del horizonte argilico - tiene un horizonte calcico, o material calcareo finamente dividido, de formas esferoidales o con recubrimientos sobre los agregados o diseminados en particulas del tamaño de las arcillas y un regimen de humedad Udico pero marginal a Ustico.

XERALFS.

Otros alfisoles que tienen una de las siguientes características:

1. Un regimen de humedad Xerico, o
2. Un epipedon que es al mismo tiempo masivo y duro o muy duro cuando seco y un regimen de humedad que - es de Aridico pero marginal al Xerico.

UDALFS.

Otros Alfisoles que tienen un regimen de humedad Udico

## ANDISOL.

### A. DEFINICION DE ANDISOLES.

Los Andisoles son suelos minerales que no tienen un horizonte argilico, espodico u oxico, a menos que sea un horizonte genetico enterrado que tenga su limite superior a una profundidad de 50 cm. o mas, y el cual tiene propiedades de suelo andico a traves de un espesor continuo de 35 cm. o mas, iniciando o incluyendo los 25 cm. de la superficie.

### B. DEFINICION DE LAS PROPIEDADES DE UN SUELO ANDICO.

El material del suelo debe tener una o mas de los tres requerimientos siguientes:

1. a) El Aluminio extraible con oxalato acido es 2% o mayor, o el Aluminio extraible con KOH 4M es - 1.5% o mas;
- b) La densidad aparente de la tierra fina, medida en el campo en estado humedo es  $< 0.9 \text{ g/cm}^3$ ; y
- c) El fosfato retenido es  $> 85\%$ .
  
2. a) El Aluminio extraible con oxalato acido es 0.4% o mayor, o el Aluminio extraible con KOH 4M es 0.3% o mas;
- b) I. La fraccion arenosa es al menos el 30% de la tierra fina y existe un peso mayor al 30% de vidrio volcanico, los cristales cubiertos - con vidrios en la fraccion arenosa, o
- II. Mas del 60% del volumen de dicho suelo es material volcanico clastico mayor a 2 mm.
  
3. a) El Aluminio extraible en oxalato acido esta entre 0.4 y 2% o mayor, o el aluminio extraible - con KOH 4M esta entre 3% y 1.5% o mas; y

- b) La fraccion arenosa es al menos el 30% de la tierra fina, y
- c) Existe vidrio suficiente en la fraccion arenosa que su porcentaje, cuando se grafica contra el porcentaje de Aluminio extraible.

### C. SUBORDENES DE LOS ANDISOLES.

#### AQUANDS.

Andisoles que tienen un regimen de humedad Acuico o drenaje artificial y tienen una o ambas de las siguientes características:

1. a) Un epipedon histico, o
  - b) una profundidad mayor de 50 cm. o inmediatamente abajo un epipedon que tenga valores en humedo sobre las caras de los peds, o en la matriz si los peds estan ausentes, como sigue:
    - I. Si esta moteado el chroma es de 2 o menos:
    - II. Si no esta moteado, el chroma es de 1 o menos, o
  - c) Motas comunes, prominentes, gruesas o medias dadas por la segregacion del Fierro:
    - I. En o inmediatamente debajo de los 18 cm. superficiales, o
    - II. En o inmediatamente debajo de un horizonte Ap de un espesor de 18 cm., o
    - III. Inmediatamente sobre un horizonte placico o un duripan.
2. Donde existe melanizacion a traves de 1<sup>m</sup>. suficiente Fe ferroso activo de una reaccion positiva de A. A' dipyridyl en un espesor de 50 cm., de la superficie en alguna epoca del año.

#### BORANDS.

Otros Andisoles que tienen una temperatura del suelo media anual < 8°C.



XERANDS.

Otros andisoles que tienen un regimen de humedad Aridico que tiende a Xerico.

USTANDS.

Otros andisoles que tienen un regimen de humedad Ustico, o un regimen de humedad Aridico que tiende a Ustico.

UDANDS.

Otros andisoles que tienen un regimen de, humedad Udico.

# ARIDISOL.

## GENERALIDADES.

### A. CONCEPTO CENTRAL.

Los Aridisoles son suelos de las regiones aridas. Ya que el clima desertico existe sobre un 36% de las tierras del planeta, los Aridisoles son los suelos mas extensos. Muchos de los suelos de las regiones deserticas, tales como las dunas de arenas movedizas, suelo superficial sobre laderas montañosas, o suelos formados en aluviones a lo largo de los rios y arroyos, no son Aridisoles, porque los suelos son gruesos y retienen poca humedad o porque la corriente es excesiva debido a la pendiente de las laderas o la textura fina de los horizontes superficiales.

Los Aridisoles son suelos minerales que tienen un regimen de humedad del suelo Aridico, Mas especificamente los Aridisoles:

1. Tienen uno o mas horizontes pedogeneticos.
2. No tienen agua aprovechable para plantas mesofilas por grandes periodos de tiempo; por tres meses en una epoca cuando el suelo es humedo y caliente, suficiente para las plantas en crecimiento.

El vidriado desertico sobre la grava, consiste de un revestimiento oscuro brillante. Los estudios indican que el vidriado en dos capas. La capa interior es rica en  $\text{SiO}_2$  y  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . La capa exterior es rica en  $\text{FeO}$  y  $\text{MnO}$ . Las colonias de algas aparecen para movilizar los iones de Fierro y producen una concentracion de oxidos sobre la superficie de la grava que forman el vidriado aparente.

El agua nunca se mueve completamente a traves del suelo, sin embargo, algunos materiales son translocados desde la parte superior hasta la parte inferior del solum. La mayoria de las caacteristicas notables de muchos Aridisoles es una zona de carbonatos en varias profundidades debajo de la superficie en el horizonte B o C si el material es calcareo. Con tiempo una alta capa

c) No tienen un horizonte argilico o natrico, pero tiene uno o mas de los siguientes horizontes, - cuyo limite superior dentro de 100cm. de la superficie: un horizonte calcico, petrocalcico, - gypsico, petrogypsico o cambico o un duripan o cualquiera;

I. Tienen un regimen de humedad Aridico o

II. Tienen un regimen de humedad Ustico o Xerico y tambien la conductividad del extracto de saturacion a 25°C que es de 2 mmhos/cm. o - mas en alguna parte sobre cualquiera de las - siguientes profundidades es menor:

IIa. Un contacto litico o paralitico, un horizonte petrocalcico o un duripan superficial de 25 cm.

IIb. 125 cm. si el promedio de peso de la clase - de tamaño de particulas es arenoso o esqueleto-arenoso, entre una profundidad de 25 a - 100 cm. o entre una profundidad de 25 cm. y un contacto litico o paralitico, horizonte - petrocalcico o duripan, si la profundidad de alguno de estos es < 100 cm,

IIc. 90 cm. si el promedio de peso de la clase de particulas es margoso, entre una profundidad de 25 a 100 cm. o entre una profundidad de - 25 cm. y un contacto litico o paralitico, un horizonte petrocalcico o duripan, si la profundidad de cualquiera de estos es < 100 cm.

IIId. 70 cm. si el promedio de peso de la clase de particulas es margoso, entre una profundidad de 25 a 100 cm. o entre una profundidad de - 25 cm. y un contacto litico o paralitico, un horizonte petrocalcico o duripan, si la profundidad de cualquiera de estos es < 100 cm.

3. Presenta uno o mas de los siguientes requerimientos:

a) Tiene un regimen de temperatura Frigido o Criico;

calcica o de carbonatos en un horizonte petrocalcico puede llegar a cubrir con carbonatos y cementarlo.

Los horizontes superficiales son ocricos de colores ligeros bajos en materia organica que reflejan una baja produccion de biomasa. Los resultados del clima presente en pequeña escala, si la hay, la eluviacion de arcilla. Muchos Aridisoles tienen un horizonte argilico (Bt) bien desarrollado que se formo bajo un clima mas humedo hace muchos años.

Los horizontes salicos se forman donde las capas de agua superficial existen y el agua que se mueve para el horizonte superficial, se evapora y las sales quedan sobre la superficie. Las condiciones de oxidacion completa inhiben el movimiento de los oxidos de Hierro libres dentro del perfil. El alto pH favorece la solucion y el movimiento descendente de silice; algunos Aridisoles tienen duripanes, cuando la acumulacion de silice causa cementacion. Los duripanes formados cuando los materiales parentales son bajos en calcio (desarrollo minimo del horizonte calcico) y altos en materiales volcanicos tales como vidrio, los cuales liberan abundante silice en la intemperizacion. Otros horizontes que pueden existir en los Aridisoles son el cambico y gypsico.

## B. DEFINICION DE ARIDISOLE.

Los Aridisoles son suelos que:

1. No tienen un horizonte espodico;
2. Tienen un epipedon ocrico o antropico y una o mas de las siguiente combinaciones de propiedades:
  - a) Tiene un horizonte argilico o natrico, un epipedon que no es duro y masivo cuando seco, y un regimen de humedad Aridico (estos requisitos excluyen a los Alfisoles, Ultisoles, Entisoles e Inceptisoles);
  - b) Tienen un horizonte salico cuyo limite superior es dentro de 75 cm. de la superficie y son saturados con agua a una profundidad dentro de los 100 cm. de la superficie, por un mes o mas la mayoria del año; o

- b) Si hay grietas de por lo menos 1 cm. de anchas a una profundidad de 50 cm. por algun periodo - del año, tienen dentro de una profundidad de 50 cm. despues del suelo superior a una profundi--dad de 18 cm. mezclada, ambas con un contenido de arcilla < 30% en algun subhorizonte, o si el contenido de arcilla es < o = de 30% no tiene:

I. Gilgai; y

- II. Entre una profundidad de 25 a 100 cm., sli--kensides bastantes cerradas para cruzarse, o agregados estructurales en forma de cuña que tienen sus eje largos inclinados de 10° a - 60° de la horizontal.

Otra propiedad de los Aridisoles es un bajo pocentaje de carbon organico. Las definiciones de los subgrupos que sigue el porcentaje de carbon organico como una funcion de de la proporcion de arena a arcilla es usado en parte para distinguir subgrupos tipicos de los intergrados para Molisoles.

#### C. LIMITES ENTRE LOS ARIDISOLES Y LOS SUELOS DE OTROS ORDENES.

La definicion de los Aridisoles debe proporcionar el criterio para separar los Aridisoles de los demas ordenes. El agregado de estos criterios define los limites de los Aridisoles en relacion a los demas suelos conocidos.

1. Para distinguir Aridisoles de los Alfisoles, los - Aridisoles deben tener cualquiera:
  - a) No tienen evidencia de arcilla iluvial en la - forma de un horizonte argilico o natrico, o
  - b) Tienen un regimen de humedad Aridico y tienen - un epipedon que no es masivo y duro y muy duro cuando seco.
2. Para distinguir Aridisoles de Entisoles, los Aridi - soles deben tener unas o mas de las siguientes:
  - a) Un horizonte cambico;

- b) Un horizonte argilico;
  - c) Un horizonte salico, en el cual el limite superior es dentro de los 75 cm. de la superficie, y el agua subterranea esta dentro de una profundidad de 100 cm. por un mes o mas durante un año;
  - d) Un horizonte calcico o petrocalcico, en el cual el limite superior esta dentro de 100 cm. de la superficie;
  - e) Un horizonte gypsico o petrogypsico, cuyo limite superior esta dentro de los 100 cm. de la superficie;
  - f) Un duripan cuyo limite superior esta dentro de los 100 cm. de la superficie.
3. Para distinguir Aridisoles de Inceptisoles, si no hay horizonte argilico, pero hay un horizonte cambico, un horizonte calcico, un horizonte petrocalcico o un duripan, los Aridisoles deben tener una de las siguientes:
- a) Un regimen de humedad Aridico, o
  - b) Un regimen de humedad Ustico o Xerico y la conductividad del extracto de saturacion a 25°C es de 2 mmhos/cm. o mas en alguna parte del suelo sobre cualquiera de las siguientes profundidades es menor:
    - I. Un contacto litico o paralitico, horizonte petrocalcico o duripan superficial de 25 cm.
    - II. 125 cm. si el promedio de peso de la clase de tamaño de particulas es arenoso o esqueleto-arenoso, entre una profundidad de 25 a 100 cm. o entre una profundidad de 25 cm. y un contacto litico o paralitico, horizonte petrocalcico o duripan, si la profundidad de alguno de estos es < 100 cm.
    - III. 90 cm. si el promedio de peso de la clase de particulas es margoso, entre una profundidad de 25 a 100 cm. o entre una profundidad de 25 cm. y un contacto litico o paralitico, un horizonte petrocalcico o duripan, si la profundidad de cualquiera de estos es < 100 cm.

IV. 70 cm. si el promedio de peso dde la clase - de particulas es margoso, entre una profundi- dad de 25 a 100 cm. o entre una profundidad de 25 cm. y un contacto litico o paralitico, un horizonte petrocalcico o duripan, si la - profundidad de cualquiera de estos es < 100 cm.

4. Para distinguir Aridisoles de Histosoles, los Ari- disoles deben presentar la definicion de suelos mi- nerales.
5. Para distinguir Aridisoles de Molisoles, los Aridi- soles no deben tener un epipedon molico.
6. Para distinguir Aridisoles de Oxisoles, los Aridi- soles no deben tener un horizonte oxico sobre un - horizonte argilico.
7. Para distinguir Aridisoles de Spodosoles, los Ari- disoles no deben tener un horizonte spodico.
8. Para distinguir Aridisoles de Ultisoles, si hay un horizonte argilico, los Aridisoles deben tener una saturacion de bases del 35% o mas (por suma de ca- tiones) sobre la menor de las siguientes profundi- dades criticas:
  - a) 125 cm. debajo del limite superior del horizon- te argilico;
  - b) 180 cm. debajo de la superficie del suelo;
  - c) Inmediatamente sobre un contacto litico o para- litico.
9. Para distinguir Aridisoles de Vertisoles, los Ari- disoles deben presentar una o mas de los siguien- tes requerimientos:
  - a) Tienen < 30% de arcilla en algun subhorizonte - dentro de 50 cm. de la superficie despues del - suelo superficial a una profundidad de 18 cm. - mezclada;

- b) No tiene grietas que abren hacia la superficie o hacia la base de una capa arada, que son tan anchas como 1 cm. en o debajo de una profundidad de 50 cm. en la mayoría de los años;
- c) No tiene gilgai y entre las profundidades de 25 a 100 cm., no tiene slikensides bastante cerradas para cruzarse o no tienen agregados estructurales en forma de cuña que tienen sus ejes largos una inclinación de 10° a 60° de la horizontal;
- d) Tiene un régimen de temperatura del suelo Frigido.

#### D. SUBORDENES DE ARIDISOLES.

##### ARGIDS.

Aridisoles que tienen un horizonte argílico o natrítico

##### ORTHIDS.

Otros Aridisoles.



# **ENTISOL.**

## **GENERALIDADES.**

### **A. CONCEPTO CENTRAL.**

El concepto central de Entisol es de que son suelos con poca o sin evidencia del desarrollo de horizontes pedogenéticos. Muchos Entisoles tienen epipedon ocríco y algunos arenosos tienen horizonte albico. Epipedones histicos son encontrados en algunos Entisoles en marismas costeras.

Hay varias razones de porque el desarrollo de horizontes están limitados. El tiempo ha sido demasiado corto en muchos Entisoles y muchos están formados sobre laderas de pendiente activamente erosionada. Sobre planicies anegadas y algunas otras superficies, los nuevos depósitos de material frecuentemente ocurren en algunos Entisoles. Sin embargo, están formados en materiales antiguos, que consiste la mayoría de arena cuarcica que no cambia para formar horizontes. Algunos Entisoles han sido creados por pendientes aradas sobre tierras niveladas, los cuales destruidos y mezclados de horizontes pedogenéticos existentes.

Los Entisoles clasificados sextos en abundancia entre los diez suelos en el mundo, y grandes variaciones existen en este orden. Los Entisoles pueden tener cualquier régimen de temperatura o humedad, material parental o vegetación. Las únicas características comunes para todos los Entisoles, es la literal ausencia de horizontes de diagnóstico y la naturaleza mineral del suelo.

### **B. DEFINICION DE ENTISOL.**

Los Entisoles son suelos minerales que presentan 3 requerimientos y cualquiera, 1 o 2.

1. Tienen material sulfídico dentro de 50 cm. de la superficie del suelo mineral o sobre una capa que

es congelada dos meses despues del solsticio de verano o tienen un valor  $n$  de mas de 0.7 y mas del 8% de arcilla en todos los subhorizontes entre 20 y 50 cm. debajo de la superficie mineral y no tiene permafrost.

2. No tienen un horizonte de diagnostico, excepto si este es un horizonte enterrado, ademas un epipedon ocrico, antropico, histico, consistente de materiales organicos, un horizonte albico, un horizonte espodico, que tienen su limite superior a una profundidad de 200 cm., o el material amorfo no es dominante en el complejo de intercambio; y puede tener cualquier requerimientos siguientes:
  - a) Un horizonte salico excepto que, si el suelo esta saturado con agua dentro de los 100 cm. superficiales por un mes o mas durante algunos años y no ha sido irrigado, el limite superior del horizonte salico debe ser de 75 cm. o mas, debajo de la superficie;
  - b) Si el suelo esta saturado con agua dentro de los 100 cm. de la superficie por un mes o mas, cuando no esta congelado en cualquier parte, la proporcion de adsorcion de sodio (RAS) puede exceder del 13% (o la saturacion de sodio 15%) en mas de la mitad de los 50 cm. superiores solamente si el RAS aumenta o permanece constante con la profundidad, debajo de los 50 cm.;
  - c) Un horizonte gypico o calcico o duripan, si su limite superior es  $> 100$  cm. debajo de la superficie (estos son presumibles para ser horizontes de suelo enterrados o capas de origen geologico);
  - d) Si la textura es margosa, arena fina o gruesa a una profundidad de 100 cm., la plintita puede estar presente o presentada en forma de nodulos separados o desconectados de motas rojas suaves si constituyen menos de la mitad el volumen en todos los horizontes;
  - e) Los horizontes de diagnostico enterrados puede presentarse, si la superficie del suelo enterrado esta en una profundidad entre 30 y 50 cm. y la profundidad del suelo enterrado es de dos veces menos la profundidad de los depositos super yacentes o si la superficie del suelo enterrado es como de 50 cm.; o

f) Roca de Fierro en cualquier profundidad.

3. Si el regimen de temperatura del suelo es Mesico, Isomesico o Calido y si hay grietas tan grandes como 1 cm. a una profundidad de 50 cm. cuando no es irrigado, los Entisoles despues del suelo superior a una profundidad de 18 cm. es mezclado, tienen < 30% de arcilla en algun subhorizonte dentro de una profundidad o no tienen cualquiera de las siguientes:

a) Gilgai;

b) A cualquier profundidad entre 25 y 100 cm., agregados estructurales naturales en forma de cuña que tienen sus ejes largos inclinados de 10° a 60° de la horizontal; o

c) A cualquier profundidad entre 25 y 100 cm., si kensides bastante cerradas para cruzarse.

#### C. LIMITES ENTRE ENTISOLES Y SUELOS DE OTROS ORDENES.

La definicion de los Entisoles debe proporcionar el criterio para separarlos de los demas ordenes. Estos criterios definen los limites de los Entisoles en relacion a los otros tipos de suelos conocidos.

1. Para distinguir Entisoles de Alfisoles, los Entisoles no deben tener un horizonte argilico, excepto si este es un horizonte de suelo enterrado.

2. Para distinguir Entisoles de Aridisoles, los Entisoles no deben tener:

a) Un horizonte salico si su limite superior esta dentro de 75 cm. de la superficie y el suelo esta saturado con agua dentro de los 100 cm. de la superficie por un mes o mas en algun periodo del año;

b) Un horizonte calcico o petrocalcico, gypsic o petrogypsic, o un duripan, si el limite de cualquiera de ellos es dentro de 100 cm. de la superficie, a menos que este sea un horizonte enterrado; o

- c) Un horizonte cambico, argilico o natrico, a menos que este sea un horizonte de suelo enterrado.
3. Para distinguir Entisoles de Inceptisoles, los Entisoles deben tener cualquiera:
- a) Debe tener una de las siguientes:
- I. Tienen un valor  $n$  de mas de 0.7 y mas del 8% de arcilla en todos los subhorizontes entre 20 y 50 cm. debajo de la superficie mineral y no tiene permafrost; o
  - II. Materiales sulfidicos dentro de una profundidad de 50 cm. debajo de la superficie mineral;
- b) No debe tener cualquiera de las siguientes:
- I. Un epipedon molico, umbrico o plaggen;
  - II. Un epipedon histico consistente mas de materiales minerales que materiales organicos;
  - III. Un horizonte calcico o petrocalcico o un duripan, si el limite superior de cualquiera - de ellos esta dentro de 100 cm. de la superficie del suelo, a menos que este sea un horizonte enterrado;
  - IV. Un horizonte cambico;
  - V. Un fragipan;
  - VI. Un horizonte sulfurico que tiene su limite superior dentro de 50 cm. de la superficie - del suelo mineral; o
  - VII. La saturacion es  $> 15\%$  en mas de la mitad de los 50 cm. superiores, a menos que la solucion de sodio aumente o permanezca constante con la profundidad o a menos que el suelo - este saturado con agua dentro de 100 cm. de la superficie por mas de un mes en una temporada cuando el suelo no esta congelado en alguna parte.
4. Para distinguir Entisoles de Histosoles, los Entisoles deben presentar la definicion de suelos minerales.

5. Para distinguir Entisoles de Molisole, los Entisoles no deben tener un epipedon molico.
6. Para distinguir Entisoles de Oxisoles, los Entisoles no deben tener un horizonte oxico o no deben tener plintita que forma una fase continua dentro de 30 cm. de la superficie del suelo, si el suelo esta saturado con agua en algun periodo del año de acuerdo a la profundidad.
7. Para distinguir Entisoles de Spodosoles, los Entisoles no deben tener un horizonte espodico que tiene su limite superior dentro de 200 cm. de la superficie del suelo.
8. Para distinguir Entisoles de Ultisole, los Entisoles no deben tener un horizonte argilico, a menos que este sea un horizonte de suelo enterrado.
9. Para distinguir Entisoles de Vertisole, los Entisoles deben tener un regimen de temperatura Frigido o Frio, o deben presentar uno o ambos de los requerimientos siguientes:
  - a) No debe tener grietas que sean tan amplias como 1 cm. a una profundidad de 50 cm. la mayoría de los años;
  - b) Cualquiera:
    - I. Despues de la superficie del suelo a una profundidad de 18 cm. estan mezclados, tienen < 30% de arcilla en algun subhorizonte sobre una profundidad de 50 cm.;
    - II. No tienen gilgai, no tienen slikensides bastante cerradas para cruzarse y no tienen agregados estructurales en forma de cuña que tienen sus ejes alargados una inclinacion de 10° a 60° de la horizontal.

#### D. SUBORDENES DE LOS ENTISOLES.

##### AQUENTS.

Entisoles que:

1. Tienen materiales sulfidicos dentro de los 50 cm. desde la superficie del suelo mineral;
2. Estan permanentemente saturados con agua y tienen en todos los horizontes debajo de los 25 cm.:
  - a) El hue dominante es negro o mas azul que 10Y; y
  - b) Colores que cambian cuando estan expuestos al - aire; o
3. Estan saturados con agua en alguna epoca del año o estan artificialmente drenados y tienen dentro de los 50 cm. de la superficie, colores (humedo) dominantes en la matriz como sigue:
  - a) En horizonte que tienen texturas mas finas que areno-francosa fina en algunos o todos los subhorizontes u horizontes que tienen mas del 35% (en volumen) de fragmentos de rocas en algun - subhorizonte:
    - I. Si hay moteados, el chroma es  $\leq 2$ ;
    - II. Si no hay moteados y el value es  $\leq 4$ , el chroma es  $\leq 1$ ; si el value es  $> 4$ , el chroma es  $\leq 1$ ;
  - b) En horizontes que tienen textura areno-francosa fina o mas gruesa, en todos los subhorizontes:
    - I. Si el hue es tan rojo o mas rojo que 10YR y si hay moteados, el chroma es  $\leq 2$ ; si no hay moteados y el value es  $\leq 4$ , el chroma es  $\leq 1$ ; o si el value  $> 4$ , el chroma es  $\leq 1$ ;
    - II. Si el hue esta entre 10YR y 10Y y si hay moteados definidos o prominentes, el chroma es  $\leq 3$ ; si no hay moteados, el chroma es  $\leq 1$ ;
  - III. hue mas azul que 10YR; o
  - IV. Cualquier color si este se debe al color natural de granos de arena sin recubrimientos.

#### ARENITS.

Otros Entisoles que:

1. Tienen fragmentos de horizontes diagnosticos que -

se encuentran mas o menos sin orden discernible en el suelo por debajo de cualquier horizonte Ap, pero dentro de la profundidad de 100 cm.; y

2. No estan permanentemente saturados con agua y no tienen las características asociadas con humedad - que se definen para los Acuents.

#### PSAMMENTS.

Otros Entisoles que tienen debajo de un horizonte Ap o debajo de los 25 cm. (el que sea mas profundo), < 35% (en volumen) de fragmentos de rocas y tienen una textura areno-francosa fina o mas gruesa en todos los subhorizontes hasta 100 cm. o hasta un contacto litico, paralitico o petroferrico, lo que este mas superficial.

#### FLUVENTS.

Otros entisoles que:

1. No tienen un contacto litico o paralitico dentro - de 25 cm. de la superficie del suelo, y
2. Tienen pendientes de < 25%, y
3. El contenido de carbono organico disminuye irregularmente con la profundidad o permanece constante sobre 0.2% a una profundidad de 125 cm., y
4. La temperatura media anual del suelo es superior a 0°C. (Los estratos arenosos o areno-francosos pueden tener menos carbono organico en caso de sedimentos mas finos, a 125 cm. de profundidad o debajo, - tengan 0.2% o mas carbono organico).

#### ORTHENTS.

Otros entisoles

# HISTOSOL .

## GENERALIDADES.

### A. CONCEPTO CENTRAL.

Los Histosoles son suelos organicos o tejidos. Los Histosoles se forman donde la produccion de materia organica excede a la mineralizacion de la misma, sobre grandes periodos de tiempo. Usualmente la mineralizacion limitada de la materia organica es debida a las condiciones de saturacion de agua, pero, en algunos casos los mantos de turba ocurren sobre las planicies, como en Irlanda, donde el clima es perturbado y frio a lo largo de la costa

### B. GENESIS Y PROPIEDADES DE LOS HISTOSOLES.

Los Histosoles son excelentes preservadores de animales, asi como de materiales de plantas. Los restos humanos en suelos minerales, generalmente consiste de huesos esparcidos o esqueletos; pero en el caso de los suelos organicos, la preservacion casi perfecta puede ocurrir.

La mayoria de los Histosoles se desarrollan donde el suelo esta saturado por lo menos un mes cada año para continuar la saturacion. Las características de los Histosoles dependen primeramente sobre la naturaleza de la vegetacion que fue depositada en el agua y el grado de descomposicion. En el agua relativamente profunda, los restos de algas y otras plantas acuaticas causa material altamente coloidal las cuales se contraen grandemente sobre el desecado.

Los materiales de suelos organicos son diferentes sobre la base del grado de saturacion de agua. Los materiales de suelos organicos saturados con agua por grandes periodos de tiempo; excepto los que estan drenados, tienen:



1. 18% o mas de carbon organico, si la fraccion mineral tiene 60% o mas de arcilla.
2. 12% o mas de carbon organico, si la fraccion mineral no tiene arcilla.
3. Un contenido proporcional de carbon organico dependiente del contenido de arcilla de la fraccion mineral (entre 0.0 y 60%).

Algunos suelos organicos o Histosoles, incluyen suelos donde estos rara vez estan saturados con agua, y estos suelos deben tener el 20% o mas de carbon organico. Algunos de estos suelos son totalmente de roca o poco profundos.

Una de las características mas destacadas de los Histosoles es su baja densidad de volumen. La mayoría tiene un densidad de volumen menor de 0.5 gr/cm<sup>3</sup>, o menos de 0.1. La ligereza de los suelos hace de los Histosoles ideales para la producción de pastizales. La capacidad de retención de agua por una base importante es muy alta, fluctuando desde 300 hasta 3000%. Grandes cambios son asociados con la humedad y desecado.

El pH es una función de la naturaleza del agua que fluye en el área empantanada y la vegetación. Los Histosoles en paisajes dominados por la acidez, los Spodosoles arenosos son típicamente muy ácidos y tienen un pH de 4.5 o menos; son clasificados como turbas bajas de caliza. Las turbas altas de caliza tienden a formarse donde el agua drenada lleva una gran cantidad de bases y tiene un pH de 4.6 a 7.0. Las turba alcalinas tienen un pH por encima de 7.0.

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es a causa del carboxil, fenólico y otros grupos funcionales y es comparada con los suelos minerales. La CIC es dependiente del pH; en un pH de 3.5 a 4.0 tiene un rango desde 10 hasta 20 meq, contra 100 a 200 en un pH de 7.0. Los suelos son altos en contenido de Nitrogeno, y el Nitrogeno aprovechable para las plantas y relacionado con la proporción de mineralización de la materia orgánica. El bajo contenido de minerales en los Histosoles esta relacionado con la baja total de Potasio y generalmente la baja aprovechabilidad del Potasio por el cultivo. La aprovechabilidad de micronutrientes esta bastante

relacionada al pH, y los Histosoles no son encalados sobre un pH de alrededor de 5.5 en el orden para reducir la probabilidad de crear deficiencias de micronutrientes en las cosechas.

### C. DEFINICION DE HISTOSOLES.

Los Histosoles son aquellos que:

1. Tienen materiales organicos del suelo que se extienden desde la superficie hasta una de las siguientes:
  - a) Una profundidad dentro de 10 cm. o menos de un contacto litico o paralitico, proporciona la profundidad de los materiales organicos del suelo es mas de dos veces que la del suelo mineral sobre un contacto; o
  - b) Cualquier profundidad si los materiales organicos del suelo descansan sobre material fragmentado (grava, rocas, guijarros) y la endiduras son rellenas con materiales organicos, o descansa sobre un contacto litico o paralitico;
2. Tienen materiales organicos, que tienen un limite superior dentro de los 40 cm. de la superficie y
  - a) Tienen una de las siguientes profundidades:
    - I. 60 cm. o mas si tres cuartos o mas del volumen son de fibras de musgo o el volumen de densidad humedo es  $< 0.1 \text{ gr/cm}^3$ ;
    - II. 40 cm. o mas si:
      - Ila. El material organico del suelo esta saturado con agua por grandes periodos ( $> 6$  meses) o es drenado superficialmente;
      - I Ib. El material organico del suelo consiste de materiales sapricos o hemicos o consiste de materiales que son menos de tres cuartos del volumen de fibras de musgo y tienen una densidad de volumen humedo de 0.1 o mas;

b) Tienen materiales organicos del suelo que:

- I. No tienen una capa mineral de 40 cm. de espesor en la superficie y cuyo limite superior esta dentro de una profundidad de 40 cm. - desde la superficie; y
- II. No tienen capas minerales tomadas acumulativamente, tan profundas como 40 cm. dentro - de los 80 cm. superiores.

La regla general es que, a menos que la ringla superficial tenga una densidad de volumen  $< 0.1$ , un suelo es clasificado como Histosol si la mitad o mas de los 80 cm. superiores es organica, y este es clasificado como Histosol sin considerar a la profundidad de los materiales organicos, si estos descansan sobre roca o material fragmentado, en el cual las endiduras son rellenas o parcialmente rellenas con materiales organicos. Si la densidad de volumen es muy baja,  $< 0.1$ , tres cuartos o mas de los 80 cm. superiores deben ser organicos.

#### D. SUBORDENES DE LOS HISTOSOLES.

##### FOLISTS.

Histosoles que:

1. Nunca estan saturados con agua por mas de algunos dias despues de lluvias intensas, y
  - a) Tienen un contacto litico o paralitico dentro - de los 100 cm. superiores y/o materiales fragmentarios, cuyos intersticios estan llenos total o parcialmente con materiales organicos en la mitad o mas de cada pedon; y
  - b) Menos de tres cuartos del espesor de los materiales organicos estan constituidos por fibras de Sphagnum (musgo)

##### FIBRISTS.

Otros Histosoles que:

1. Estan constituidos en forma dominante por materiales fibricos en la ringla subsuperficial, en el caso de que esta ultima sea completamente organica, excepto por uno o varios estratos minerales delgados; o las partes organicas de las ringlas superficiales o subsuperficiales son predominantemente fibricas, si dentro de la ringla se desarrolla una capa mineral continua de 40 cm. o mas de espesor; o
2. Tienen una capa superficial constituida por tres - cuartos o mas de su volumen de fibras derivadas de Sphagnum y que descansa sobre un contacto litico o paralitico, materiales fragmentarios, un suelo mineral o sobre materiales congelados dentro de los limites de profundidad de la ringla superficial o subsuperficial; y
3. No tienen un horizonte sulfurico, cuyo limite superior esta en los 50 cm. superficiales y no tienen materiales sulfidicos dentro de los 100 cm. superiores.

#### HEMISTS.

Otros Histosoles que:

1. Estan constituidos predominantemente por materiales - hemicos en la ringla subsuperficial, si esta ultima es completamente organica, excepto por la presencia de uno o mas estratos minerales delgados; o son predominantemente hemicos en la parte organica de las ringlas superficiales o subsuperficiales, si dentro de la ringla subsuperficial se desarrolla - un estrato mineral continuo de 40 cm. o mas de espesor; o
2. Tienen un horizonte sulfidico, cuyo limite superior esta dentro de los 50 cm. superficiales o tienen materiales sulfurados dentro de los 100 cm. superiores.

#### SAPRISTS.

Otros Histosoles.

# **INCEPTISOL.**

## **GENERALIDADES.**

### **A. CONCEPTO CENTRAL.**

Los Inceptisoles son suelos de regiones húmedas que tienen uno o más horizontes pedogenéticos como contraposición para los Aridisoles, los cuales son suelos de regiones secas con uno o más horizontes pedogenéticos. Los Inceptisoles presentan gran variación en edad, pero todos presentan poca diferenciación de horizontes. Están relacionados con los Entisoles, solo que los Inceptisoles presentan más desarrollo pedogenético. Los Inceptisoles pueden formarse casi en cualquier clima, desde el polar hasta el tropical, excepto donde prevalece la aridez. La vegetación es así mismo, muy diversa. La mayoría de los Inceptisoles están sobre superficies geomórficas relativamente jóvenes del Pleistoceno tardío o de la era del Holoceno (reciente). El orden Inceptisol incluye suelos de gran diversidad, como el orden Entisol.

El concepto central de los Inceptisoles es el de suelos de regiones húmedas con horizontes alterados, pero que retienen algunos minerales intemperizados. Los Inceptisoles no tienen horizonte de diagnóstico eluvial, pero pueden tener horizontes: ocríco, umbríco, cambíco, fragipán y duripán. La mayoría de los Inceptisoles tienen un epipedón ocríco o umbríco sobre un horizonte cambíco. Los rangos de drenaje, desde muy pobres hasta bien drenados. Algunos Inceptisoles tienen arenas muy gruesas, donde la mayoría de las arenas profundas son psaménticas. Los Inceptisoles son suelos importantes desde la tundra, en valles de ríos, sobre laderas montañosas, donde la reciente ceniza volcánica ha sido depositada.

### **B. DEFINICION DE INCEPTISOLES.**

La definición completa de los Inceptisoles es la siguiente. Los Inceptisoles deben presentar los requerimientos del párrafo inferior número uno, y en suma debe presentar los requerimientos de uno o más de los párrafos 2, 3, 4, 5 y 6.

Los Inceptisoles son suelos minerales que:

1. Presenta todos los requerimientos siguientes:

- a) No tienen un horizonte espodico, argilico, natrico u oxico, a menos que sea un horizonte enterrado o sea un horizonte intermitente que ocupa menos de la mitad del area de cada pedon;
- b) No tiene plintita que forma una fase continua - dentro de los 30 cm. de la superficie, y no tiene un horizonte placico si este descansa sobre un fragipan o descansa sobre un horizonte albico que descansa sobre un fragipan;
- c) No tienen un horizonte gypsico o petrogypsico - con un limite superior dentro de los 100 cm. de la superficie;
- d) No tiene un horizonte salico dentro de los 75 - cm. de la superficie, si alguna parte del suelo sobre una profundidad de 100 cm. esta saturado con agua por un mes o mas la mayoria de los años;
- e) Si hay grietas en algun periodo en la mayoria - de los años, las cuales son de 1 cm. o mas anchas a una profundidad de 50 cm. y que estan abiertas hasta la superficie o hasta la base de un horizonte Ap, la temperatura media anual del suelo es menor de 8°C, o si esta es 8°C mayor cualquiera:
  - I. Despues que de la superficie del suelo a una profundidad de 10 cm. ha sido mezclada, hay algun subhorizonte en los 50 cm. superiores que tienen < 30% de arcilla, o
  - II. No hay gilgai ni slikenides bastante cerradas como para cruzarse y sin agregados en forma de cuña cuyos ejes alargados tienen una inclinacion de 10° a 60° de la horizontal
- f) Tampoco tienen un horizonte sulfurico, cuyo limite superior esta dentro de los 50 cm de la superficie del suelo o algun subhorizonte entre una profundidad de 20 y 50 cm. debajo de la superficie del suelo mineral, tienen un valor n - de 0.7 o menos y tiene < 8% de arcilla o ambos;

2. Tiene un epipedon ocrico y tambien tiene cualquiera

- a) Una conductividad del extracto de saturacion a 25°C es  $< 2$  mmhos/cm en todos los horizontes - entre una profundidad de 25 cm. y por lo menos de las siguientes: 125 cm. si el promedio de peso de la clase de particulas es arenoso, 90 cm. si es margoso, y 70 cm. si es acrillosa, o para un contacto litico, paralitico o petroferrico - si uno es superficial de las profundidades nombradas; y tambien uno o mas de las siguientes:

I. Un horizonte cambico, calcico o petrocalcico

II. Un fragipan que no tiene alguna corteza de arcilla tan profunda como 0.1 cm;

III. Un duripan que tiene su limite superior dentro de 100 cm. desde la superficie del suelo

- b) Un RAS de 13 o mas (o la saturacion de sodio de 15% o mas) en la mitad o mas de los 50 cm. superiores, la cual disminuye con la profundidad debajo de los 50 cm. y el agua subterranea dentro de una profundidad de 100 cm. en algun periodo durante el año cuando el suelo no esta - congelado en alguna parte (la conductividad puede exceder de 2 mmhos/cm)

3. Tienen

- a) Tampoco un epipedon histico, el cual esta compuesto de materiales minerales del suelo y a una profundidad de 35 cm. o mas o a un contacto litico o paralitico, si uno es menor de 35 cm., tampoco tiene una densidad de volumen (a 1/3 de bar de retencion de agua) de la fraccion de tierra fina, la cual es  $< 0.85$  gr/cm<sup>3</sup> y el complejo de intercambio es dominado por materiales - amorfos, o el suelo es 60% o mas (por peso) de cenizas volcanicas vitricas, cenizas u otros minerales piroclasticos vitricos;

- b) O un epipedon molico y una o mas de las siguientes:

I. A una profundidad de 35 cm. o mas o a un contacto litico o paralitico si uno es menor de 35 cm., tampoco tiene el suelo una densidad de volumen (a 1/3 de bar de retencion de -

agua) en la fracción de tierra fina, la cual es  $< 0.85 \text{ gr/cm}^3$  y el complejo de intercambio es dominado por materiales amorfos, o el suelo es 50% o más (por peso) cenizas u otros materiales piroclásticos vítricos;

- II. Un horizonte cambico subyacente el cual tiene una saturación de bases  $< 50\%$  (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) en alguna parte o que disminuye a menos del 50% a una profundidad de 180 cm. o menos, de bajo de la superficie del suelo;
- III. Un régimen de temperatura Isomesico o Isocalido y un epipedon que descansa sobre materiales del suelo que tienen  $< 40\%$  de  $\text{CaCO}_3$  - equivalente en todos los subhorizontes dentro de 100 cm. de la superficie o sobre un contacto lítico o paralítico, el cual es poco profundo y también cualquiera:
  - IIIa. 35% o más de arcilla y tiene geología montmorillonítica en los subhorizontes los cuales tienen un espesor total de 25 cm. o más o un coeficiente de extensibilidad lineal (COLE) 0.09 o más si el régimen de humedad es Udico o 0.07 o más si es Ustico, y también un contacto lítico o paralítico dentro de 50 cm. - desde la superficie; o
  - IIIb. Grietas en algún periodo en la mayoría de los años, las cuales son de 1 cm. o más anchas a una profundidad de 50 cm. y son de por lo menos de 30 cm. de largas en algunas partes y que se extienden ascendentemente hacia la superficie del suelo o hacia la base de un horizonte Ap; el COLE es 0.09 o más si el régimen de humedad del suelo es Udico o 0.07 o más si el régimen de humedad del suelo es Ustico en un horizonte u horizontes de por lo menos de 50 cm. de espesor, y el potencial lineal de extensibilidad es 6 cm. o más en los 100 cm. superiores del suelo si el régimen de humedad es Udico, en los 125 cm superiores del suelo si es Ustico o en todo el suelo si un contacto lítico o paralítico está a la profundidad de 50 cm., pero tan superficial como 100 cm. o 125 cm. respectivamente; y el contenido de arcilla  $> 35\%$  en horizontes de 50 cm. totales o más en profundidad.



4. Tienen un epipedon plaggen (cualquier horizonte de diagnostico bajo un epipedon plaggen es considerado un horizonte enterrado);
5. Tienen un regimen de humedad del suelo Acuico y - permafrost;
6. Tienen un epipedon umbrico.

#### C. LIMITES ENTRE INCEPTISOLES Y SUELOS DE OTROS ORDENES.

La definicion de Inceptisoles debe proporcionar criterios para separar a los Inceptisoles de los suelos de otros ordenes. Estos criterios juntos definen los limites de los Inceptisoles en relacion a todos los tipos de suelos conocidos.

1. Para distinguir Inceptisoles de Alfisoles, los Inceptisoles no deben tener cualquiera de los siguientes:
  - a) Un horizonte argilico o natrico a menos de que este sea un horizonte enterrado; o
  - b) Un fragipan que tiene una corteza de arcilla de 0.1 cm. de espesor en alguna parte.
2. Para distinguir Inceptisoles de Aridisoles, los Inceptisoles no deben tener un horizonte salico, gyp sico o petrogyp sico, o un regimen de humedad Aridico (Torrico); y si la saturacion de sodio es  $< 15\%$  en la mitad o mas de los 50 cm. de la profundidad del suelo o si la saturacion de sodio  $15\%$  o mas pero permanece constante o aumenta con la profundidad debajo de los 50 cm. y no hay agua subterranea dentro de una profundidad de 100 cm. en algun periodo del año, la conducividad del extracto de saturacion es  $< 2$  mmhos en todos los horizontes entre una profundidad de 25 cm. y alguna de las siguientes:
  - a) 125 cm. si el promedio de peso de la clase de - particulas es arenoso,

- b) 90 cm. si es margoso,
  - c) 70 cm. si es acrillosa, o sobre un contacto litico, paralitico o petroferrico si uno es superficial de las profundidades nombradas;
3. Para distinguir Inceptisoles de Entisols, los Inceptisoles
- a) Deben tener un complejo de intercambio dominado por materiales amorfos, o
  - b) Deben tener en algun subhorizonte entre una profundidad de 20 y 50 cm. debajo de la superficie del suelo mineral un valor n de 0.7 o menos o < 8% de arcilla;
  - c) No deben tener materiales sulfuricos dentro de los 50 cm. desde la superficie del suelo mineral; y
  - d) Deben tener una o mas de las siguientes:
    - I. Un epipedon histico compuesto de materiales del suelo mineral o un epipedon molico, umbrico o plaggen;
    - II. Un horizonte calcico o petroclacico;
    - III. Un duripan o fragipan;
    - IV. Un horizonte cambico o un regimen de humedad Acuico o permafrost;
    - V. Un horizonte placico;
    - VI. Tiene un RAS  $\geq 13$  ( o la saturacion de sodio de 15% o mas) en la mitad o mas del suelo a una profundidad de 50 cm. la cual disminuye con la profundidad debajo de los 50 cm. y el agua subterranea dentro de una profundidad de 100 cm. en alguna epoca del año.
    - VII. Un horizonte sulfurico, el cual tiene su limite superior dentro de los 50 cm. desde la superficie del suelo mineral.
4. Para distinguir Inceptisoles de Histosoles, los Inceptisoles deben presentar la definicion de suelos minerales.

5. Para distinguir Inceptisoles de Molisoles, los Inceptisoles deben presentar uno de los siguientes requerimientos:

a) No tienen un epipedon molico;

b) Tienen un epipedon molico y tambien uno o mas de las siguientes:

I. A una profundidad de 35 cm. o mas o hasta un contacto litico o paralitico si el primero es mas superficial de los 35 cm., tampoco tienen una densidad de volumen (a  $1/3$  de bar la tension de agua) en la fraccion de tierra fina, la cual es  $< 0.85 \text{ gr/cm}^3$  y el complejo de intercambio esta dominado por materiales amorfos; o el suelo es 60% o mas (por peso) de cenizas volcanicas viitricas, cenizas u otros materiales piroclasticos

II. Un horizonte cambico subyacente el cual tiene una saturacion de bases  $< 50\%$  (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) en alguna parte o que disminuye a menos del 50% a una profundidad de 180 cm. o menos, de bajo de la superficie del suelo;

III. Un regimen de temperatura Isomesico o Isocalido y un epipedon que descansa sobre materiales del suelo que tienen  $< 40\%$  de  $\text{CaCO}_3$  equivalente en todos los subhorizontes dentro de 100 cm. de la superficie o sobre un contacto litico o paralitico, el cual es poco profundo y tambien cualquiera

IIIa. 35% o mas de arcilla y tiene geologia montmorillonitica en los subhorizontes los cuales tienen un espesor total de 25 cm. o mas o un coeficiente de extensibilidad lineal (COLE) 0.09 o mas si el regimen de humedad es Udico o 0.07 o mas si es Ustico, y tambien un contacto litico o paralitico dentro de 50 cm. desde la superficie; o

IIIb. Grietas en algun periodo en la mayoria de los años, las cuales son de 1 cm. o mas anchas a una profundidad de 50 cm. y son de por lo menos de 30 cm. de largas en algunas partes y que se extienden ascendentemente hacia la superficie del suelo o hacia la base de un horizonte Ap; el COLE es 0.09 o mas si el regimen de humedad del suelo es Udico o

0.07 o mas si el regimen de humedad del suelo es Ustico en un horizonte u horizontes de por lo menos de 50 cm. de espesor, y el potencial lineal de extensibilidad es 6 cm. o mas en los 100 cm. superiores del suelo si el regimen de humedad es Udico, en los 125cm superiores del suelo si es Ustico o en todo el suelo si un contacto litico o paralitico esta a la profundidad de 50 cm., pero tan superficial como 100 cm. o 125 cm. respectivamente; y el contenido de arcilla > 35% en horizontes de 50 cm. totales o mas en profundidad.

6. Para distinguir Inceptisoles de Oxisoles, los Inceptisoles no deben tener cualquiera de las siguientes:
  - a) Un horizonte oxico a menos de que este sea un horizonte enterrado; o
  - b) Flintita que forma una fase continua dentro de los 30 cm. de la superficie del suelo.
  
7. Para distinguir Inceptisoles de Spodosoles, los Inceptisoles no deben tener cualquiera de las siguientes:
  - a) Un horizonte espodico a menos de que este sea un horizonte enterrado; o
  - b) Un horizonte placico si este descansa sobre un fragipan o sobre un horizonte albico, el cual descansa sobre fragipan.
  
8. Para distinguir Inceptisoles de Ultisoles, los Inceptisoles no deben tener cualquiera de las siguientes:
  - a) Un horizonte argilico a menos de que este sea un horizonte enterrado; o
  - b) Un fragipan el cual tiene una capa de arcilla de 0.1 cm. de espesor
  
9. Para distinguir Inceptisoles de Vertisoles, los Inceptisoles deben tener una temperatura media anual

del suelo  $< 8^{\circ}\text{C}$  o presentar una o ambas de las siguientes:

- a) No deben tener grietas en la mayoría de los años, las cuales son de 1 cm. de anchas a una profundidad de 50 cm.;
- b) tampoco:
  - I. Después de que la superficie del suelo ha sido mezclada a una profundidad de 18 cm., deben tener  $< 30\%$  de arcilla en algún subhorizonte en los 50 cm. superiores; o
  - II. No deben tener gilgai, ni slikenides tan cerradas como para cruzarse, y no deben tener agragados en forma de cuña, los cuales tienen sus ejes alargados, una inclinación de  $10^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  de la horizontal.

#### D. SUBORDENES DE INCEPTISOLES.

##### AQUEPTS.

Inceptisoles que:

1. Tienen un régimen de humedad Acuíco o están drenados artificialmente y tienen una o más de las siguientes características:
  - a) Un epipedon histico;
  - b) Un horizonte sulfurico, cuyo límite superior se encuentra dentro de los 50 cm. de la superficie del suelo mineral;
  - c) Un epipedon umbrico o molico, inmediatamente del cual (o a una profundidad inferior a 50 cm. debajo de la superficie del suelo) hay un horizonte con los siguientes colores dominantes, en húmedo, sobre la cara de los agregados, o en la matriz si estos no existen como sigue:
    - I. Si hay moteados, chroma de 2 o menos;
    - II. Si no hay moteados, chroma de 1 o menos;

d) Un epipedon ocrico debajo del cual se encuentra, a una profundidad < 50 cm. desde la superficie del suelo mineral un horizonte cambico y/o un fragipan, teniendo los colores siguientes, en humedo, en las caras de los agregados, si estos no existen en la matriz:

I. Si hay moteados, chroma de 2 o menos;

II. Si no hay moteados, chroma de 1 o menos;

2. O tienen un RAS 13 o mas (15% o mas de saturacion de sodio) en la mitad o mas del suelo hasta una profundidad de 50 cm. y que disminuye debajo de esa profundidad y un nivel freatico dentro de los 100 cm. en alguna epoca del año.

PLAGGEPTS.

Otros Inceptisoles que tienen un epipedon plaggen.

DCHREPTS.

Otros Inceptisoles que tienen un epipedon ocrico o que tienen un epipedon umbrico o molico de menos de 25 cm. de espesor y ademas un regimen de temperatura Mesico o mas calido.

TROPEPTS.

Otros Inceptisoles que tienen un regimen de temperatura Isomesico o Calido iso.

UMBREPTS.

Otros Inceptisoles.

# **MOLISOL.**

## **GENERALIDADES.**

### **A. CONCEPTO CENTRAL.**

Los Molisoles son los suelos dominantes de las mayores praderas del mundo.

Los Molisoles caracteristicamente se desarrollan bajo pastos en climas que tienen un pronunciado deficit de humedad estacional. La mayoría de los Molisoles tienen un horizonte superficial de color cafe muy oscuro a negro (epipedon molico) que conjunta mas de un tercio del espesor combinado de los horizontes A y B o es sobre 25 cm. de espesor. El contenido de materia organica disminuye gradualmente con la profundidad del suelo. El epipedon molico tiene estructura o tiene consistencia blanda cuando seco. La saturacion de bases es del 50% o mas a una profundidad de 180 cm. y el Calcio es el cation intercambiable dominante. Los minerales de arcilla son principalmente cristalinos, de moderada a alta capacidad de intercambio. Los subsuelos son generalmente horizontes argilicos o cambicos, dependiendo del grado de desarrollo. Los horizontes con acumulacion de carbonato de Calcio son comunes.

### **B. DEFINICION DE MOLISOLES.**

Los Molisoles son suelos minerales que tienen un epipedon molico o tienen un horizonte de superficie que despues de mezclado a una profundidad de 18 cm. presenta todos los requerimientos para un epipedon molico excepto espesor, y tambien tienen un subhorizonte superior, el cual es mayor de 7.5 cm. de espesor, en un horizonte argilico o natrico que presentan el color, carbon organico, saturacion de bases y estructura, los requerimientos para un epipedon molico, pero es separado del horizonte de superficie por un horizonte albico (nota: que la combinacion de profundidad debe presentar los requerimientos de profundidad para un epipedon molico), y tiene todos los siguientes:

1. Si hay un horizonte argilico, tiene la saturacion de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) del 50% o mas en todo el horizonte argilico a una profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico o - 180 cm. debajo de la superficie del suelo; o para un contacto litico o paralitico, cualquiera que sea es menor;
2. Si hay un horizonte cambico, tienen la saturacion de bases del 50% o mas en todos los subhorizontes a una profundidad de 180 cm. debajo de la superficie del suelo; o un contacto litico o paralitico - cualquiera que sea es superficial;
3. Dentro de algun subhorizonte de los 35 cm. superiores o mas, o a un contacto litico o paralitico mas superficial de 35 cm. tienen un complejo de intercambio que no es dominado por materiales amorfos, o la densidad de volumen (a 1/3 de bar de tension de humedad) es 0.85 o mas y el subhorizonte es < - 60% de cenizas volcanicas vitricas, cenizas u otros materiales piroclastico vitricos en aluvion, arena y tamaños de grava;
4. Si el regimen de temperatura del suelo es Isomesico o Calido Iso, el suelo tiene una o mas de las siguientes
  - a) Un horizonte que tiene 4% o menos de  $\text{CaCO}_3$  equivalente en algun subhorizonte dentro de 100 cm. de la superficie o sobre un contacto litico o - paralitico, cualquiera es superficial.
  - b) Un contacto litico o paralitico dentro de 50 cm de la superficie y < 35% de arcilla, la cual - tiene mineralogia montmorillonitica en los subhorizontes que tienen una profundidad total de 25 cm. o mas, o un CDLE 0.09 o mas si el regimen de humedad es Udico o 0.07 o mas si es Ustico;
  - c) Las grietas en algun periodo en la mayoria de - los años son de 1 cm. o mas anchas a una profundidad de 50 cm, las cuales son de por lo menos 30 cm. de largo en algunas partes, que se extienden ascendentemente hasta la superficie o - hasta la base de horizonte Ap si esta acompañado de las siguientes características:



- I. Un CDLE 0.09 o mas si el regimen de humedad es Udico o 0.07 o mas si es Ustico en un horizonte u horizontes de por lo menos 50 cm. de espesor;
  - II. Un potencial de extensibilidad lineal de 6 - cm. o mas en los 100 cm. superiores si el regimen de humedad es Udico, en los 125 cm. superiores del suelo si es Ustico o en todo el suelo si hay un contacto litico o paralitico entre una profundidad de 50 y 100 cm. o 125 cm como se menciona; y
  - III. Mas del 35% de arcilla en horizontes de 50 - cm. totales o mas espesor.
5. Si la temperatura media del suelo es 8°C o mayor y si hay grietas abiertas hasta la superficie o hasta la base de un horizonte Ap en algun periodo en la mayoria de los años y las grietas son de 1 cm. de anchas o mas a una profundidad de 50 cm., cualquiera:
- a) Despues de que la superficie del suelo a una - profundidad de 18 cm. ha sido mezclada, el suelo tiene < 30% de arcilla en algun horizonte sobre un contacto litico o paralitico, un horizonte calcico o una profundidad de 50 cm. cualquiera es superficial; o tienen
  - b) Ninguno de los siguientes:
    - I. Gilgai,
    - II. Slikensides bastante cerradas para cruzarse a una profundidad entre 25 y 100 cm., y
    - III. Agregados estructurales en forma de cuña y - tienen sus ejes alargados una inclinacion de 10° a 60° de la horizontal a cualquier profundidad entre 25 y 100 cm.
6. No tienen un horizonte oxico; y no tienen plintita que forma una fase continua dentro de los 30 cm. - de la superficie si el regimen de humedad es Acuico; y
7. No tienen un horizonte espodico, el cual tiene su limite superior dentro de los 200 cm. de la superficie.

### C. LIMITE ENTRE MOLISOLES Y SUELOS DE OTROS ORDENES.

La definicion de los Molisoles debe proporcionar el criterio para separar los Molisoles de los suelos de los demas ordenes. El conjunto de estos criterios define los limites de los Molisoles en relacion a los otros tipos de suelos conocidos.

1. Para distinguir Molisoles de Alfisoles, los Molisoles deben tener:
  - a) La saturacion de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) del 50% o mas en todo el horizonte argilico a una profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico o 180 cm. debajo de la superficie del suelo; o para un contacto litico o paralitico, cualquiera que sea es menor;
  - b) Un epipedon molico o la combinacion de un horizonte de superficie, cuando es mezclado a una profundidad de 18 cm., mas (+) el subhorizonte superior de un horizonte argilico o natrico debe presentar todos los requerimientos de un epipedon molico, pero separado por un horizonte al bico.
2. Para distinguir Molisoles de Aridisoles, los Molisoles deben tener un epipedon molico.
3. Para distinguir Molisoles de Entisoles, los Molisoles tienen un epipedon molico.
4. Para distinguir Molisoles de Histosoles, los Molisoles deben presentar la definicion de suelos minerales.
5. Para distinguir Molisoles de Inceptisoles, los Molisoles tienen un horizonte argilico o natrico o un epipedon molico, pero si tienen un epipedon molico y no tienen un horizonte argilico o natrico, no deben tener cualquiera de las siguientes:
  - a) Cualquiera:

- I. Una densidad de volumen de  $< 0.85 \text{ gr/cm}^3$  y - un complejo de intercambio dominado por materiales amorfos a una profundidad de 35 cm. o hasta un contacto litico o paralitico de menos de 35 cm.; o
  - II. 60% o mas del suelo compuesto por cenizas - volcanicas vitricas, cenizas u otros materiales piroclasticos vitricos en aluvion, arena y grava a una profundidad de 35 cm. o mas;
- b) Un horizonte cambico subyacente, el cual tiene una saturacion de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ )  $< 50\%$  en - algunas partes o que disminuye hasta menos del 50% en una profundidad de 180 cm. o menos debajo de la superficie;
- c) Un regimen de temperatura Isomesico o Calido - Iso, y un epipedon descansa sobre materiales - del suelo que tienen  $< 40\%$  de  $\text{CaCO}_3$  equivalente en todos los subhorizontes dentro de 100 cm. - desde la superficie o sobre un contacto litico o paralitico, el cual es superficial, y tambien cualquiera:
- I. Un contacto litico o paralitico dentro de 50 cm. de la superficie y  $< 35\%$  de arcilla, la - cual tiene mineralogia montmorillonitica en los subhorizontes que tienen una profundidad total de 25 cm. o mas, o un COLE 0.09 o mas si el regimen de humedad es Udico o 0.07 o - mas si es Ustico;
  - II. Las grietas en algun periodo en la mayoria - de los años son de 1 cm. o mas anchas a una profundidad de 50 cm, las cuales son de por lo menos 30 cm. de largo en algunas partes, que se extienden ascendentemente hasta la superficie o hasta la base de horizonte Ap; el COLE de 0.09 o mas en un horizonte u horizontes de por lo menos 50 cm. de espesor si el regimen de humedad es Udico o 0.07 o mas si es Ustico; y un potencial de extensibilidad lineal de 6 cm. o mas en los 100 cm. superiores si el regimen de humedad es Udico, en - los 125 cm. superiores del suelo si es Ustico o en todo el suelo si hay un contacto litico o paralitico es tan profundo como 50 cm pero mas superficial que estas profundidades y 35% de arcilla en horizontes de 50 cm. o - mas en profundidad.

6. Para distinguir Molisoles de Oxisoles, los Molisoles no deben tener un horizonte oxico ni plintita que forma una fase continua dentro de 30 cm. de la superficie si el regimen de humedad es Acuico
7. Para distinguir Molisoles de Spodosoles, los Molisoles no deben tener un horizonte espodico, el cual tiene su limite superior dentro de los 200 cm desde la superficie.
8. Para distinguir Molisoles de Ultisoles, los Molisoles deben tener un epipedon molico y no un horizonte argilico que tenga la saturacion de bases (por  $NH_4OAc$ )  $< 50\%$  en cualquier subhorizonte.
9. Para distinguir Molisoles de Vertisoles, los Molisoles deben tener, si la temperatura media anual es de  $8^{\circ}C$  o mayor y hay grietas abiertas hasta la superficie o hasta la base de un horizonte Ap en algun periodo en la mayoria de los años, las grietas son de por lo menos 1 cm. de anchas a una profundidad de 50 cm., cualquiera
  - a) Despues de que las capas superficiales a una profundidad de 18 cm. han sido mezcladas, el suelo tiene  $< 30\%$  de arcilla en algun horizonte sobre un contacto litico o paralitico, un horizonte calcico o una profundidad de 50 cm., cualquiera es superficial; o tienen
  - b) Ninguno de los siguientes:
    - I. Gilgai,
    - II. Slikensides bastante cerradas para cruzarse a una profundidad entre 25 y 100 cm., y
    - III. Agregados estructurales en forma de cuña y tienen sus ejes alargados una inclinacion de  $10^{\circ}$  a  $60^{\circ}$  de la horizontal a cualquier profundidad entre 25 y 100 cm.

#### D. SUBORDENES DE MOLISOLES.

##### ALBOLLS.

Molisoles que cumplen con todos los siguientes requisitos:

1. Un horizonte albico que se encuentra inmediatamente debajo de un epipedon molico, o separa horizontes que en conjunto cumplen todos los requisitos de un epipedon molico.
2. Un horizonte argilico o natrico; y
3. Chroma de 2 o menos en el horizonte albico, o características asociadas con la humedad en el horizonte albico argilico o natrico, como moteados o concreciones de Hierro o Manganeso de mas de 0.2 cm. o ambas.

#### AQUOLLS.

Otros Molisoles que tienen un regimen de humedad Acuico o que estan drenados artificialmente y tienen una o mas de las siguientes características asociadas con el exceso de humedad:

1. Un epipedon histico sobre el epipedon molico;
2. Una RAS de 13 o mas (o 15% o mas de saturacion de Sodio) en la parte superior del epipedon molico y una disminucion de la RAS (o saturacion de Sodio) a medida que aumenta la profundidad, debajo de los 50 cm.;
3. Una de las siguientes combinaciones de colores, en humedo:
  - a) Si la parte inferior del epipedon molico tiene chroma de 1 o menos, hay:
    - I. Moteados definidos o prominentes en la parte inferior del epipedon molico; o
    - II. Un value en humedo de 4 o mas, inmediatamente debajo del epipedon molico, o dentro de los 75 cm. superficiales si hay un horizonte calcico o uno de los siguientes:
      - IIa. Si el hue es 10YR o mas rojo y hay moteados, el chroma es menor de 1.5 en la superficie de los agregados o en la matriz; si no hay moteados el chroma es menor de 1;

- IIb. Si el hue esta cercano a 2.5Y y hay moteados definidos o prominentes, el chroma es 2 o menos en las superficies de los agregados o en la matriz; si no hay moteados el chroma es 1 o menos;
  - IIc. Si el hue es mas proximo a 5Y o mas amarillento y hay moteados definidos o prominentes, el chroma es 3 o menos en las superficies de los agregados o en la matriz; si no hay moteados, el chroma es 1 o menos;
  - IIId. El tono es mas azul que 10Y o el color es neutro ; o
  - IIe. El color es producto de granos minerales sin recubrimientos
- b) Si la parte inferior del epipedon molico tiene chroma superior a 1, pero no superior a 2 debe cumplir con alguno de los siguientes requisitos
- I. En la parte inferior del epipedon molico hay moteados definidos o prominentes;
  - II. Inmediatamente debajo del epipedon molico los colores de base tienen una o mas de las siguientes propiedades:
    - IIa. Value de 4 y chroma de 2 y tambien algunos moteados con value de 4 o mas y chroma menor de 2;
    - IIb. Value de 5 o mas y chroma de 2 o menos y tambien algunos moteados con chroma mas alto; o
    - IIc. Value de 4 y chroma < 2; o

4. Un horizonte calcico o petrocalcico, cuyo limite superior se encuentra dentro de los 40 cm. superficiales.

#### RENDOLLS.

Otros Molisoles que tienen todas las características siguientes:

1. Tienen un epipedon molico de 50 cm. o menos de espesor;

2. No tienen un horizonte argilico;
3. No tienen un horizonte calcico;
4. En el epipedon molico o inmediatamente debajo de -  
el, los materiales edaficos incluyendo fragmentos  
gruesos de menos de 7.5 cm. de diametro, tienen -  
40% o mas de  $\text{CaCO}_3$  equivalente; y
5. Tienen un regimen de humedad Udico o un regimen de  
temperatura Cryico.

#### XEROLLS.

Otros Molisoles con un regimen de humedad Xerico o un  
regimen Aridico marginal al Xerico y no tienen regimen de  
temperatura Cryico.

#### BOROLLS.

Otros Molisoles que tienen un regimen de temperatua  
Frigido, Cryico o Pergeligo.

#### USTOLLS.

Otros Molisoles que tienen un regimen de humedad  
Ustico o un regimen Aridico marginal al Ustico o tienen  
dentro de los 150 cm. superiores o dentro de 50 cm. debajo  
de la base de un horizonte cambico o argilico:

- Un horizonte gypsico, o
- Un horizonte calcico, o
- Un horizonte ca con concentraciones de materiales -  
calcareos suaves puerulentos de formas esferoida--  
les o como recubrimientos de los agregados disemina--  
dos en las particulas del tamaño de la arcilla.

#### UDOLLS.

Otros Molisoles,

# **OXISOL .**

## **GENERALIDADES.**

### **A. CONCEPTO CENTRAL.**

Los Oxisoles estan caracterizados por el intemperismo extremo de minerales en areas tropicales; ellos no ocurren en el area continental de Estados Unidos (y Mexico). Los suelos estan principalmente sobre superficies de tierra estables que son del Pleistoceno temprano o tardio y comunmente ocurren sobre grandes localidades, en paisajes donde los materiales intemperizados podrian haber sido depositados. Los Oxisoles desarrollados en areas con un clima humedo y su presencia en areas secas sugiere cambios climaticos desde su formacion. La vegetacion presente varia ampliamente y esta relacionada al clima actual. Sin embargo, los Oxisoles tienden a ser rojos, muchos de los suelos rojos de los tropicos no son Oxisoles. La mayoria de estos suelos fueron fundamentalmente llamados Latosoles.

### **B. PROPIEDADES DOMINANTES DE LOS OXISOLES.**

Para la mayor parte de los Oxisoles tienen pocos rasgos caracteristicos y no tienen limites marcados de horizontes. Los suelos son mezclas de cuarzo, oxidos libres, caolin y materia organica. El suelo tiene un relativo alto contenido de materia organica o carbon organico; el contenido de arcilla es alto en todas partes, pero, disminuye con la profundidad, sin embargo no hay una clara distribucion normal de arcilla con la profundidad en los oxidos. La baja CIC disminuye con la profundidad, por el bajo contenido de materia organica con la profundidad. Los suelos son acidos y el Aluminio es comunmente el cation intercambiable mas abundante. La evolucion resultante en oxidos podria ser representada por la secuencia Entisol - Inceptisol - Alfisol - Ultisol - Oxisol. Los Oxisoles comunmente existen en paisajes donde los Ultisoles ocurren, sobre superficies jovenes que han sido sujetas a mayor erosion.



### C. DEFINICION DE OXISOLES.

Los Oxisoles son suelos minerales que:

1. Presenta uno de estos dos requerimientos
  - a) Tienen un horizonte oxico en alguna profundidad dentro de 200 cm. de la superficie del suelo; - (si un epipedon es de mas de 200 cm. de espesor pero esta inmediatamente subyacente por un horizonte oxico, el suelo es incluido en los Oxisoles) o
  - b) Tiene plintita que forma una fase continua dentro de 30 cm. de la superficie del suelo y el suelo esta saturado con agua dentro de esta profundidad durante alguna epoca del año; y
2. No tiene un horizonte espodico o argilico que descanse sobre el horizonte oxico.

### D. SUBORDENES DE OXISOLES.

#### AQUOX.

Oxisoles que tienen una o ambas de las siguientes características:

1. Plintita que forma una fase continua dentro de los 30 cm. desde la superficie del suelo mineral y el suelo se encuentra saturado con agua dentro de esta profundidad durante alguna epoca del año; o
2. Un horizonte oxico, ya sea que este saturado con agua en alguna epoca del año o se encuentre drenado artificialmente y que ademas tenga una (o ambas) - de las siguientes características asociadas con el exceso de humedad:
  - a) Un epipedon histico; o
  - b) Si no hay moteados, hay un chroma dominante de 2 o menos inmediatamente debajo de cualquier epipedon que tenga un value humedo de menos de 3.5. Si hay moteados definidos o prominentes -

dentro de los 50 cm. desde la superficie del suelo, el chroma dominante es 3 o menos.

TORROX.

Otros Oxisoles que tienen un regimen de humedad Torrico.

HUMOX.

Otros Oxisoles que:

1. Tienen 16 kilogramos de carbon organico dentro de los primeros 100 cm. de profundidad, con exclusion de la hojarazca organica superficial;
2. Tienen una saturacion de bases (por  $\text{NH}_4\text{OAc}$ ) como promedio ponderado de menos del 35%; y
3. Tienen un regimen de temperatura Isotermico, Termico o mas Frio.

USTOX.

Otros Oxisoles que tienen un regimen de humedad Ustico y un regimen de temperatura Isotermico, Termico o mas Calido.

ORTHOX.

Otros Oxisoles.

## SPODOSOL.

### GENERALIDADES.

#### A. CONCEPTO CENTRAL.

Los Spodosoles son los suelos mas extensivos en las regiones frias, humedas y perhumedas, pero tambien son encontrados en el tropico humedo. Las condiciones favorables para la formacion de Spodosoles son: arenas ricas en cuarzo y climas humedos con lavado intensivo. La mayoria de los Spodosoles se desarrollan bajo una vegetacion de bosques de coniferas. El rasgo mas caracteristico de los Spodosoles es la presencia de un horizonte espodico, un horizonte iluvial enriquecido con una mezcla de amorfos de materia organica activa y Aluminio con o sin Fierro. Los Spodosoles fueron llamados Podsoles en los anteriores sistemas de clasificacion de suelos de los Estados Unidos.

#### B. GENESIS Y PROPIEDADES DE LOS HORIZONTES ESPODICOS.

La genesis de los horizontes espodicos se cree que se relaciona con la precipitacion o la accion compleja de sesquioxidos (usada aqui para referir los componentes de Fierro y Aluminio). El movimiento descendente de particulas organicas en el agua precipitada en el horizonte espodico por los sesquioxidos moviles liberados en el intemperismo de minerales primarios o del ciclo de las plantas. Los horizontes espodicos se pueden formar en solamente pocos cientos de años, bajo condiciones ideales; algunos se formaron en algunos miles de años. La destruccion biologica de los horizontes espodicos tambien puede ser rapida en algunos suelos, si la caliza y los fertilizantes son usados.

En algunos sitios donde existen laminas de agua superficial, la migracion ascendente de los sesquioxidos y la materia organica por la capilaridad mejora la formacion del horizonte espodico. El horizonte espodico, sin embargo parece no desarrollarse en suelos que estan permanentemente saturados con agua.

En el campo los horizontes espodicos pueden ser reconocidos por su naturaleza arenosa, estructura poco desarrollada y color, el cual varia desde el cafe hasta el cafe amarillento o negro. El limite superior es usualmente abrupto y comunmente esta debajo de un horizonte ( $A_2$ ) albico, compuesto principalmente de revestimientos de granos de arena de cuarzo.

### C. DEFINICION DE SPODOSOLES.

Los Spodosoles son suelos minerales que tienen un horizonte espodico que tiene su limite superior dentro de los 200 cm. desde la superficie del suelo o tienen un horizonte placico, el cual es cementado por Fierro que descansa sobre un horizonte espodico, sobre un fragipan, y que presenta todos los requerimientos de un horizonte espodico excepto la profundidad y el indice de acumulacion.

### D. CRITERIO QUIMICO PARA HORIZONTES ESPODICOS.

La identificacion segura de un horizonte espodico se apoya sobre mediciones de laboratorio. El primer requerimiento concierne a la extension de desarrollo y presencia de materiales amorfos activos. El producto de miliequivalentes de la capacidad de intercambio cationico (CIC) menos del  $1/2$  de arcilla y el espesor de del horizonte espodico en cm. debe ser 65 o mas. Un horizonte iluvial con una CIC de 10, conteniendo el 4% de arcilla y con un espesor de 12 cm. tendra un criterio de profundidad de 96 cm. y de este modo se calificaria como un horizonte espodico. Por otra parte; un horizonte puede tener un valor de 65 o mas y no calificarse como espodico.

El segundo criterio quimico pretendido para establecer que los materiales amorfos son activos. El cual es: tienen una alta CIC, grandes superficies y alta retencion de agua. La fraccion de amorfos activos es extractable en pirofosfato de sodio de pH 10. El extracto de citrato de ditionita remueve las formas menos activas de los complejos de Aluminio y Fierro extraible dividido por el porcentaje de citrato de ditionita de Aluminio y Fierro extraible debe ser igual o menor de 0.5.

Tercero, los horizontes espodicos deben presentar el criterio basado sobre el contenido de Fierro como sigue:

1. Si el Fierro extraible es 0.1% o mas;

$$\frac{\% \text{ de Fe extr.} + \% \text{ de Al extr.}}{\% \text{ de arcilla}} = 0.2 \text{ o mas}$$

2. Si el Fierro extraible es menos del 0.1%;

$$\frac{\% \text{ de Al extr.} + \% \text{ de carbon extr.}}{\% \text{ de arcilla}} = 0.2 \text{ o mas}$$

#### E. SUBORDENES DE SPODOSOLES.

##### AQUODS.

Spodosoles que tienen un regimen de humedad Acuico y/o estan artificialmente drenados y poseen una o mas de las siguientes características asociadas con el exceso de humedad:

1. Un epipedon histico
2. Moteados en un horizonte albico o en la parte superior del horizonte espodico.
3. Un duripan en el horizonte albico.
4. Si no hay Fierro y Manganeso libre o si el value - (humedo) es inferior a 4 en la parte superior del horizonte espodico, entonces debe cumplir con uno de los siguientes requisitos:
  - a) Tienen cualquier color si no hay recubrimientos de oxidos de Fierro sobre los granos individuales de limo y arena en el horizonte espodico o inmediatamente debajo de él. No importa si el - value (humedo) es 4 o mas, o

b) Tienen moteados de Hierro y Manganeso, finos o medios, en los materiales inmediatamente debajo del horizonte espodico.

5. Un horizonte placico que descansa sobre un fragi--pan o sobre un horizonte espodico o bien sobre un horizonte albico ubicado sobre un espodico, pero - que el placico no se encuentra dentro del espodico

#### FERRODS.

Otros Spodosoles que tienen un horizonte espodico en el cual la relacion Hierro libre (por ditionito citrato)/Carbono (ambos en forma elemental) es 6 o mas en todos las subhorizonte.

#### HUMODS.

Otros Spodosoles que tienen un horizonte espodico, en el cual algun subhorizonte, que este presente en mas de la mitad de cada pedon, tienen una relacion Hierro libre/Carbono  $< 0.2$ .

#### ORTHODS.

Otros Spodosoles.

# ULTISOL.

## GENERALIDADES.

### A. CONCEPTO CENTRAL.

Los Ultisoles son suelos de las latitudes medias a bajas; tienen horizonte argilico y baja saturacion de bases. Los regimenes de temperatura son Mesico o Calido y los regimenes de humedad del suelo son Acuico, Udico, Ustico o Xerico. La vegetacion nativa son bosques. Mas especificamente los Ultisoles tienen:

1. Horizontes argilicos
2. Saturacion de bases de menos del 35% a 180 cm. debajo de la superficie del suelo o 125 cm. debajo - del limite superior del horizonte argilico.
3. Regimenes de temperatura del suelo Mesico o Calido

Si la plintita esta presente no forma una fase continua dentro de 30 cm. de la superficie del suelo.

Los Ultisoles son relacionados con y encontrados en paisajes con Alfisoles, donde los Alfisoles representan suelos jovenes. Los Ultisoles son relacionados con oxidos y son encontrados donde los Oxisoles representan suelos viejos. Los Ultisoles fueron considerados principalmente Rojo - Amarillos Podsolicos en los anteriores sistemas de clasificacion de los Estados Unidos.

### B. PROPIEDADES DOMINANTES DE LOS ULTISOLES.

Los Ultisoles son intensamente intemperizados y lavados. El horizonte argilico esta bien desarrollado y es espeso. La baja capacidad de intercambio refleja el bajo contenido de materia organica y la baja CIC de la caolinita y arcillas oxidadas en la fraccion arcilla. La caolinita, gypsite, aluminio intercalado de minerales de

arcilla y arcillas oxidadas son comunes en la fraccion arcilla. La saturacion de bases es baja y disminuye con la profundidad del suelo. La alta saturacion de bases en las capas superficiales refleja el ciclo de bases por la saturacion. El Aluminio extractable es alto en muchos Ultisoles, y horizontes argilicos deficientes en Calcio son comunes. Los Ultisoles estan generalmente bien abastecidos de agua para la agricultura, pero la principal deficiencia es de nutrientes para las plantas. La liberacion de bases por intemperismo es igual o menor que la remocion por lixiviacion y normalmente la mayoria de las bases son retenidas en la vegetacion y en la superficie a pocos centimetros del suelo. La agricultura esta cambiando el metodo de cultivo donde los fertilizantes no son usados. La morfologia de un Ultisol es similar a la de muchos Alfisoles. Esto es esperado, ya que la mayor diferencia entre los suelos de los dos ordenes es el grado de intemperismo y la saturacion de bases.

### C. DEFINICION DE ULTISOLES.

Los Ultisoles son los suelos minerales que:

1. No tienen lenguas de materiales albricos en el horizonte argilico que tienen dimensiones verticales - de 50 cm. aproximadamente si hay mas del 10% de minerales intemperizados en la fraccion de 20 a 200 - micrones, pero tienen una de las siguientes combinaciones de características:
  - a) Tienen un horizonte argilico, pero sin un fragipan y tienen una saturacion de bases (por suma de cationes)  $< 35\%$  dentro de las siguientes profundidades:
    - I. Si el horizonte argilico tiene en alguna parte un hue 5YR o amarillento o un value humedo de 4 o mas, o un value seco que es mas de una unidad mayor que el value humedo la mas superficial de las siguientes:
      - Ia. 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico;
      - Ib. 180 cm. debajo de la superficie del suelo; o
      - Ic. Inmediatamente sobre un contacto litico o pa



nalitico;

- II. Si el horizonte argilico tiene algun otro color o si el epipedon tiene una clase de tamaño de particula esqueleto-arenoso a todo lo largo , la profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico o 180 cm debajo de la superficie del suelo, o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, si estos son superficiales;

b) O tiene un fragipan que:

- I. Presenta todos los requerimientos de un horizonte argilico, o tienen cuticulas de arcilla de  $> 0.1$  cm. de espesor en alguna parte, o esta debajo de un horizonte argilico; y
- II. Tiene la saturacion de bases (por suma de cationes)  $< 35\%$  a una profundidad de 75 cm. de bajo del limite superior del fragipan o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, el cual es superficial;

2. Tienen un regimen de temperatura Mesico, Isomesico o Calido;
3. No tienen un horizonte espodico, y no tienen un horizonte oxico a menos de que este debajo de un horizonte argilico; y
4. No tiene plintita que forma una fase continua dentro de los 30 cm. de la superficie del suelo.

#### D. LIMITE ENTRE ULTISOLES Y SUELOS DE OTROS ORDENES.

La definicion de Ultisoles debe proporcionar el criterio para separar los Ultisoles de los suelos de los demas ordenes. El conjunto de estos criterios define los limites de los Ultisoles en relacion a los demas tipos de suelos conocidos.

1. Para distinguir Ultisoles de Alfisoles, los Ultisoles deben tener todas las siguientes caracteristicas:

- a) Tienen un regimen de temperatura Mesico, Isomesico o Calido;
  - b) Tienen una saturacion de bases (por suma de cationes) < 35% sobre las siguientes profundidades
    - I. Si hay fragipan y el horizonte argilico tiene en alguna parte un hue 5YR o amarillento o un value humedo de 4 o mas, o un value seco que es mas de una unidad mayor que el value humedo la mas superficial de
      - Ia. 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico;
      - Ib. 180 cm. debajo de la superficie del suelo; o
      - Ic. Inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico;
    - II. Si no fragipan y el horizonte argilico no tiene el color especifico o si el epipedon tiene una clase de tamaño de particula esque leto-arenoso en todas partes, la suaturacion de bases (por suma de cationes) a una profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argilico o 180 cm debajo de la superficie del suelo, o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, si estos son superficiales;
    - III. Si esta un fragipan, el superficial de:
      - IIIa. 75 cm. debajo del limite superior del fragipan, o
      - IIIb. inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico; y
  - c) No tienen lenguas de materiales albicos en el horizonte argilico que tiene dimensiones verticales de 50 cm. aproximadamente si hay mas del 10% de minerales intemperizados en la fraccion de 20 a 200 micrones.
2. Para distinguir Ultisoles de Aridisoles, los Ultisoles no deben tener un regimen de humedad del suelo Aridico, deben tener un regimen de temperatura del suelo Mesico, Isomesico o Calido, y deben tener una de las siguientes:

- a) Tienen un horizonte argilico pero no un fragi--pan y tienen la saturacion de bases (por suma - de cationes)  $< 35\%$  a una profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argili co, 180 cm. debajo de la superficie del suelo, o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, el cual es superficial; o
  - b) Tienen un fragipan que:
    - I. Presenta todos los requerimientos de un hori zonte argilico, o tienen cuticulas de arcilla de  $> 0.1$  cm. de espesor en alguna parte, o esta debajo de un horizonte argilico; y
    - II. Tiene la saturacion de bases (por suma de ca tiones)  $< 35\%$  a una profundidad de 75 cm. de bajo del limite superior del fragipan o inme diatamente sobre un contacto litico o paralitico, el cual es superficial;
3. Para distinguir Ultisoles de Entisoles e Inceptiso les, los Ultisoles deben tener una de las siguien tes:
- a) Un horizonte argilico que no es enterrado;
  - b) Un fragipan que presenta todos los requerimien tos de un horizonte argilico, o que tienen cuti culas de arcilla de  $> 0.1$  cm. de espesor en alguna parte, o que estan debajo de un horizonte argilico.
4. Para distinguir Ultisoles de Histosoles, los Ulti soles deben presentar la definicion de suelos mine rales.
5. Para distinguir Ultisoles de Molisoles, los Ultiso les deben tener una las siguientes:
- a) Tienen un horizonte argilico pero no un fragi--pan y tienen la saturacion de bases (por suma - de cationes)  $< 35\%$  a una profundidad de 125 cm. debajo del limite superior del horizonte argili co, 180 cm. debajo de la superficie del suelo, o inmediatamente sobre un contacto litico o paralitico, el cual es superficial; o

- b) Tienen un fragipan que:
- I. Presenta todos los requerimientos de un horizonte argílico, tienen cutículas de arcilla de  $> 0.1$  cm. de espesor en alguna parte, o - esta debajo de un horizonte argílico; y
  - II. Tiene la saturación de bases (por suma de cationes)  $< 35\%$  a una profundidad de 75 cm. de bajo del límite superior del fragipan o inmediatamente sobre un contacto lítico o paralítico, el cual es superficial;
6. Para distinguir Ultisoles de Oxisoles, los Ultisoles no deben tener cualquiera de las siguientes:
- a) Un horizonte oxico subyacente al horizonte argílico; o
  - b) Plintita formando una fase continua dentro de - los 30 cm. de la superficie del suelo.
7. Para distinguir Ultisoles de Spodosoles, los Ultisoles no deben tener un horizonte espodico sobre - el horizonte argílico.
8. Para distinguir Ultisoles de Vertisoles, los Ultisoles deben presentar uno o mas de los siguientes requerimientos:
- a) Tienen  $< 30\%$  de arcilla en algun subhorizonte - dentro de 50 cm. de la superficie despues que - el suelo superficial ha sido mezclado a una profundidad de 18 cm.
  - b) No tienen grietas que abran hacia la superficie o hacia la base de una capa arada o costra superficial y tan anchas como 1 cm. en o debajo - de una profundidad de 50 cm. en la mayoria de - los años; o
  - c) No tienen gilgai, ni slikensides bastantes cerradas para cruzarse y no tienen agregados estructurales en forma de cuña que tienen sus - ejes alargados una inclinación de  $10^\circ$  a  $60^\circ$  - de la horizontal.

## E. SUBORDENES DE ULTISOLES.

### AQUULTS.

Ultisoles saturados con agua en alguna época del año o drenados artificialmente y que poseen rasgos asociados con el exceso de humedad como:

- Moteados, o
- Concreciones de Hierro y Manganeso > 0.2 cm. de diámetro
- Chroma humedo de 2 o menos, inmediatamente debajo - de un Ap o A<sub>1</sub> con value en humedo y amasado < 3.5; y ademas una o mas de las siguientes caracteristicas:
  1. Chroma dominante en humedo de 2 o menos en los recubrimientos sobre las caras de los agregados y en los moteados dentro de los mismos, o
    - Chroma dominante de 2 o menos en la matriz del horizonte argilico y moteados de chroma superior (si el hue es mas rojo que 10YR debido a que los materiales parentales permanecen rojos despues de la extraccion con citrato ditionita, el requereamiento de bajo chroma se elimina);
  2. Chroma en humedo de 1 o menos en las superficies - de los agregados o en la matriz del horizonte argilico; o
  3. Hue dominante de 2.5Y o 5Y en la matriz del horizonte argilico y moteados definidos o prominentes. Ademas un regimen de temperatura del suelo Termico Isotermico o mas Calido.

### HUMULTS.

Otros Ultisoles que tienen una o ambas de las siguientes caracteristicas:

1. 0.9% o mas de carbon organico en los 15 cm. superiores del horizonte argilico; o

2. 12 kilogramos o mas de carbon organico por metro - cuadrado en el suelo hasta una profundidad de 100 cm. debajo de la superficie del suelo mineral, con exclusion de cualquier horizonte O que este presente.

UDULTS.

Otros Ultisoles que tienen un regimen de humedad Udico.

USTULTS.

Otros Ultisoles que tienen un regimen de humedad Ustico.

XERULTS.

Otros Ultisoles que tienen un regimen de humedad Xerico.

# **VERTISOL .**

## **GENERALIDADES.**

### **A. CONCEPTO CENTRAL.**

El concepto central de los Vertisoles es, suelos arcillosos con profundidad, amplias grietas durante alguna vez en el año. La palabra Vertisol se deriva de la palabra "verto" que significa vertir. La repetida expansión y contracción con la humedad y el desecado causa a los Vertisoles el ser invertidos lentamente. Dos condiciones se requieren para su desarrollo y son:

1. Material parental alto en contenido de arcilla expandible o rocas intemperizadas formadoras de material parental rico en arcilla expandible,
2. La alterna humedad y desecación del suelo.

### **B. GENESIS Y PROPIEDADES DE LOS VERTISOLES.**

Algunas veces sobre los 100 cm. de profundidad se desarrollan amplias grietas durante la época seca. Secos los materiales del suelo caen dentro de las grietas. Casi todas las lluvias después de la época seca pueden moverse rápidamente para el fondo de las grietas y el suelo entonces húmedo desde el fondo hacia arriba, sin embargo este puede humedecer de la superficie hacia abajo. La expansión durante la humedad ejerce presión en todas direcciones y causa que el suelo se mueva horizontalmente y hacia arriba. El desigual desecado del suelo desde el fondo y acompañado del movimiento del suelo resulta en la formación de agregados en forma de cuña o poliedros. La superficie de los poliedros es pulida debido al movimiento del suelo y son llamados "slikensides".

La superficie de material del suelo que cae dentro de las grietas profundas causa un movimiento descendente de la superficie del suelo. La presión creada durante la expansión causa un movimiento ascendente y lento del suelo entre las grietas. El resultado es un microrelieve de depresiones alternadas y acanaladas. El microrelieve es

llamado "gilgai". El suelo en las depresiones puede ser de color negro a una profundidad de tanto como 200 cm., mientras el suelo sobre los canales cercanos adyacentes es cafésoso o café amarillento. Los campos arados causan un color modelo relacionado con el relieve. Pues de la lenta agitación de los suelos son llamados "tragados por si mismos".

Las estaciones secas y húmedas alternadas son necesarias para el desarrollo de los Vertisoles, y la vegetación nativa sobre la mayor parte de ellos fueron pastos. Algunos Vertisoles sostienen arboles. Arbustos de desierto fueron vegetación nativa sobre Vertisoles que se desarrollaron en cuencas desérticas que reciben en ocasiones corrientes de agua. El material parental incluye arcillas marinas, esquistos, roca caliza, yeso y basalto. Los Vertisoles han sido previamente llamados Grumosoles y Rendzinas en los Estados Unidos. En otros países son referidos por muchos nombres incluido Tirs, Black Cotton, Tierras Negras y Regur.

Los Vertisoles son suelos minerales en regiones con régimen de temperatura Calido o Mesico que tienen:

1. 30% o mas de arcilla en todos los horizontes a una pofundidad de 50 cm. o mas.
2. Grietas de por lo menos 1 cm. de ancho en los 50 - cm. de profundidad durante una epoca del año.
3. Estructura en forma de cuña en el subsuelo, cuya - longitud corta pendientes de 10° a 60° de la hori zontal.
4. El gilgai, o en alguna profundidad entre 25 y 100 cm., slikenides o peds estructurales es forma de cuña.

En el tragado por si mismo, natural de los Vertisoles resultan perfiles que son completamente homogéneos verticalmente; sin embargo, los suelos son cíclicos y cambian horizontalmente. El rango de contenido de arcilla en los Vertisoles es de 30 a 80%. El tipo de arcilla que domina es la montmorillonita. El contenido de materia orgánica disminuye con el aumento de la profundidad. El cual puede ser asociado con pequeño cambio de color. El



color negro del suelo humedo puede ocurrir hasta una profundidad de 100 cm. en microdepressiones. Sobre micromonticulos, como se comparo para microdepressiones, los horizontes "A" son muy delgados y ligeros en color, y el color cambia mas rapidamente con la profundidad.

Hay alta capacidad de intercambio cationico, reflejado por el alto contenido de arcilla y la alta capacidad de intercambio de la arcilla montmorillonitica. La disminucion gradual en la capacidad de intercambio cationico con la profundidad esta asociado con la disminucion del contenido de materia organica. La impermeabilidad de la base del material parental y la poca o limitada precipitacion evitan la remocion de carbonato de calcio. Hay evidencia de algun movimiento descendente del carbonato. El carbonato de Calcio obtenido en todos los horizontes es alto, reflejando el alto contenido de caliza en el material parental.

La densidad de volumen entre grietas es alto, y es de 2 gr/cm<sup>3</sup> en algunos casos. La estructura de la superficie del suelo varia amplimente. Algunos Vertisoles tienen una superficie de paja de granulos finos y medios que es de 5 a 19 cm. de espesor. Aun cuando es distribuida por las labores de cultivo, la paja puede formarse de nuevo en un ciclo de humedad y secado simple. Otros Vertisoles tienen horizontes superficiales con estructura mesiva y son muy duros cuando secos. El tipo de estructura superficial es muy importante para las operaciones de labranza, especialmente para la preparacion del semillero.

### C, DEFINICION DE VERTISOLES.

Los Vertisoles son suelos minerales que tienen un regimen de temperatura del suelo Mesico, Isomesico, o Calido; que no tienen un contacto litico o paralitico u horizonte petrocalcico o duripan dentro de los 50 cm. superiores; que despues de que el suelo superior hasta una profundidad de 18 cm. ha sido mezclado, tienen 30% o mas de arcilla en todos los horizontes inferiores a una profundidad de 50 cm. o mas; que en algun periodo en la mayoria de los años tienen grietas que estan abiertas hasta la superficie o hasta la base de la capa arada o una corteza superficial y que son de por lo menos de 1 cm. de anchas a una profundidad de 50 cm. a menos de que el suelo sea irrigado; y que tienen una o mas de las siguientes características:

1. Gilgai;
2. En alguna profundidad entre 25 y 100 cm., slikeni-  
des bastante cerradas para cruzarse; o
3. En alguna profundidad entre 25 y 100 cm., agrega-  
dos estructurales es forma de cuña (esferoides), -  
cuyos ejes alargados estan inclinados de 10° a 60°  
de la horizontal.

#### D. SUBORDENES DE VERTISOLES.

##### XERERTS.

Vertisoles que tienen un regimen de temperatura Termico, Mesico, o Frigido, y a menos que el suelo se encuentre bajo riego:

1. Tienen grietas que se abren y cierran una vez por año y que se mantienen abiertas por 60 dias consecutivos o mas en los 90 dias siguientes al solsticio de verano. Esto ocurre en mas de 7 años de cada 10, y
2. Las grietas estan cerradas por 60 dias consecuti-  
vos o mas durante 90 dias siguientes al solsticio  
de invierno.

##### TORRETS.

Otros Vertisoles que en la mayoria de los años, a menos que se encuentren bajo riego; tienen grietas que se mantienen abiertas a lo largo del año o que se cierran por menos de 60 dias consecutivos, cuando la temperatura del suelo a una profundidad de 50 cm., esta continuamente por encima de los 8°C.

##### UDERTS.

Otros Vertisoles con grietas que se abren y se cierran mas de una vez a lo largo del año en la mayoria de los años, pero que no permanecen abiertas por un tiempo de 90 dias o mas en forma acumulativa.

##### USTERTS.

Otros Vertisoles.

## CONCLUSIONES.

En la Republica Mexicana con su vasto territorio en donde se cuenta con una gran superficie de tierra de labor o laborables, grandes extensiones cubiertas de pastizales, una amplia area forestal, asi como de abundantes recursos escenicos y recreativos, no siempre se tiene un manejo adecuado de los recursos, y basta citar la erosion del suelo como un ejemplo que exprece la magnitud del problema del uso y manejo de los recursos.

Un Sistema de Clasificacion de suelos no es solamente un esquema o criterio temporal para evaluar o censar el recurso suelo, sino que constituye toda un metodologia cientifica para: a) organizar el conocimiento; b) transferir informacion; c) comunicar y d) crear un archivo de informacion. Lo cual constituyen los factores indispensables para la planeacion y produccion agropecuaria nacional.

La Republica Mexicana cuenta con una superficie de 1'967,180 Km<sup>2</sup>, en donde se tiene lo siguiente:

Superficie laborable	30'000,000 Has.
Superficie con pastizales en llanuras y lomerios.	16'500,000 Has.
Superficie con pastos en tierras ceniles.	69'000,000 Has
Superficie forestal	66'000,000 Has.
Superficie no aprovechables para la agricultura pero abierta al cultivo.	14'900,000 Has.

Del la superficie total del pais 71.0 millones de hectareas (35%) son tierras planas con pendientes menores del 10%; 67.5 millones de hectareas (34.5%) corresponden a terrenos cuyas pendientes fluctuan entre el 10% y el 25% y 56.9 millones de hectareas (29.5%) son de tierras muy accidentadas con pendiente mayores del 25%.

De acuerdo al mapa de Ordenes de suelos anexo. En la Republica Mexicana se tienen los siguientes Ordenes de suelos y la superficie en Kilometros cuadrados que cubre cada uno de ellos:

ANDISOLES	30,971.83 Km.
ALFISOLES	114,359.02 Km.
ARIDISOLES	385,854.26 Km.
ENTISOLES	737,570.08 Km.
INCEPTISOLES	151,706.31 Km.
MOLISOLES	330,587.49 Km.
ULTISOLES	57,638.82 Km.
VERTISOLES	143,068.61 Km.
CUERPOS DE AGUA	15,423.88 Km.

## BIBLIOGRAFIA

- Abletner, J.K. (1949). Soil Classification in the United States. Soil Sci. vol. 67.
- Allende, R. y Ballona, E. (1979). Criterios para la - Modificación del Sistema FAO-UNESCO de Clasificación de Suelos. Memoria del XVII Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. - Mexico, D.F.
- Aubert, G. (1980). La Edafología. Ed. Oikos-Tau, S.A. Barcelona, España.
- Baldwin, M.; C. Kellogg y J. Thorp. (1938). Soil Classifications in Soils and Men, Yearbook of Agriculture. Govt. Printing Office, Washington, D.C.
- Barrera, A. (1859). El Repertorio Pintoresco de Yucatan. Ed. El Periquito. Merida, Yucatan.
- Bennet, H. y Allison R.V. (1928). Los Suelos de Cuba. Ministerio de Agricultura de Cuba. La Habana, Cuba.
- Buol, S.; F.D. Hole y R.J. Mc. Craken. Genesis y Clasificación de Suelos. Ed. Trillas. Mexico, D.F.
- Cline, M. (1949). Basic Principles of Classifications Soil Sci. vol. 67.
- Cline, M. (1961). The Changing Model of Soil. Soil - Sci. Soc. Amer. Proc. vol. 25.
- Descartes, R. (1636). El Recurso del Metodo. Col. Sepan Cuantos. Ed. Porrúa Hnos. Mexico, D.F.

- Heywood, V. (1968). La Clasificación de las Ciencias Biológicas. Monografía No. 12, Serie Biología, O.E.A. Washington, D.C.
- Kellogg, C. Why a New System of Soil Classification. Soil Sci. vol. 96.
- Knox, E. (1965). Soil Individual and Soil Classifications. Soil Sci. vol. 29.
- Lores, R. (1973). Principios de Taxonomía y Cartografía de Suelos. Colección Científica. Tomo XI, INTA, Buenos Aires, Argentina.
- Lores, R. Principios de Taxonomía y Cartografía de Suelos, INTA, Buenos Aires, Argentina. 1978
- Macías, V. (1954). La Clasificación de Suelos de México. En la Revista de Ingeniería Hidráulica en México. S.R.H. México, D.F.
- Macías, V. (1960). Los Suelos de la República Mexicana. Ed. Especial de la Dirección General de Agrología, S.R.H. México, D.F.
- Malagón, R. Taxonomía de Suelos. Notas de Clases. Instituto Geográfico Agustín Cadagay. Colombia 1978.
- Marbut, C.F. (1927). A Echeme for Soil Classification Proc. Intern. Soil Sci. 1st Congr.
- Marbut, C.F. (1935). Soils of the United States. Atlas of American Agriculture. U.S. Department of Agriculture. Washington, D.C.
- Miramontes L. y Topete, A. (1986). Genesis de los Horizontes de Diagnostico de la Taxonomía de Suelos. Apuntes de Clase, Fac. de Agricultura. U. de G. México.

- Oribe de Alba, A. (1941). Los Recursos Hidraulicos en Mexico. En Revista de Ingenieria Hidraulica en Mexico. S.R.H. Mexico, D.F.
- OrtizMonasterio, R. (1956). Los Recursos Agrologicos de la Republica Mexicana. Revista de Ingenieria Hidraulica en Mexico. S.R.H. Mexico, D.F.
- Papadakis, P. (1960). Los Suelos. Ed. Albatros. Buenos Aires, Argentina.
- Riecken, F. y Smith G. (1949). Lower Categories of - Soil Classification: Family, Series, Types and Phases. Soil Sci. vol. 67.
- Rooney, D. (1959). Ideas Underlying Soil Sistematic Foreing Scientific Publ. Dep. of National Center for Scientific, Tecnical and Economic Information. Warsew, Pol.
- Sahagun, B. (1602). Relaciones de las Cosas de los Indios en la Nueva Espa#a. Universidad Nacional Autonoma de Mexico. Mexico, D.F.
- Segalen, P. (1984). Le Clasificacions des Sols. Ed. - Toray-Masson et son. Paris, Francia.
- Simonson, R.W. (1959). Outline of a Generalized Theory of Soil Genesis. Soil Sci. Soc. Amer. Proc vol. 23.
- Simonson, R.W. (1963). Soil Classification in the United States. Science 137.
- Simonth, R. (1964). The Process of Soil Formations in Soil Taxonomy and Pedology. Ed. Elsevier. New York, U.S.A.

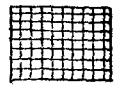
- Smith, G. (1963). Objectives and Basic Assumptions of the New Soil Classification System. Soil Sci. vol. 96.
- Soil Survey Staff (1960). Soil Classification a Comprehensive System (7th. Approximation). USDA Soil Conservation Service, U.S. Govt. Print Off. Washington, D.C.
- Soil Survey Staff (1967). Supplement to the Soil Classification System (7th. Approximation). - USDA. Soil Conservation Service, U.S. Govt Print Off. Washington, D.C.
- Soil Survey Staff (1980). Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 4 Cornell University, New York, USA.
- Soil Survey Staff (1987) Keys to Soil Taxonomy. SMSS Technical Monograph No. 6 Cornell University, New York, USA.
- Thorp, J. y Smith, G. (1949). Higher Categories of Soil Classifications: Order, Suborder and Great soil groups. Soil Sci. Vol. 67.
- U.S.D.A. (1975) Soil Taxonomy: A Basic System of Classification for Making and Interpreting Soil Survey. Soil Conservation Service. - USA, Washington, D.C.
- Whitney, M. (1909). Field Operations of Division of Soils, Department of Agriculture as the USA. Government Printing Office. Washington D.C.



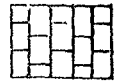
**ANEXO  
CARTOGRAFICO**

1/2000

LEYENDA GENERAL DE LOS SIMBOLOS UTILIZADOS EN LAS FIGURAS



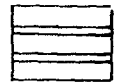
ALBICO



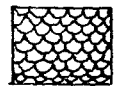
ANDICO



ARGILICO



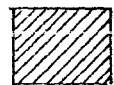
CAMBICO



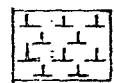
HISTICO



MOLICO



OCHRICO



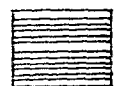
OXICO



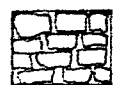
PLAGGEN



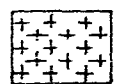
SPODICO



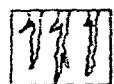
SULFURICO



ROCA CALIZA



AGUA



GRIETAS

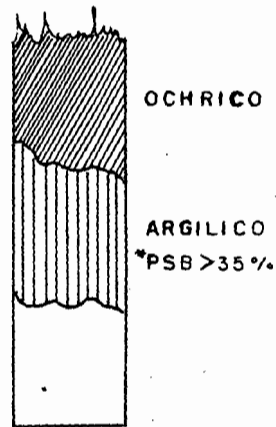


LITICO

CONTINUACION

Ac	ACUICO	REGIMENES DE HUMEDAD
Ar	ARIDICO	
Torr	TORRIDO	
Ud	UDICO	
Us	USTICO	
Xe	XERICO	
Cy	CRUICO	REGIMENES DE TEMPERATURA
F	FRIGIDO	
IF	ISOFRIGIDO	
M	MESICO	
IM	ISOMESICO	
T	TERMICO	
IT	ISOTERMICO	
IHT	ISOHIPERTERMICO	
Pg	PERGELICO	

# ALFISOL



Ac



AQUALFS

Ud Cy  
 F



BORALFS

Ud M  
 IM



UDALFS

Us T  
 IT



USTALFS

Xe T  
 M

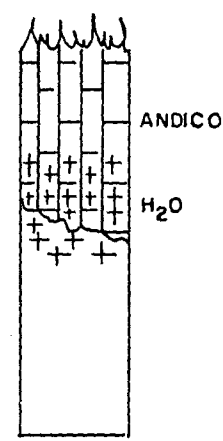
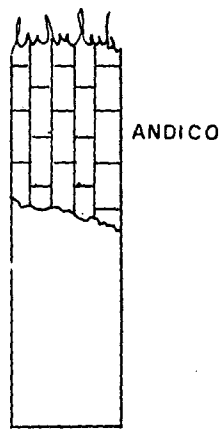


XERALFS

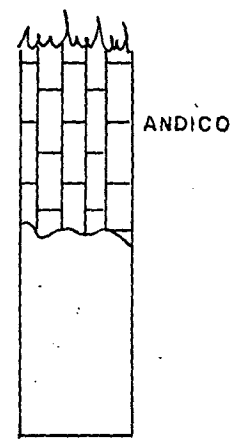
\*PORCIENTO DE SATURACION DE BASES.

FIGURA No. II

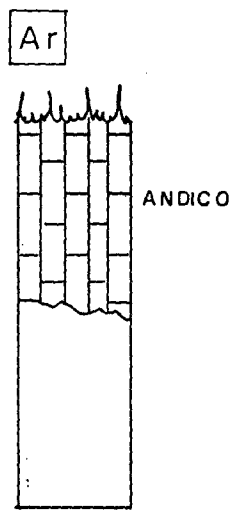
# ANDISOL



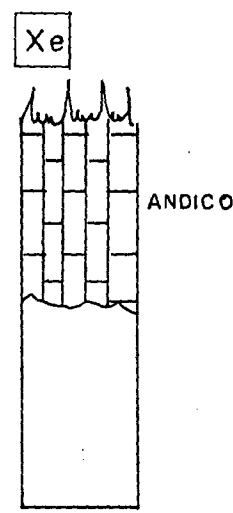
AQUANDS



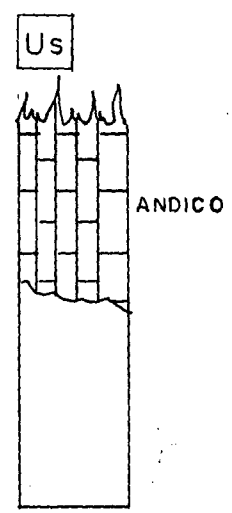
BORANDS



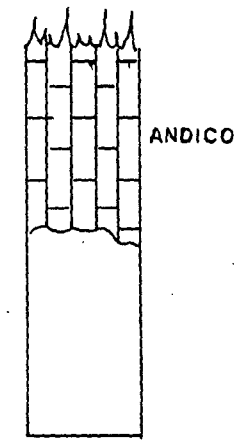
TORRANDS



XERANDS



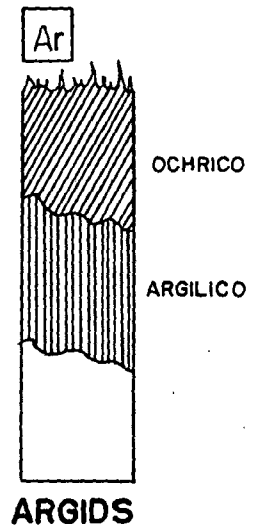
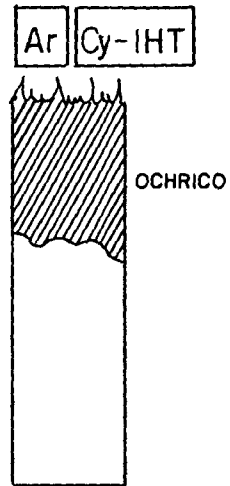
USTANDS



UDANDS

FIGURA No. 12

**ARIDISOL**



**FIGURA No. 13**

# ENTISOL



Ac



ARENAS FINAS

H<sub>2</sub>O

AQUENTS

Ud  
Xe



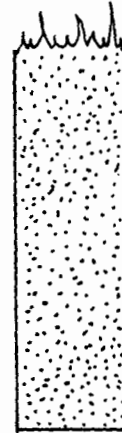
ARENAS FINAS

ARENENTS



ARENAS FINAS EN CAPAS

FLUVENTS



ARENAS GRUESAS

PSAMMENTS

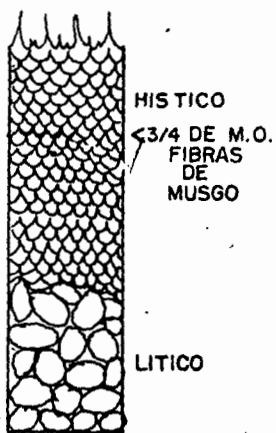
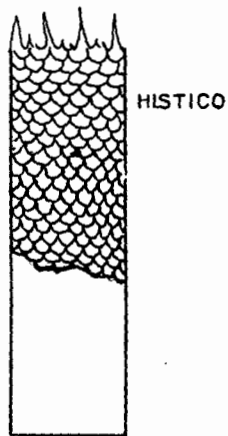


LITICO

ORTHENTS

FIGURA No.14

# HISTOSOL



FOLISTS



FIBRISTS



HEMISTS

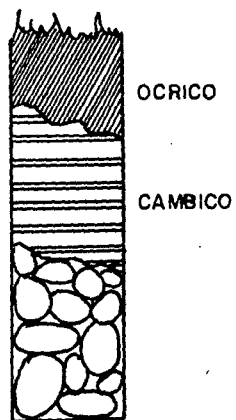


SAPRISTS

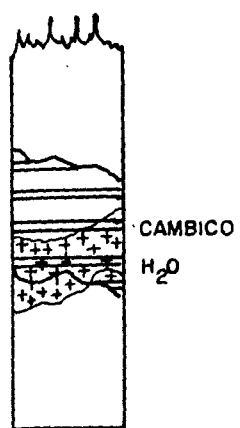
FIGURA No. 15



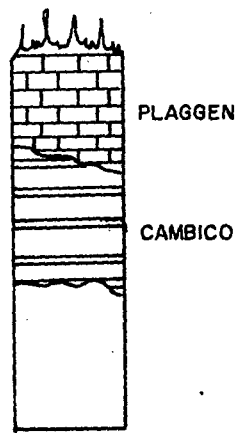
# INCEPTISOL



Ac

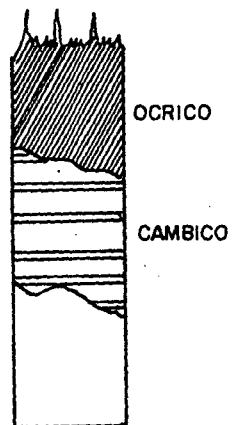


AQUEPTS



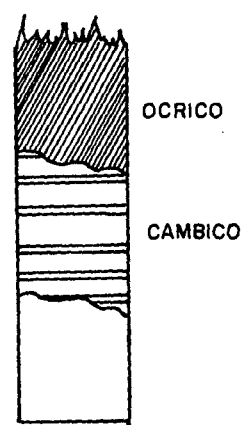
PLAGGEPTS

Ud Us IM

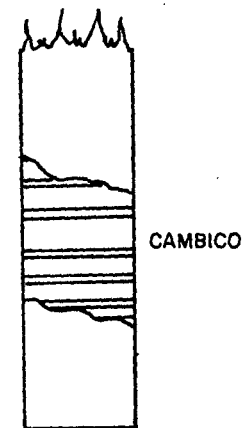


TROPEPTS

M IM



OCHREPTS



UMBREPTS

FIGURA No. 16

# MOLISOL

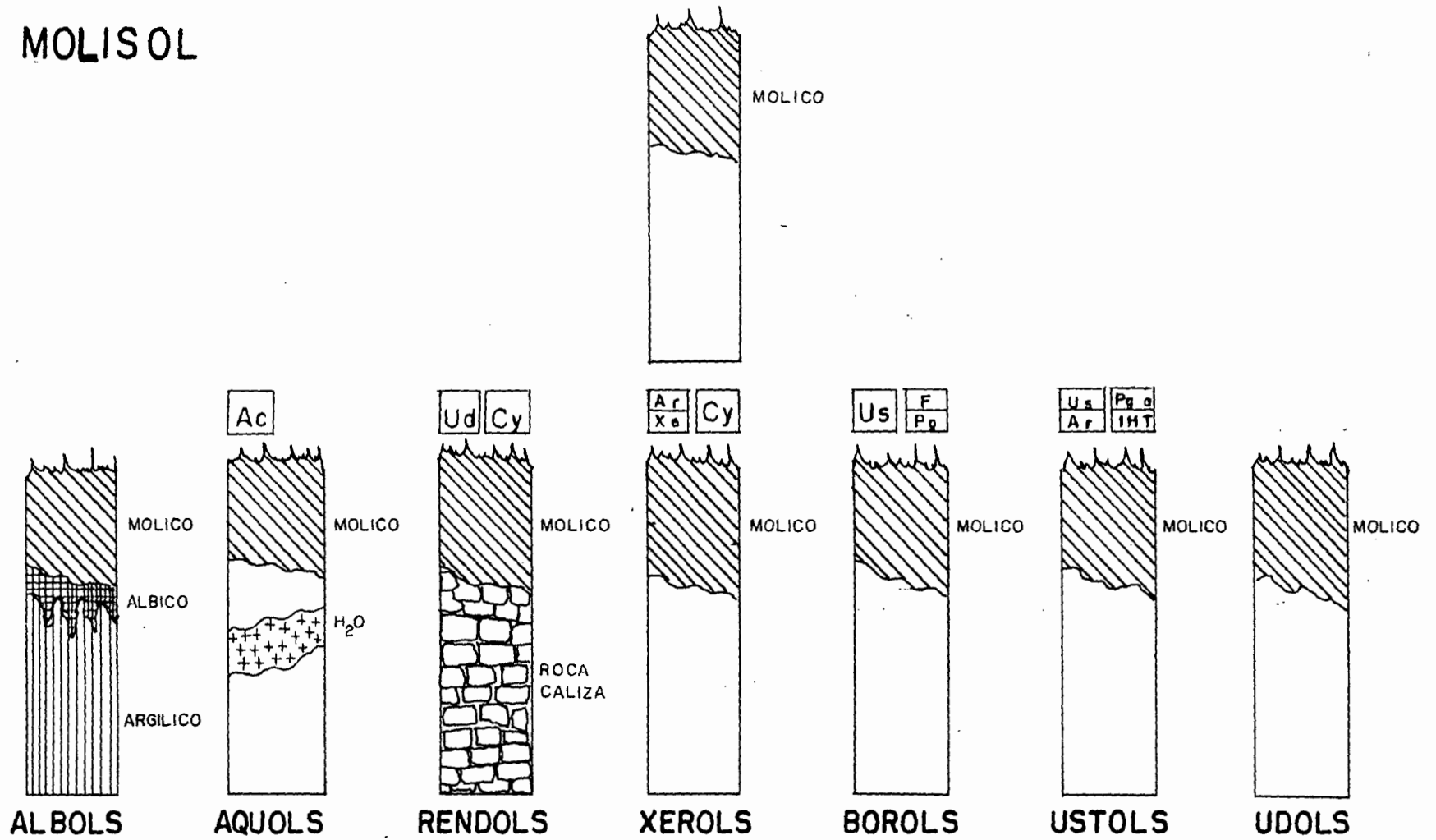


FIGURA No. 17

# OXISOL

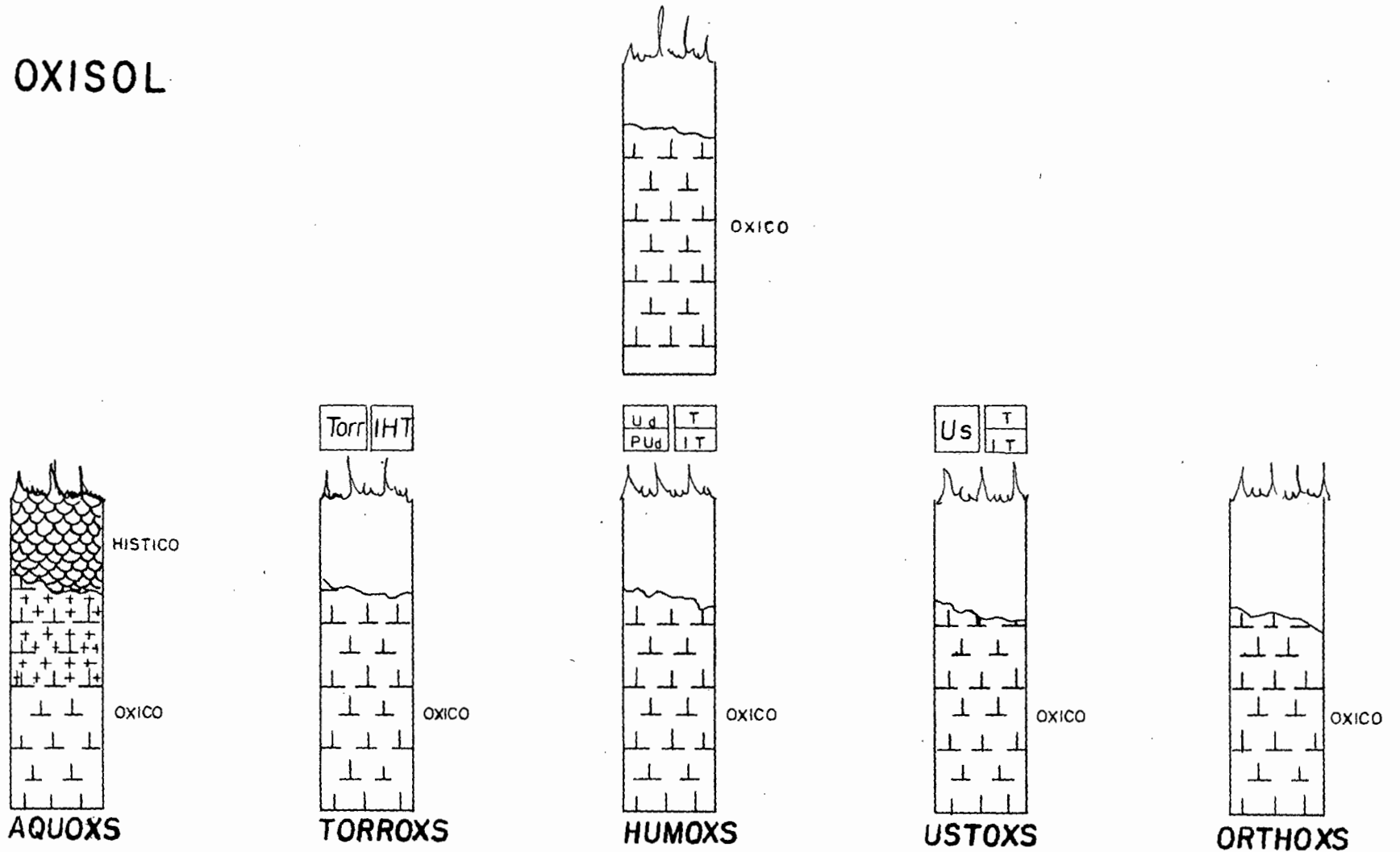


FIGURA No. 18

# SPODOSOL

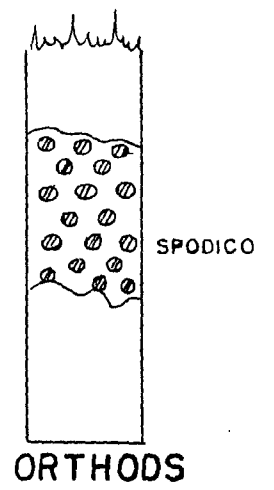
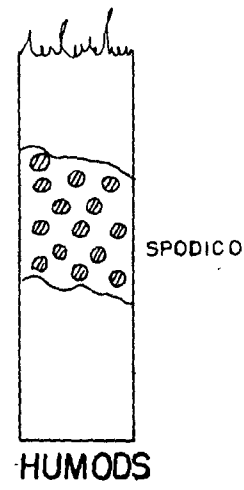
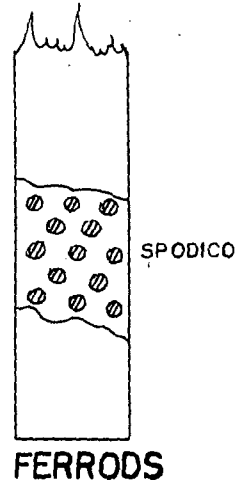
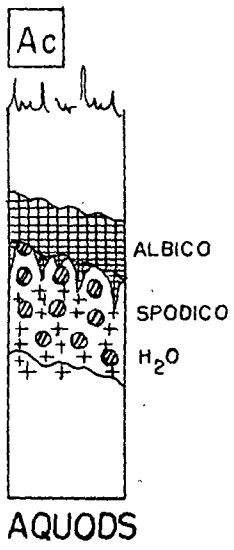
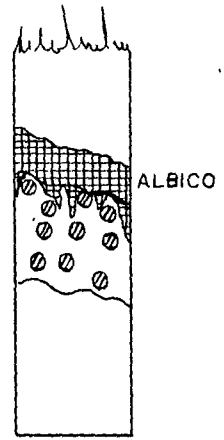
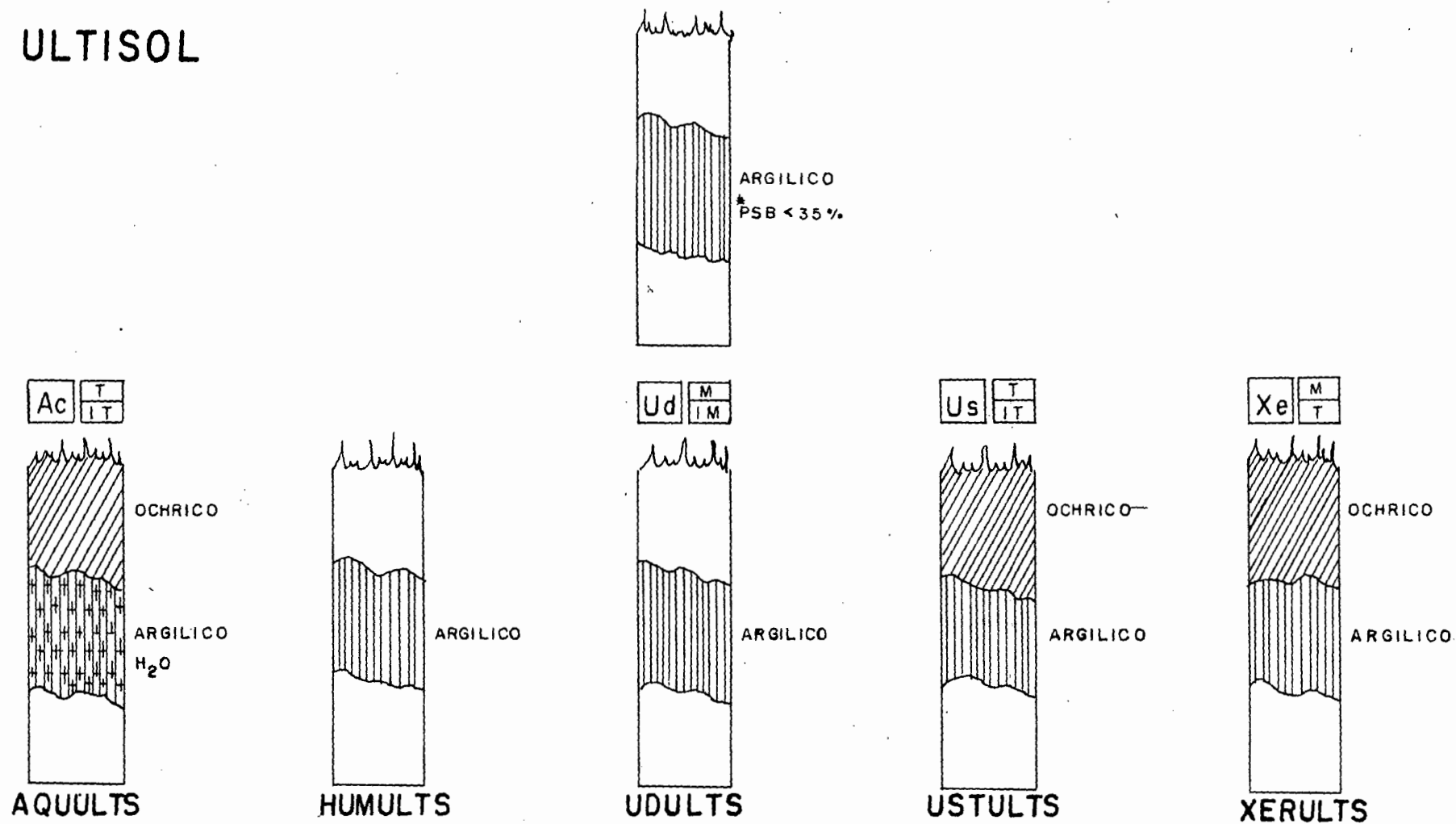


FIGURA No.19

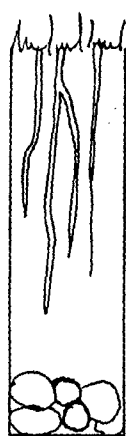
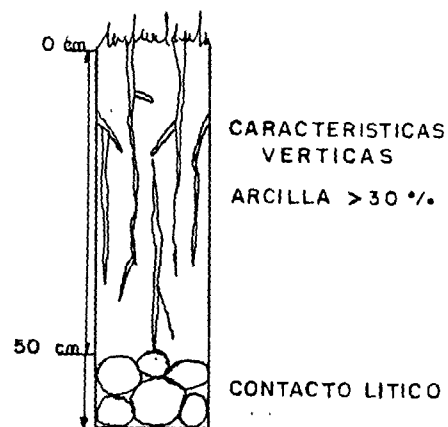
# ULTISOL



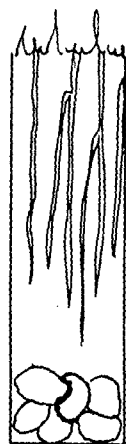
\* PORCIENTO DE SATURACION DE BASES.

FIGURA No. 20

# VERTISOL



TORRERTS



UDERTS



USTERTS

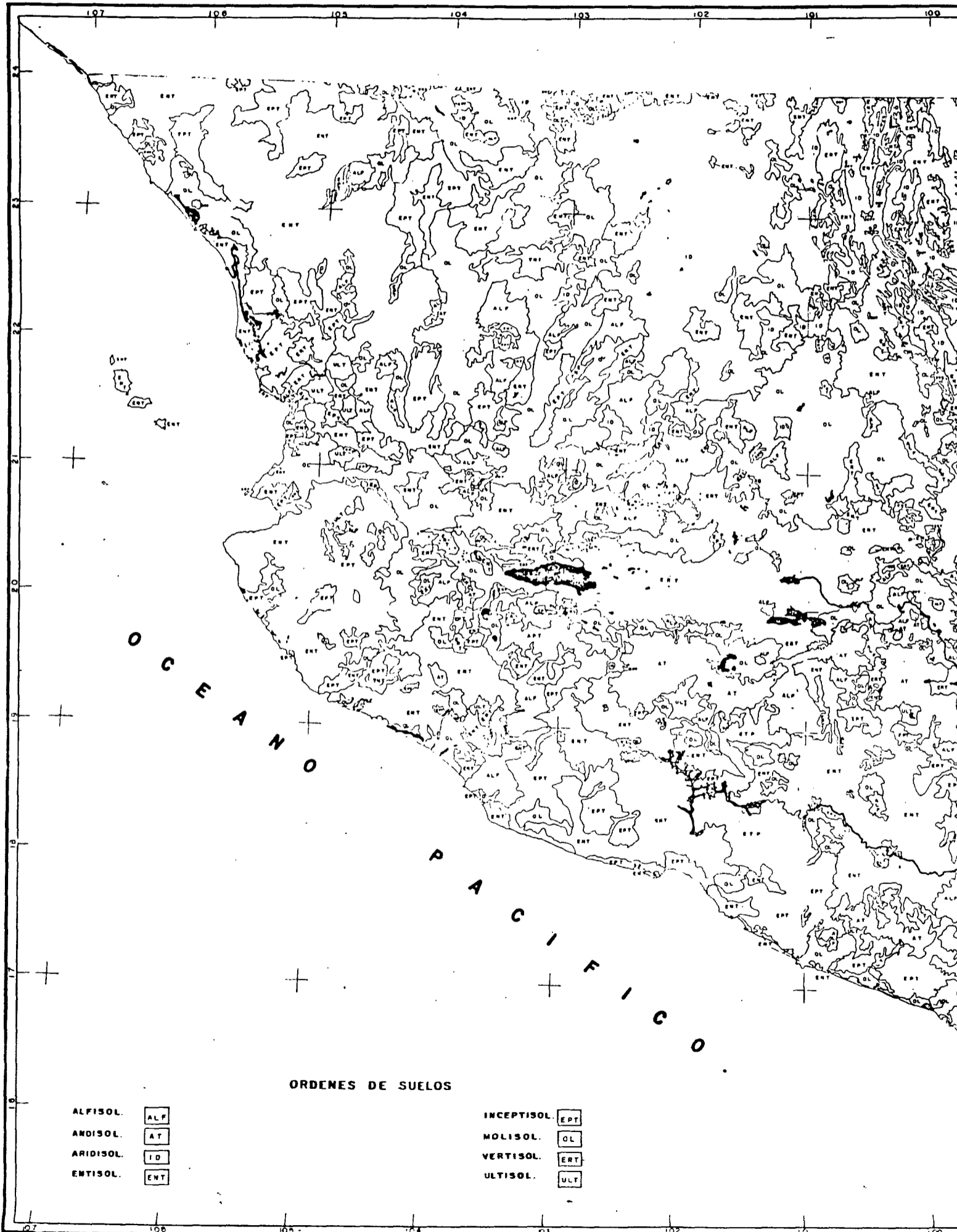


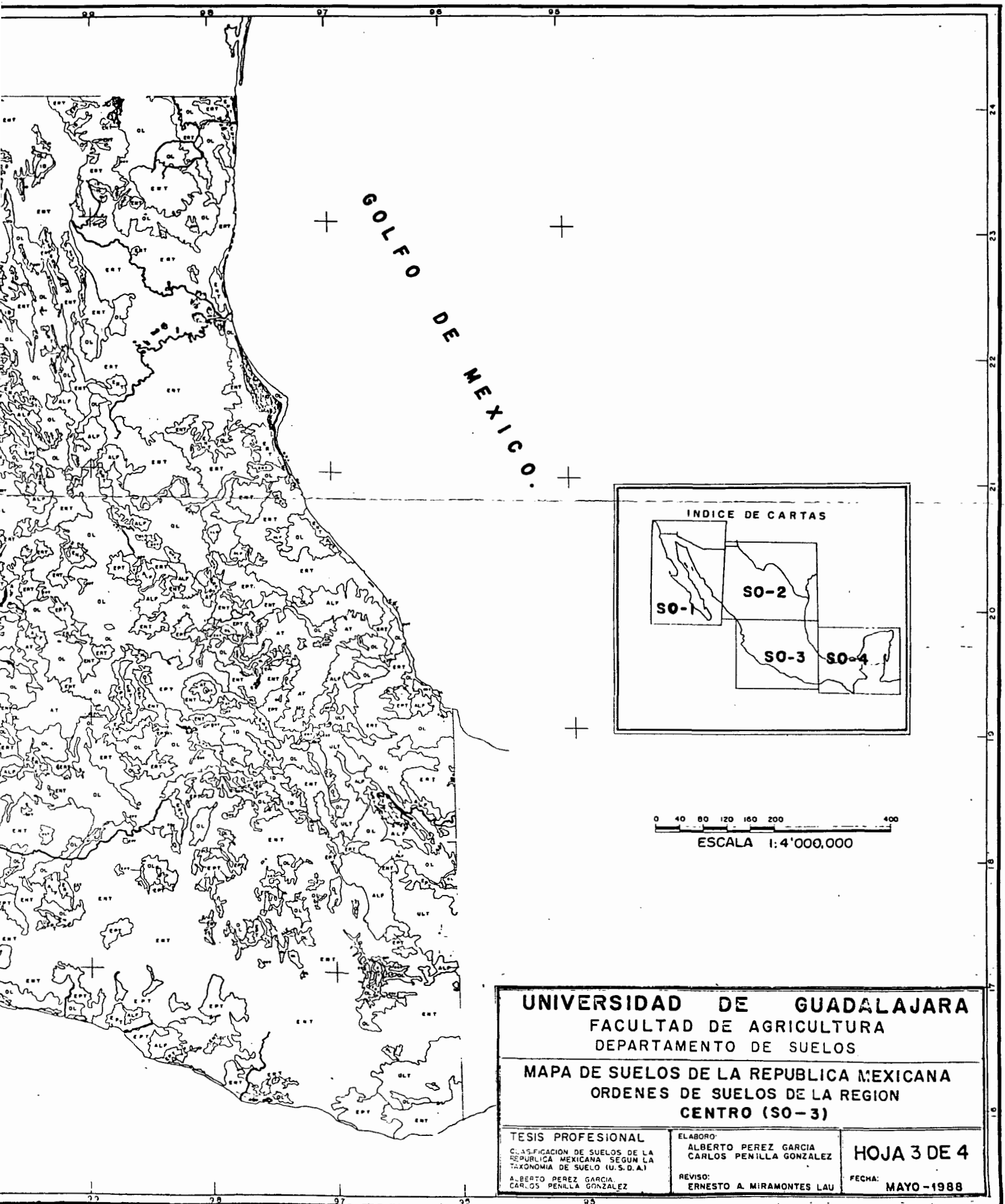
XERTS



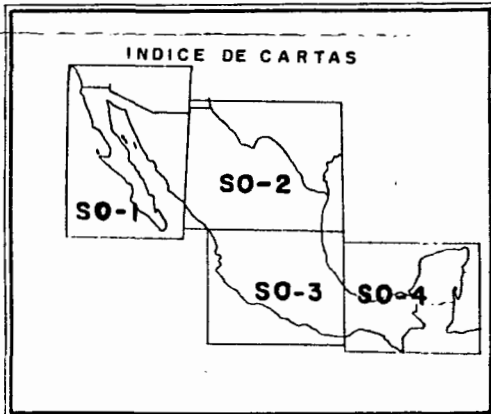
FIGURA No. 21

**CARTA SO-3 CENTRO.**





GOLFO DE MEXICO.



0 40 80 120 160 200 400  
 ESCALA 1:4'000,000

<b>UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA</b> FACULTAD DE AGRICULTURA DEPARTAMENTO DE SUELOS		
<b>MAPA DE SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA</b> ORDENES DE SUELOS DE LA REGION CENTRO (SO-3)		
TESIS PROFESIONAL <small>CLASIFICACION DE SUELOS DE LA          REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA          TAXONOMIA DE SUELO (U.S.D.A.)          A. BERTO PEREZ GARCIA          CARLOS PENILLA GONZALEZ</small>	<small>ELABORO:</small> ALBERTO PEREZ GARCIA CARLOS PENILLA GONZALEZ  <small>REVISO:</small> ERNESTO A. MIRAMONTES LAU	<b>HOJA 3 DE 4</b>  <small>FECHA:</small> <b>MAYO-1988</b>



**CARTA SO-4. SURESTE.**



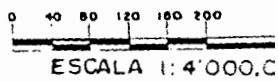
ALFISOL.  
ANDISOL.  
ARIDISOL.  
ENTISOL.

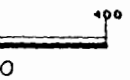
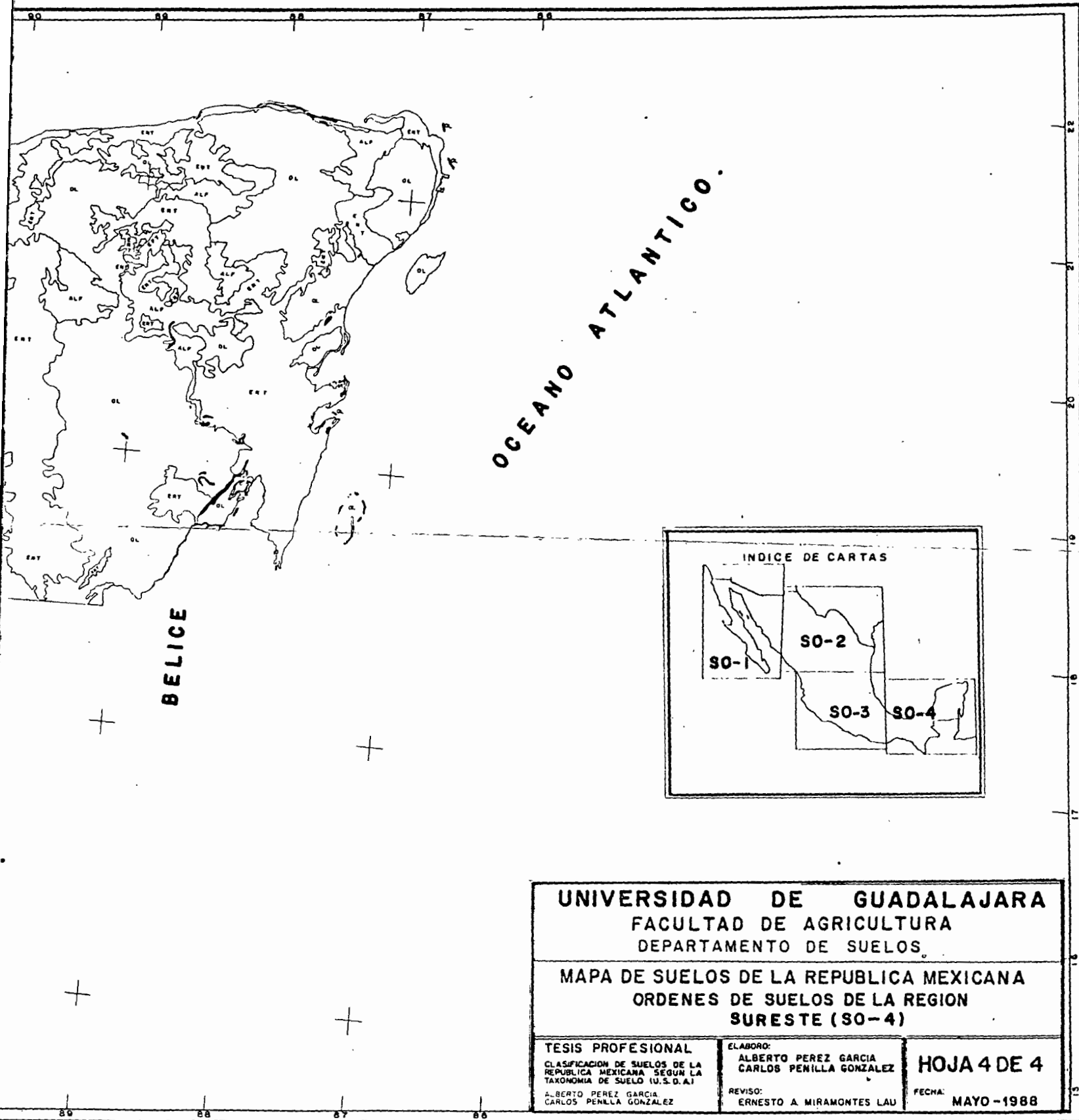
ALF  
AT  
ID  
ENT

**ORDENES DE SUELOS.**

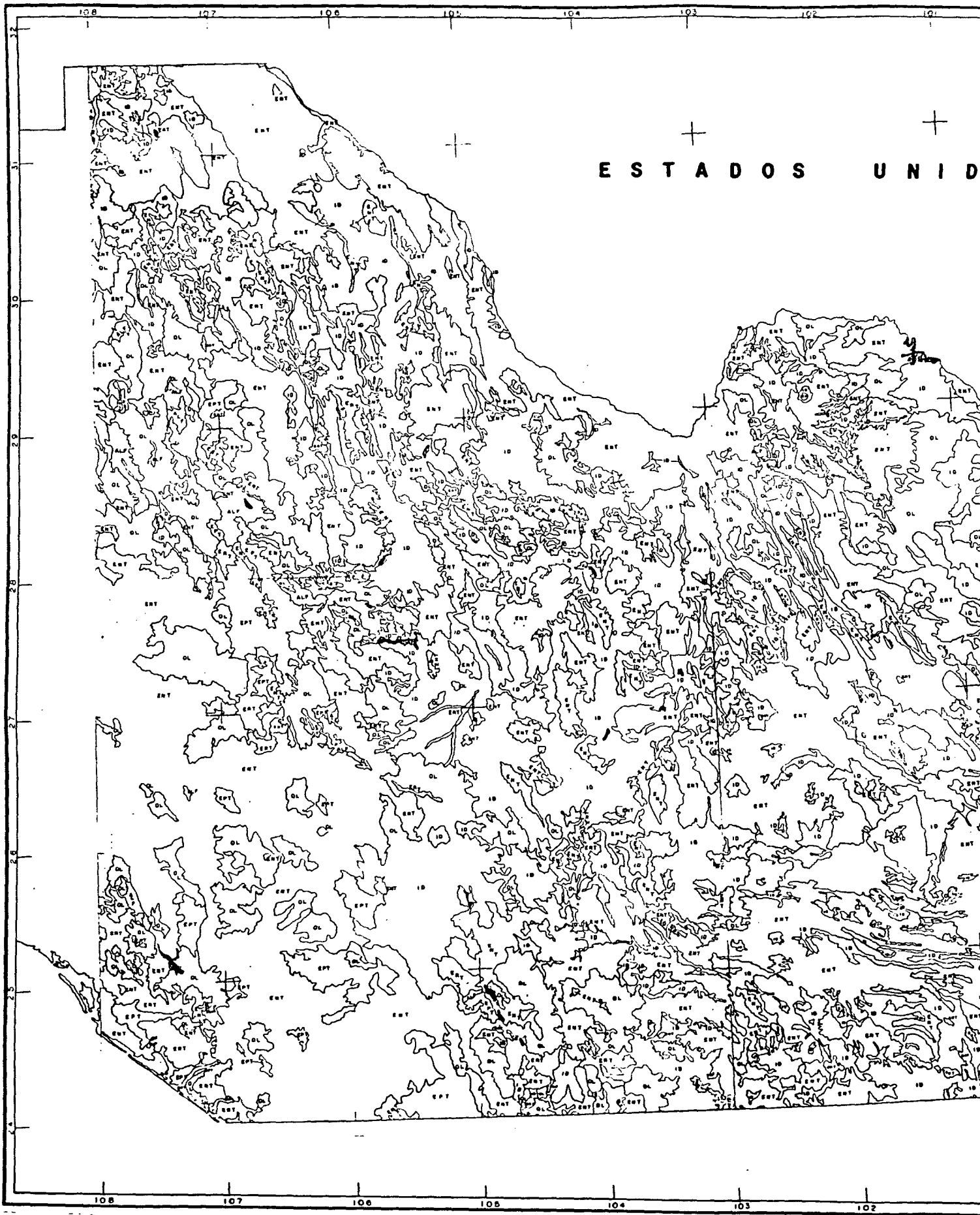
INCEPTISOL.  
MOLISOL.  
VERTISOL.  
ULTISOL.

EPT  
OL  
ERT  
ULT





CARTA SO-2 NORTE

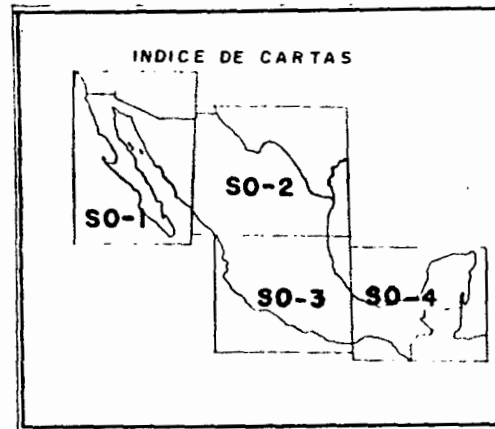


ESTADOS UNIDOS

ALFISOL    **ALF**  
ANDISOL    **AT**  
ARIDISOL    **ID**

ORDENES DE SUELOS  
ENTISOL    **ENT**  
INCEPTISOL    **ERT**  
MOLISOL    **OL**

OS DE AMERICA.



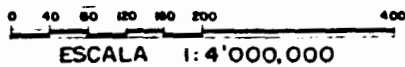
GOLFO DE MEXICO.

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA  
FACULTAD DE AGRICULTURA  
DEPARTAMENTO DE SUELOS  
MAPA DE SUELOS DE LA REPUBLICA MEXICANA  
ORDENES DE SUELOS DE LA REGION  
NORTE (SO-2)

TESIS PROFESIONAL  
CLASIFICACION DE SUELOS DE LA  
REPUBLICA MEXICANA SEGUN LA  
TAXONOMIA DE SUELO (U.S.D.A.)  
ALBERTO PEREZ GARCIA,  
CARLOS PENILLA GONZALEZ

ELABORO  
ALBERTO PEREZ GARCIA  
CARLOS PENILLA GONZALEZ  
REVISO  
ERNESTO A. MIRAMONTES LAU

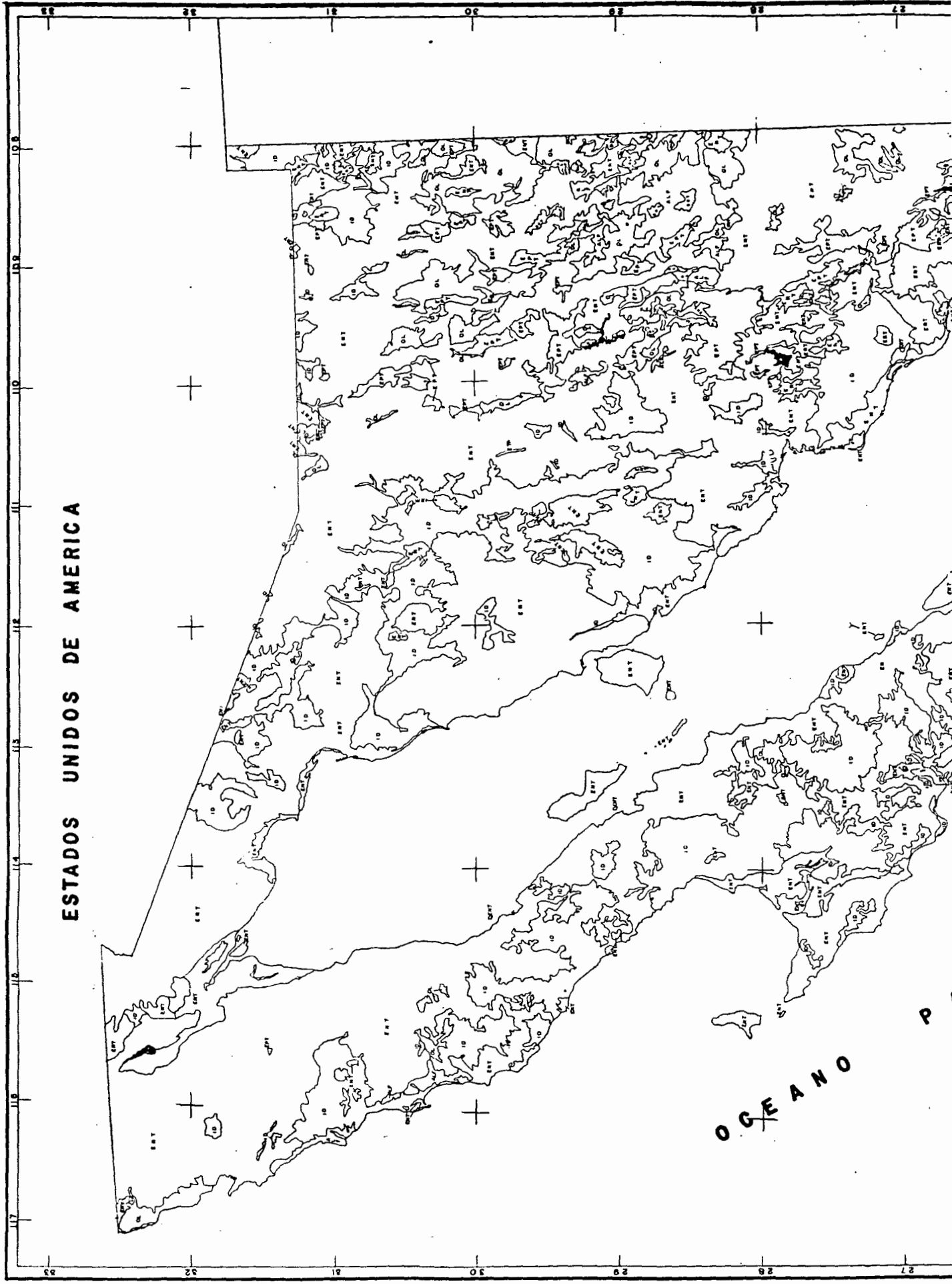
HOJA 2 DE 4  
FECHA  
MAYO-1988

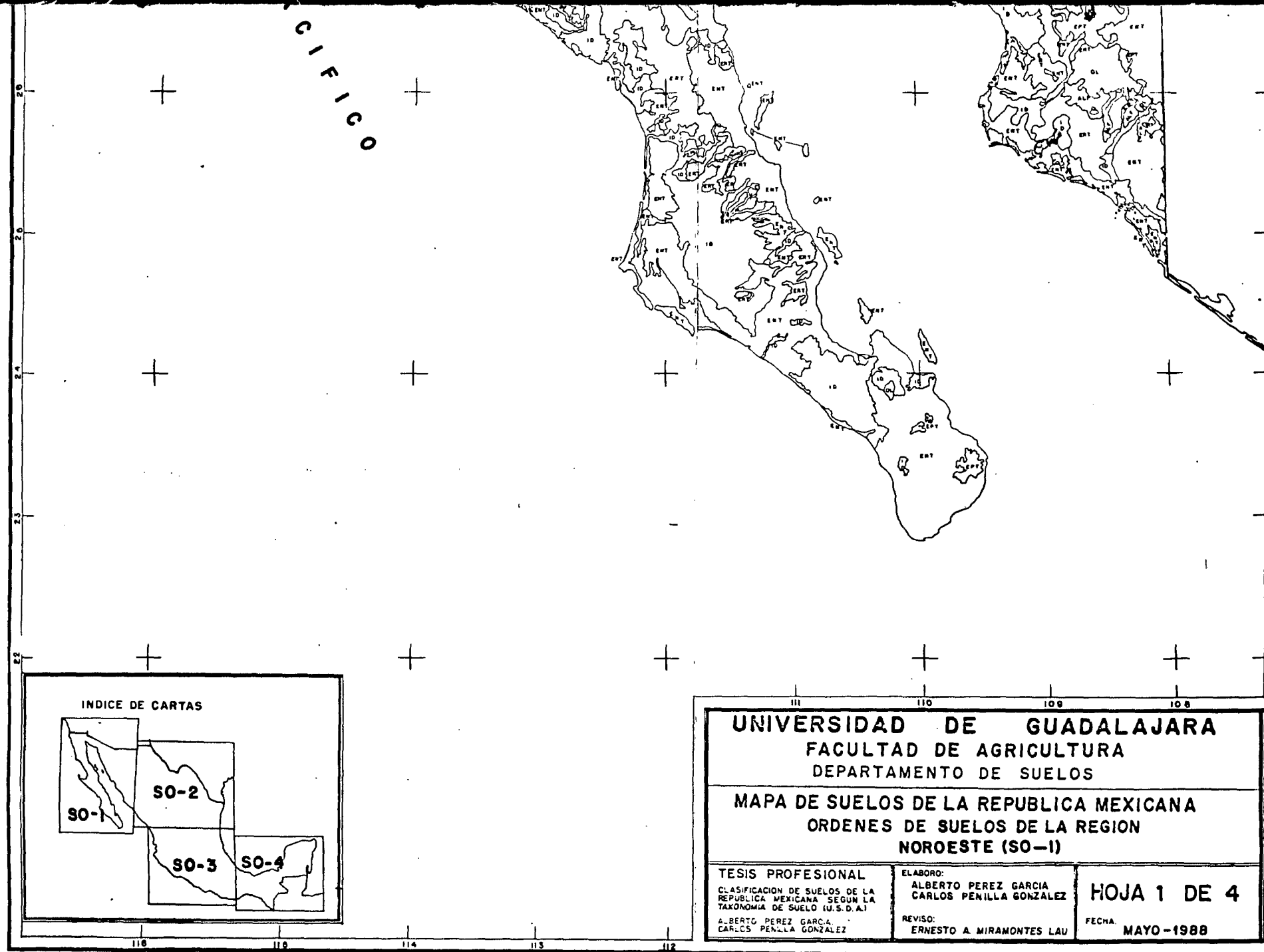


RTISOL  
TISOL

ERT
ULT

CARTA SO-I NOROESTE





**ORDENES DE SUELOS.**

ALFISOL.... [ALF]  
 ANDISOL [AT]  
 ARIDISOL [ID]  
 ENTISOL [ERT]

INCEPTISOL [EPT]  
 MOLISOL [OL]  
 VERTISOL [ERT]  
 ULTISOL [ULT]



ESCALA 1:4'000,000