

74  
20j



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**Facultad de Ciencias**

**ESTUDIO EDAFOLOGICO DE UNA ZONA EN EL  
SURESTE DE TABASCO Y EL NORTE  
DE CHIAPAS**

**TESIS PROFESIONAL**

Que como requisito para obtener el título de

**B I O L O G O  
P R E S E N T A :**

**ANA GARROTE BILBAO**

**México, D. F.**

**1987**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION Y OBJETIVOS	2
II. ANTECEDENTES	5
2.1 Investigaciones sobre Suelos Tropicales en el Mundo y en México	12
III. CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO	18
3.1 Localización	18
3.2 Fisiografía	18
3.3 Clima	19
3.4 Geología	21
3.4.1 El Volcán Chichonal	22
3.5 Geomorfología	24
3.6 Hidrología	26
3.7 Uso del Suelo	27
3.7.1 Selva alta perennifolia	27
3.7.2 Bosque de encino	29
3.7.3 Sabana	31
3.7.4 Selva baja subperennifolia	32
3.7.5 Tular y popal	34
3.7.6 Pastizal cultivado	35
3.7.7 Agricultura de temporal anual	35
3.8 Uso Potencial del Suelo	36
3.8.1 Uso Agrícola	36
3.8.2 Uso Ganadero	37

3.8.3	Uso Forestal	38
3.9	Fauna	39
3.9.1	Asociación con la Selva Lluviosa y el Acahual	39
3.9.2	Asociación con la Sabana	40
3.9.3	Asociación con Pantanos de Agua Dulce	41
3.10	Aspectos Socioeconómicos	41
IV.	MATERIALES Y METODO	44
V.	RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO	50
5.1	Mapa de Ubicación	50
5.2	Descripciones de perfiles, observaciones de campo y resultados de análisis fisico-químicos	50
5.2.1	Arenosoles (FAO-UNESCO, 1970)	51
5.2.2	Luvisoles (FAO-UNESCO, 1970)	69
5.2.3	Gleysoles y Vertisoles (FAO- UNESCO, 1970)	83
5.3	Análisis Mineralógico y su Interpretación	95
VI.	DISCUSION	99
VII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
VIII.	NOTAS	116
IX.	BIBLIOGRAFIA	124
	APENDICE	131
	Formas de descripción para perfiles y guías de llenado.	
	Fotografías de perfiles.	
	Carta edafológica esc. 1:50,000.	

**R E S U M E N**

Se determinan las propiedades físico-químicas y mineralógicas de los suelos de la región comprendida entre Emiliano Zapata, Tabasco y Palenque, Chiapas, localizada en el sureste de México, con la intención de determinar el posible origen de estos suelos y, a la vez, elaborar una carta edafológica en la escala 1:50,000. Se define que los suelos rojos de los lomeríos se han formado a partir de arenisca y lutita-arenisca. Estos materiales provenientes del Terciario superior, han sufrido un acelerado proceso de intemperismo y lixiviación, producto del clima cálido-húmedo, sin llegar aún a formar Ferralsoles. Y que, en las hondonadas y partes planas se han formado suelos negros, o bien por aluviones que el agua ha acarreado de las partes altas hacia las bajas, o por los depósitos del río Usumacinta, siendo estos suelos más jóvenes y menos desarrollados, y con una morfología y características muy distintas a los primeros.

Se pretende que este estudio sirva como auxiliar en la planeación adecuada de las actividades agropecuarias, forestales y urbanas de la región.

## I.- INTRODUCCION Y OBJETIVOS

Los recursos naturales con que cuenta un país son la base fundamental para su desarrollo económico, social, político y cultural. Debido a esto, el uso adecuado de estos recursos, a corto y media no plazo, es clave para la dinámica del país, aspecto que no siempre ha sido el más apropiado. La cuantificación sobre estos re- recursos puede ordenarse en diversas técnicas: escritos, gráficas, estadísticas y cartográficamente. Hacer uso de esta última téc- nica permite tener una idea clara, precisa, práctica y objetiva de su realidad, para entender cuál es su magnitud, distribución e interrelación con el medio ambiente.

El grado de conocimiento que nos puede dar la cartografía so bre cualquier recurso es muy variado porque depende de la escala que se maneje. Estas escalas son múltiples y todas ellas ofrecen diferentes ventajas al usuario. Ya en particular, los mapas realizados a escala 1:50,000 son de gran utilidad para determinar el uso que se les pueda dar a las tierras a nivel local, ya que proporcionan un alto grado de detalle, lo que permite la identifica- ción de las características ambientales del suelo.

La información así representada es muy valiosa para la plani ficación agrícola, la rehabilitación y recuperación de suelos, el control de erosión en áreas forestales y agropecuarias, la cons- trucción de obras de ingeniería civil e hidráulica a nivel local, y la planificación de vías de comunicación y del crecimiento ur- bano.

Por otro lado, para desarrollar cualquier estudio de suelos ya en particular (génesis, cartografía, taxonomía, etc.), existe hoy en día un auxiliar de trabajo incomparable: la fotografía -- aérea, que conforma una imagen del suelo que hace visibles los -- más insignificantes detalles de lo fotografiado, gracias a la visión tridimensional que se obtiene con el estereoscopio. Por esto, sin este valioso auxiliar no hubiera sido posible la realización de esta investigación.

El presente estudio de suelos semidetallado es indispensable para planear adecuadamente las actividades agropecuarias, forestales y urbanas de la región, y así tener mejor conocimiento del recurso suelo para disponer de más posibilidades de éxito en su -- aprovechamiento.

Considerando la posición preponderante que entre los recursos naturales ocupa el suelo, por ser la fuente de origen de otros recursos como son: la vegetación, la agricultura, la ganadería, -- etc., y el uso más adecuado que se le dé al mismo, se realizó el presente trabajo en una región del sureste de Tabasco y el norte de Chiapas con los siguientes objetivos:

- 1) a través de su estudio, conocer el posible origen que -- tengan los suelos del área comprendida entre Emiliano Zapata, Tabasco, y Palenque, Chiapas,
- 2) determinar las principales características edafológicas de los suelos de esta zona,
- 3) elaborar el levantamiento cartográfico de la zona a una -- escala 1:50,000 y

4) contribuir al conocimiento ecológico de los suelos tropicales de México.

Se escogió esta zona debido a que en ella se presentan procesos edáficos muy complejos e importantes en la formación del suelo, que no son comunes encontrar en la mayor parte del país -- dada la abundancia que hay de climas secos y templados en México, también para contribuir al escaso conocimiento que se tiene de la Edafología tropical y, por último, por ser esta zona de gran importancia pecuaria dentro de la economía de los estados de Tabasco y Chiapas.



## II.- ANTECEDENTES

Geográficamente las zonas tropicales quedan incluidas en el área comprendida entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio ---- (23°27' de latitud norte y sur, respectivamente), que no en todos los casos coinciden con el trópico climatológico. Los suelos tropicales situados dentro de esa zona geográfica, son aquellos desarrollados en regiones cálidas y con un periodo de insolación casi constante durante todo el año (1).

En el trópico húmedo, el clima es el factor que por magnitud de acción (en espacio y tiempo) establece condiciones favorables para que los procesos involucrados en la génesis del suelo, especialmente el intemperismo y la lixiviación, actúen con gran intensidad. Sin embargo, no hay que perder de vista que el relieve, - la altitud y la vegetación, tienen también fuerte influencia sobre la conducta y efecto de los regímenes de precipitación y temperatura que definen el clima de cualquier región.

La acción hidrolítica del agua es más elevada que en otros - climas (como el templado y el frío) y por eso el proceso de disolución es más acentuado. Según Ramann, el grado relativo de disolución del agua a 10°C es de 2.4, a 34°C es de 4.5 y a 50°C es - de 8.0. Los factores de intemperización relativos de Ramann en - los suelos de zonas frías con 10°C son de 1; en los suelos con -- 18°C de zonas templadas es de 2.8, y en los suelos con 34°C de - los trópicos es de 9.5. De acuerdo con estos datos, la intemperización en las zonas tropicales es tres veces mayor que en las zonas templadas y nueve veces más rápida que en las zonas árticas - (2).

La activa meteorización del suelo tropical ocasiona la descomposición rápida de los silicatos del suelo y, por la acción hidrolítica, el sílice se transporta hacia abajo en estado coloidal, permaneciendo como residuos superficiales el sílice, la alúmina y el hierro, este último oxidado o hidratado en su mayor parte. A esta intemperización intensa se debe precisamente su riqueza en alúmina, lo mismo que el color rojo amarillento según la cantidad presente de hierro y su condición química (3).

Como en los trópicos no se presentaron glaciaciones que interrumpieran el proceso de intemperismo, la roca queda sujeta a una descomposición drástica y continua, que da por resultado suelos muy profundos, con horizontes B muy desarrollados que se extienden hasta por varios metros en comparación a los horizontes A que generalmente son muy someros (4).

La intervención de la topografía en la morfología y color de los suelos tropicales ha sido discutida por Robinson. Mientras las áreas de tierras elevadas con topografía convexa y drenaje libre están sujetas a un lavado fuerte y a una erosión más o menos intensa, siendo su color rojo de un tono que varía según la cantidad de materia orgánica presente y el tipo de material parental, las tierras bajas con topografía cóncava tienen humedad permanente y suelos negros o grises que se parecen a los suelos gley de los climas templados (5).

Las rocas ígneas ácidas como el granito, metamórficas como la cuarcita y las sedimentarias como las areniscas y lutitas dan origen a latosoles (6) de color rojo pálido o gris, de estructura monogranular y textura arenosa o arcillosa, con una consistencia

pegajosa cuando húmedo, dura cuando seco, y deficiente en nutrientes especialmente calcio y magnesio. En cambio, las rocas ígneas y metamórficas, básicas e intermedias como el basalto, la andesita y el gneis; las cenizas volcánicas y las rocas sedimentarias calcáreas, dan latosoles de color rojo brillante, pardo o amarillo, de estructura agregada, textura limo arcillosa, consistencia friable tanto en húmedo como en seco y abundantes nutrientes (7).

La forma en que los suelos se comportan y se manejan es especial y única dentro del ambiente tropical. Por tal razón hay que estudiarlos con cautela. El manejo apropiado de los suelos tropicales se considera como uno de los componentes críticos en el dilema mundial entre producción de alimentos y crecimiento de la población.

Como la ciencia del suelo se desarrolló primero en la zona templada, particularmente en la Unión Soviética, Europa y Estados Unidos, las visitas de edafólogos a los trópicos en el siglo XIX dieron por resultado un panorama equivocado de la uniformidad de los suelos tropicales y una exageración de la presencia e importancia de capas endurecidas, ricas en óxidos de hierro llamadas lateritas (8).

El término "laterita" se refiere específicamente a un horizonte cementado que cuando se seca adquiere la dureza de un ladrillo (del latín later=ladrillo). Las lateritas, como un grupo dentro de los latosoles, representan los suelos que han alcanzado el mayor grado de senilidad. Este término fue usado por primera vez por Buchanan en 1807, para designar un suelo común en la parte sur

de la India, de color rojo, poroso, muy rico en hierro (9).

Glinka menciona que el término "laterita" ha sido mal utilizado en la literatura científica, aplicándolo a cualquier suelo - de color rojo, ya sea en las latitudes tropicales o sub-tropicales, cuando en realidad se trata de dos grupos de suelos de color rojo, diferentes entre sí. Uno es característico de las regiones con fuertes y continuas precipitaciones al que pertenecerían las verdaderas lateritas, y el otro, el de los suelos de estepas secas en los trópicos, que no tienen en común con aquellas más que el color (10).

Para Buol y colaboradores, las verdaderas lateritas deben -- cumplir varios requisitos como son: elevada intemperización, baja capacidad de intercambio de cationes y bajo contenido de arcilla dispersable en agua. De esta manera el suelo sí cumpliría con un horizonte B óxico, y esto eliminaría a muchos suelos subtropicales o tropicales rojos. Además, no todos los suelos entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio son oxisoles (lateritas) y sólo un pequeño porcentaje de los suelos tropicales lo son (11). Esta -- intemperización intensa por la acción de grandes cantidades de -- agua debe darse en un ambiente de temperatura elevada y en condiciones de drenaje fácil (12).

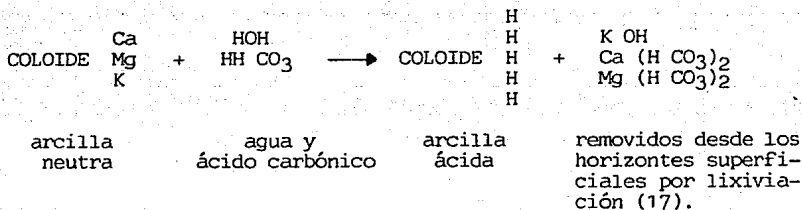
La baja capacidad de intercambio catiónico de los latosoles típicos es debido a su carencia de materia orgánica y a la naturaleza de sus arcillas caoliniticas; por eso tienen baja fertilidad. Sin embargo, su drenaje siempre es bueno, debido a que sus arcillas no poseen la plasticidad y cohesión que caracterizan a las de tipo silíceo o a las de regiones templadas (13).

Hardy recalca que para el proceso de latosolización, la velocidad de descomposición de la materia orgánica tiene que exceder a la de producción, para que no exista acumulación apreciable de hojarasca ni de humus sobre el suelo (14).

Jenny afirma que al estudiar los suelos tropicales, los investigadores se enfrentan a un difícil problema que es distinguir entre suelo y material parental, porque si se considera a la roca original sin intemperizar como material parental, entonces tendremos que, el término "solum", debe aplicarse a toda la capa que se extiende, en muchos casos, por cientos de centímetros por debajo de la superficie hasta la roca original (15).

Los latosoles se pueden desarrollar sobre cualquier tipo de roca consolidada, siempre y cuando sean antiguos, de por lo menos del Terciario medio, aunque hay algunos localizados en materiales del Pleistoceno. La temperatura media anual debe ser mayor de  $-25^{\circ}\text{C}$  y la precipitación media anual de más de 1000 o 1200 mm. -- Las comunidades vegetales principales que soportan los mismos son la selva perennifolia y la selva subperennifolia, aunque también se les ha encontrado en matorrales espinosos, selvas caducifolias y sabanas. Las tierras bajas son sus preferidas, no se les encuentra arriba de los 1200 a 1500 m. de altura y tienden a ser -- más comunes en pendientes moderadas (16).

El incremento en la precipitación está acompañado por una -- disminución en las bases intercambiables y una acumulación de hidrógenos intercambiables, causando una fuerte acidez en el suelo. Esta acidez puede ser químicamente representada como sigue:



Quizá la definición más clara y completa que se ha dado sobre este tipo de suelos sea la de Tamhane, Motiramani y Pali (18). -- Para ellos, los latosoles son todos aquellos que se encuentran -- ubicados en las regiones tropicales y ecuatoriales; están intemperizados intensamente, lixiviados a fondo y sin ninguna diferenciación clara de horizontes. Sus características dominantes son: un contenido bastante bajo de materia orgánica, baja capacidad de intercambio catiónico, bajo contenido o ausencia total de minerales primarios, elevada estabilidad del agregado y una acumulación de sesquióxidos y lixiviación de sílice. Por costumbre, los latosoles se desarrollan a partir de materiales originarios básicos e -- intermedios como el basalto, la diabasa, la diorita y la andesita. El color puede variar desde rojo a pardo tendiendo a amarillo, -- según la naturaleza del material originario, del clima, la elevación y la edad del suelo. En su mayor parte son ácidos y poco -- fértiles; a pesar de ésto, son muy importantes en la agricultura a causa de su buena condición física y resistencia a la erosión.

Para Segalen hay procesos de formación de suelos que son --- particulares para la zona intertropical: la ferralitización que -- es una alteración muy acentuada de los minerales de las rocas con eliminación casi total de bases alcalinas y alcalinotérreas y del silicio en forma parcial, con una acumulación de minerales arcillo

tos del tipo de la caolinita, hidróxidos y óxidos de hierro, aluminio, titanio y manganeso; la ferruginización, que es una alteración menos acentuada de los minerales de la roca y la induración, que consiste en el endurecimiento de materiales que estaban previamente acumulados en el suelo, como son las concreciones, nódulos y capas de varios centímetros o metros de espesor como las corazas o la plintita (19).

Una concepción más moderna de los suelos tropicales es la de Duchaufour (20). Para este autor, los suelos pueden pasar por tres fases encadenadas de alteración geoquímica: la fersialitización, en la que predominan las arcillas 2:1 ricas en sílice, presencia de un horizonte B argílico, fuerte individualización de óxidos de hierro rubificados y un lavado activo de arcillas; la ferruginización, en la que la alteración es más intensa, hay pérdida de sílice, las arcillas son 1:1 (caolinita) y el proceso de lavado de las mismas es un poco menos activo y por último, la ferralitización, en la que la alteración de los minerales primarios es total, todas las arcillas son caoliníticas, hay presencia de gibbsita libre, el lavado de arcillas es mínimo y se hacen resistentes a la dispersión por el agua, desapareciendo por lo dicho arriba el horizonte B argílico.

Finalmente, los latosoles pueden rejuvenecer en condiciones naturales con la adición de ceniza volcánica, lo cual ocurre repetidamente en los trópicos americanos en áreas adyacentes a volcanes activos (21).

## 2.1 Investigaciones sobre Suelos Tropicales en el Mundo y en México.

A nivel internacional, los suelos tropicales han llamado mucho la atención de los especialistas edafólogos, razón por la cual existen estudios sobre el tema efectuados en diferentes países del mundo.

En América Central y Cuba, H. Bennett y R. Allison en 1926 - 1928 estudian las propiedades químicas y físicas de los suelos rojos. En 1930, C. Shaw en China y V. Agafonoff en Indochina, describen los suelos rojos sobre calizas, areniscas y basaltos. F. Hardy y R. Follet-Smith estudian una laterita derivada de un esquistos de hornblenda en la Guyana Británica en 1931. H. Doyne y W. Watson analizan un tipo de suelo tropical muy particular de Nigeria en 1933. En la isla Mauricio del Océano Indico, N. Craig y P. Halais en 1934 hacen lo propio sobre los suelos derivados de un basalto dolerítico. La fertilidad de las "terras rojas" del Brasil son estudiadas en 1934 por F. Freise. Seelye, Grange y Davies en 1938 trabajan en Samoa con suelos ferralíticos derivados de basalto. R. Pendleton en 1946, describe las lateritas de Siam (hoy Bangladesh), y en el mismo año C. Stephens estudia la edafogénesis de las lateritas en Australia. G. Robinson en 1960 discute los datos analíticos de algunos suelos de Tangañica (22).

Recientemente, Gallez, Juo y Herbillon en 1976 analizan las características fisicoquímicas de algunos Alfisoles y Ultisoles - derivados de basaltos en Nigeria (23). En 1979 H. Eswaran y G. Stoops llevan a cabo estudios comparativos de intemperismo físico



y químico en un perfil de 19 m de profundidad en una zona tropical. Además, presentan una secuencia de fotografías en microscopio electrónico que muestran los cambios que van sufriendo los cristales de cuarzo por efecto del intemperismo (24). En el mismo año, A. Ojanuga investiga la mineralogía de algunos suelos de sabana en Africa, encontrando que la caolinita es la arcilla más frecuente en los suelos bien drenados y la montmorillonita en los escasamente drenados, y que el cuarzo es un mineral importante que se encuentra en ambos tipos de suelos (25).

En 1981, Lietzke y Whiteside hacen un estudio en una porción tropical-húmeda de Belice. Describen seis perfiles en suelos plínticos con problemas de fertilidad dedicados a la producción agrícola. El bajísimo nivel de nutrientes indica que necesitan grandes cantidades de cal y fertilizantes para hacerlos productivos (26).

A. C. Moniz y colaboradores investigan la formación y transición de Oxisol a Ultisol en Brasil. Ambos suelos fueron formados por el mismo material parental, bajo la acción del intemperismo químico que provoca el agua lateral y el agua basal que circula dentro del suelo. Los procesos de desilicación y resilicación se llevan a cabo a lo largo de toda la toposecuencia, concluyendo que la formación de estos suelos está controlada por la geomorfología (27).

Daugherty y Arnold hacen un estudio mineralógico en suelos plínticos y pseudoplínticos en Venezuela, encontrando como arcilla dominante la caolinita y algo de montmorillonita en unos cuantos pedones. La goethita fue el óxido de hierro dominante. En

los suelos plínticos, la mayor parte del hierro se encontraba en las fracciones gruesa y media y en los suelos pseudo-plínticos en la fracción fina (28).

En 1984, Curi y Franzmeiner realizan una toposecuencia de -- oxisoles derivados de basaltos en Brasil, determinando que la posición de un suelo en el paisaje influye en su color, mineralogía y en algunas propiedades físicas y químicas del mismo (29).

En México se cuenta con pocos datos sobre suelos tropicales debido a que los estudios realizados al respecto han sido contados. Esto se debe a factores de toda índole como son de salubridad, climatológicos, políticos, económicos y etnográficos que -- afectan gran parte de las zonas cálido-húmedas de nuestro país.

N. Aguilera en 1955 se convierte en uno de los pioneros de -- los estudios edafológicos en la zona tropical de nuestro país al realizar un trabajo en Yucatán, Campeche y Tabasco sobre clasificación y fertilidad. De los perfiles muestreados realiza análisis físicos y químicos y concluye que los suelos de Yucatán y Campeche son de origen calcáreo semi-cárstico, someros, de fertilidad baja y pertenecientes a las Rendzinas. En cambio, los de Tabasco, por estar en un clima con precipitaciones más elevadas, -- llega a la conclusión de que son suelos lateríticos y lateritas -- profundas, con alto contenido de sesquióxidos y de baja fertilidad (30).

León Vallejo y Segalen efectúan una investigación sobre suelos rojos derivados de basalto entre las ciudades de México y -- Guadalajara estudiando sus características morfológicas, químicas y mineralógicas. Hacen una comparación con suelos derivados de --

las mismas rocas madres y desarrollados en situaciones análogas, - así como con otros desarrollados en zonas más húmedas o más secas. Proponen clasificarlos como ferralíticos débilmente desaturados - típicos (31).

En 1975, H. Quiñones realiza un estudio de clasificación de suelos en Tabasco y Chiapas (32). Presenta el marco geográfico - de las dos zonas, la descripción morfológica con los análisis físico-químicos de los seis perfiles realizados y la clasificación de ellos en dos sistemas diferentes: FAO-UNESCO, 1970 y Comprehensive System, 1960. Hay que mencionar que para cada perfil determina los tipos de arcilla que se presentan y al final hace una -- interpretación integral de todos los datos.

En la zona de Balancán-Tenosique, Tabasco, A. Quiroz en 1977 determina algunas propiedades físico-químicas de los suelos, con el objeto de obtener los principales parámetros que van a influir en la presencia o ausencia de ciertos tipos de vegetación. Definió además que la profundidad del suelo, pedregosidad, cantidad - de arcillas montmorilonítica y caolinítica, y el drenaje superficial e interno son determinantes (33).

El Centro Regional Tropical Puyacatengo, en 1979 realiza una investigación sobre suelos y su génesis en Tabasco y Chiapas (34). El trabajo final queda integrado por tres partes que son:

- la primera, que consta de una amplia descripción morfológica de los suelos encontrados, agrupándolos en cuatro: suelos rojos arcillosos, suelos calcáreos, suelos hidromórficos y suelos - aluviales. Para cada grupo se dan sus condiciones ecológicas generales, las características físico-químicas del perfil típico y

su clasificación en tres sistemas taxonómicos: FAO-UNESCO, 7a. -- Aproximación y Sistema Francés;

- la segunda, que es una amplia explicación de la génesis -- posible para cada uno de los grupos y,

- por último, se discute el aprovechamiento agrícola de estos suelos, con énfasis en los sistemas agrícolas tradicionales y modernos para el trópico cálido-húmedo, dando algunas alternativas de manejo para su optimización.

En la región Lacandona, A. Mondragón hace un estudio en 1982 de los suelos de origen calizo en un ejido del Municipio de Ocosingo, mencionando las características físicas y químicas de los perfiles realizados y clasificándolos de acuerdo con la Soil Taxonomy, 1975. Los órdenes reportados son Mollisol y Ultisol únicamente. Por último, sugiere procedimientos encaminados al mejor uso y conservación del recurso suelo en esa zona (35).

También en 1982, D. Palma y F. Tépaté hacen un trabajo sobre los suelos de la sabana de Balancán, Tabasco y su clasificación, -- utilizando la Soil Taxonomy, 1975 y el Sistema FAO-UNESCO, 1968. Reportan dos tipos principales de suelo: Alfisoles (Luvisoles) y Ultisoles (Acrisoles), y dan las características físico-químicas de algunos de los perfiles realizados. Concluyen que los suelos de dicha área son limitantes para una agricultura intensiva por -- problemas de anegamiento temporal, acidez y escasa fertilidad -- (36).

Morales et al. realizan un estudio en 1983 de la producción agrícola en Tabasco y el norte de Chiapas (37). De una manera -- muy general diferencian cinco tipos de suelos en la región (sue--

los arenosos, aluviales y de inundación, rojos arcillosos, de sabana y calcáreos) y explican que la hidrografía de la zona es una condicionante natural muy importante en la formación de estos suelos. Por último, hacen mención del uso actual para cada tipo de suelo analizado.

En 1984, J. Salazar y J. Rivera determinan la distribución geográfica de los suelos en la parte suroriental del estado de Tabasco (38). Su trabajo contiene una descripción detallada de todas las características ambientales de la zona que determinan la distribución de los suelos, encontrando seis tipos diferentes según la Soil Taxonomy y siete tipos según el Sistema FAO-UNESCO, haciendo la caracterización completa de cada tipo. Por último, hacen una regionalización edáfica de la zona con base en sus resultados.

### III.- CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO

#### 3.1 Localización.

El área de estudio se encuentra situada en la porción sureste de México, en el límite entre los estados de Tabasco y Chiapas. Ocupa una extensión de 1000 Km<sup>2</sup> aproximadamente y está delimitada al noreste por la población de Emiliano Zapata, Tabasco y el río Usu macinta, y al suroeste por las poblaciones de Pakalná y Palenque, Chiapas.

Geográficamente se localiza entre los 17°30' y 17°45' de latitud Norte y entre los 91°40' y 92°00' de longitud Oeste con respecto al Meridiano de Greenwich. (Véase figura 1).

Dentro de dicha zona, las poblaciones más importantes son: - Emiliano Zapata, Tabasco (30 msnm) con 11,000 hab.; Palenque, --- Chiapas (60 msnm) con 10,000 hab.; Pakalná, Chiapas (70 msnm) con 5,000 hab.; La Libertad, Chiapas (20 msnm) con 2,238 hab. y José Ma. Morelos y Pavón, Chiapas (30 msnm) con 1,100 hab. Toda el -- área de estudio está comprendida dentro de cuatro municipios que son: Palenque, Libertad y Catazajá en el estado de Chiapas y Emiliano Zapata en el estado de Tabasco (1).

#### 3.2 Fisiografía.

Con base en la división fisiográfica de Erwin Raisz, el área de estudio se localiza en la provincia Planicie Costera del Golfo y está representada por una planicie ondulante de topografía kárs



tica con elevaciones menores de 100 metros cortadas por amplios valles (2).

Para la carta fisiográfica de DETENAL el área pertenece a la provincia llamada Llanura Costera del Golfo Sur y por sus rasgos morfológicos queda incluida en la subprovincia Llanuras y Pantanos Tabasqueños. En ella existen dos clases de sistemas de topografías: el primero, al que pertenece el río Usumacinta y todos sus depósitos aluviales, que es una llanura de tipo aluvial costera con una fase física inundable y, el segundo, que es un lomerío asociado con llanuras y sin ninguna fase física, el cual abarca la mayor parte del área (3).

### 3.3 Clima.

La baja latitud del área en estudio la coloca dentro de la zona intertropical del hemisferio norte con una curva anual de temperatura que presenta, generalmente, dos máximos que corresponden a los equinoccios de primavera y verano aun cuando el último se atenúa mucho y tiende a desaparecer por la influencia de las lluvias.

La época lluviosa en la zona de Chiapas y Tabasco comprende el período del verano y principios de otoño, siendo la causa principal de la lluvia los vientos alisios del noreste que se cargan de humedad al pasar por el Golfo de México; estos vientos, al chocar con las montañas del norte de Chiapas, ascienden, se enfrían y producen lluvias. A fines del verano y principios del otoño, los alisios se ven reforzados por la influencia de los

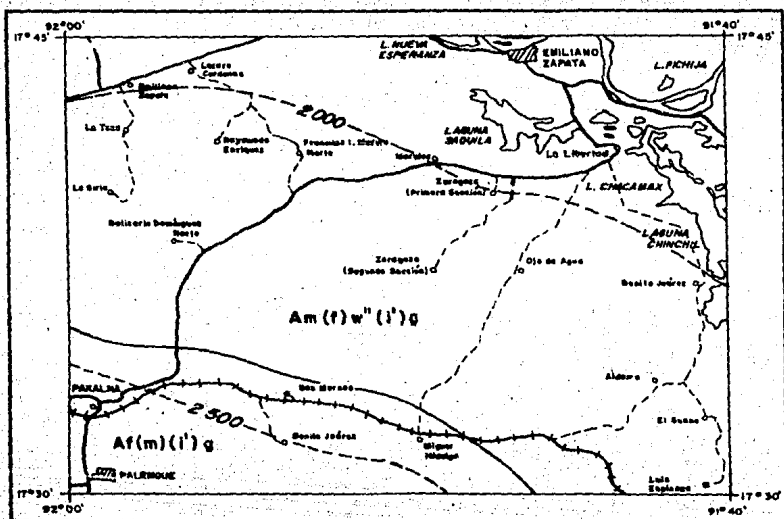


ciclones tropicales tanto del Golfo como del Pacífico, lo que --- produce un aumento en la precipitación en la llanura tabasqueña y la Sierra Madre de Chiapas durante los meses de septiembre y octubre. En el invierno soplan los "nortes", razón por la cual la precipitación aumenta en esta época del año (4).

Tomando en cuenta los factores temperatura y precipitación - de acuerdo con la carta climática elaborada por la UNAM en 1970 y por la de la SPP en 1981 (5) que utilizan el sistema de clasificación de Köeppen de 1936 modificado por E. García en 1964, tenemos que en las porciones norte y oriente de la zona, el clima es Am - (f) w" (i') g, o sea, un clima cálido-húmedo con abundante lluvia en verano y con una precipitación en el mes más seco menor de -- 60 mm. El porciento de lluvia invernal al total anual es mayor - de 10.2, con una temperatura media en el mes más frío mayor de -- 18°C. Presenta un breve período de descenso pluvial durante el mes de julio (canícula). Existe poca oscilación térmica anual -- (entre 5 y 7°C). El mes más cálido se presenta antes de junio. - (Véase figura 2).

Las porciones sur y occidente tienen clima Af (m) (i') g, esto quiere decir que es cálido-húmedo también, pero con lluvias todo el año. La precipitación del mes más seco es mayor de 60 mm y el porciento de lluvia invernal con respecto al total anual es menor de 18 mm. La temperatura media en el mes más frío es mayor - de 18°C. Existe poca oscilación térmica anual (entre 5 y 7°C). - El mes más cálido se presenta antes de junio. (Véase figura 2).

Existen dos estaciones metereológicas, una al noreste del -- área de estudio ubicada en Emiliano Zapata, Tabasco, y la otra en



## CLIMAS

- A** cálido-húmedo; temperatura media anual  $> 22^{\circ}\text{C}$ , mes más frío  $> 18^{\circ}\text{C}$
- f(m)** lluvias todo el año; precipitación del mes más seco  $> 60\text{ mm}$ ;  
% lluvia invernal con respecto a la anual  $< 18$ .
- m(f)** lluvias en verano; precipitación del mes más seco  $< 60\text{ mm}$ ;  
% lluvia invernal  $> 10.2$ .
- w<sup>n</sup>** por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco;  
presencia de canícula.
- (l)g** isotermal, oscilación  $< 5^{\circ}\text{C}$ , mes más caliente antes de junio.

----- ISOYETAS MEDIAS ANUALES.

————— ISOTERMAS MEDIAS ANUALES.

ESCALA 1:250,000

U.N.A.M., 1970  
S.P.P., 1980

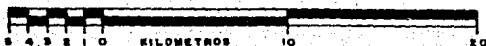
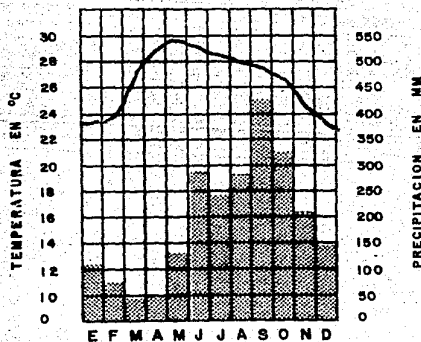


Fig. 2

P	109.1	74.0	45.5	50.1	132.5	287.1	242.2	282.7	429.9	326.9	209.6	146.0
T	23.2	23.8	26.4	28.6	29.6	28.8	28.1	28.1	27.7	26.7	24.9	23.5
M E S	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

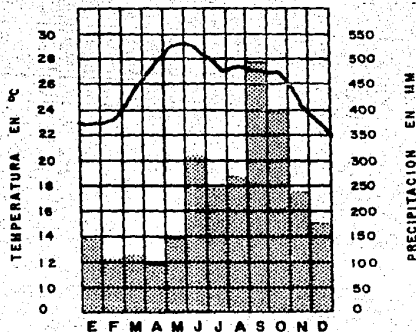
Promedio Anual. P = 2 335.9 mm. T = 26.0 °C .



CUADRO I. EMILIANO ZAPATA , TABASCO. ( 13 años de observaciones ).

P	148.0	110.0	117.7	98.7	149.5	312.4	248.5	270.1	495.2	400.7	238.6	173.5
T	22.9	23.4	25.8	27.7	28.6	28.3	27.5	27.5	27.0	26.0	24.4	22.9
M E S	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC

Promedio Anual: P = 2782.9 mm. T = 26.0 °C.



CUADRO 2. PALENQUE , CHIAPAS

(27 años de observaciones).

un ambiente de transición de la facie litoral, la lutita varía -- de calcárea a arenosa, dispuesta en capas delgadas, muy fracturadas, con intemperismo profundo.

El Mioceno está representado por sedimentos terrígenos constituidos por areniscas depositadas en un ambiente mixto de facie litoral. En la porción oeste del área se presenta como arenisca de grano medio, conglomerática que contiene cuarzo, muscovita, -- feldespatos, circón, caolín y fragmentos de roca en una matriz -- arcillo-hematizada, con intemperismo profundo y estratificación -- cruzada, colocada en estratos de 1 a 5 m de espesor de colores -- amarillo, pardo y rojo con intercalación de limonita y lentes de lutita, de tonalidad roja. Al este del área se presenta como arenisca deleznable, de grano fino a grueso, micácea, con gravillas de cuarzo y concreciones calcáreas, y con escasas capas de lutita gris azulosa intercaladas. También como arenisca calcáreo-arcillosa, de textura de grano fino a medio con horizontes y lentes carboníferos, macro y microfauna que indican un ambiente de depósito nerítico. (Véase figura 3). En la parte basal de este afloramiento se localiza el horizonte calcáreo donde se encontraron foraminíferos como Amphistegina parvula, Sorites marginalis, Pyrgo sp. y pelecípodos del género Venus o Chione (12).

El Holoceno juega un papel importante en el lugar y se caracteriza por el desarrollo de suelos de origen aluvial y palustre.

#### 3.4.1 El Volcán Chichonal.

El Volcán Chichonal está situado en la porción noroccidental

el extremo suroeste ubicada en Palenque, Chiapas. (Véanse cuadros 1 y 2).

### 3.4 Geología.

El área pertenece a una zona estructural bien definida llamada Cuenca Macuspana-Campeche (6), y la mayor parte de ella corresponde a la formación Amate Inferior, correlacionándose con las formaciones Tulijá y Concepción Inferior (7).

El sistema en nariz del Anticlinorio de Chiapas está seccionado al pie de la sierra por una falla normal que ocasiona su hundimiento dentro de la Llanura Costera del Golfo y forma en el norte de Chiapas y este de Tabasco el horst (8) de Villahermosa, el cual separa las cuencas terciarias de Comalcalco de la de Macuspana. En realidad no es un solo horst, sino que lo componen una serie de horsts secundarios y grabens (9) que se prolongan hacia el mar a la plataforma marina de Campeche. A pesar de que la presencia de horsts y grabens interrumpen la tendencia estructural, el efecto general de Tabasco y Chiapas es de fallas escalonadas hacia el oeste. El rumbo general de las fracturas es más o menos norte-sur o noroeste-sureste, paralelamente situadas a la plataforma marina de la península de Yucatán y Campeche (10).

La litología expuesta de la región corresponde a tres épocas bien definidas del Terciario: Oligoceno, Mioceno y Plioceno, y a una del Cuaternario: Holoceno. Ambos períodos pertenecen a la Era Cenozoica (11).

Durante el Oligoceno se depositaron sedimentos clásticos en

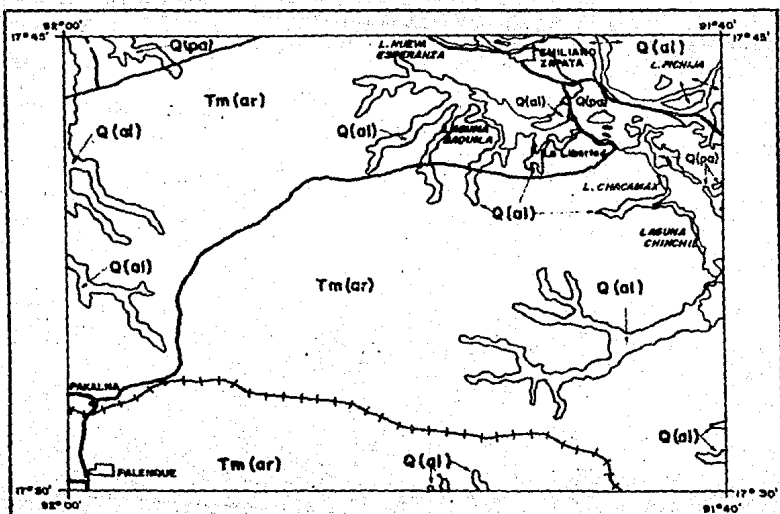
un ambiente de transición de la facie litoral, la lutita varía -- de calcárea a arenosa, dispuesta en capas delgadas, muy fracturadas, con intemperismo profundo.

El Mioceno está representado por sedimentos terrígenos constituidos por areniscas depositadas en un ambiente mixto de facie litoral. En la porción oeste del área se presenta como arenisca de grano medio, conglomerática que contiene cuarzo, muscovita, -- feldespatos, circón, caolín y fragmentos de roca en una matriz -- arcillo-hematizada, con intemperismo profundo y estratificación -- cruzada, colocada en estratos de 1 a 5 m de espesor de colores -- amarillo, pardo y rojo con intercalación de limonita y lentes de lutita, de tonalidad roja. Al este del área se presenta como arenisca deleznable, de grano fino a grueso, micácea, con gravillas de cuarzo y concreciones calcáreas, y con escasas capas de lutita gris azulosa intercaladas. También como arenisca calcáreo-arcillosa, de textura de grano fino a medio con horizontes y lentes carboníferos, macro y microfauna que indican un ambiente de depósito nerítico. (Véase figura 3). En la parte basal de este afloramiento se localiza el horizonte calcáreo donde se encontraron foraminíferos como Amphistegina parvula, Sorites marginalis, Pyrgo sp. y pelecípodos del género Venus o Chione (12).

El Holoceno juega un papel importante en el lugar y se caracteriza por el desarrollo de suelos de origen aluvial y palustre.

### 3.4.1 El Volcán Chichonal.

El Volcán Chichonal está situado en la porción noroccidental.



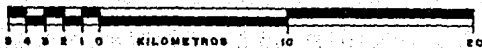
## GEOLOGIA

- Tm — MIOCENO (Terciario superior)  
 (ar) — arenisca  
 Q — CUATERNARIO  
 (al) — aluvial  
 (pa) — palustre

Fig. 3

S.S.P., 1983.

ESCALA 1:250,000





del estado de Chiapas. En línea recta se encuentra a 70 km. al norte-norponiente de Tuxtla Gutiérrez y a 77 km. al surponiente de Villahermosa, Tabasco. Forma parte del Anticlinorio de Chiapas que buza hacia la costa del Golfo.

Tectónicamente, el volcanismo de esta área puede relacionarse con el sistema de fallas de desplazamiento lateral que afectan el Anticlinorio de Chiapas y con la subducción de la Placa de Cocos. Se puede describir como un estratovolcán que se desarrolló por varios ciclos eruptivos de emisiones piroclásticas.

Está constituido por unidades volcánicas del Cuaternario que descansan sobre una secuencia de lutitas y areniscas del Terciario inferior que, a su vez, sobreyace a las formaciones calcáreas del Cretácico. Presenta un volcanismo poligenético y del tipo Vulcaniano-Peleano, constituido por tres cráteres, dos domos y depósitos piroclásticos.

El Chichonal es un volcán en actividad, en estado solfatárico, habiéndose sucedido la última actividad explosiva hace aproximadamente 130 años (13).

Las recientes erupciones del volcán fueron precedidas y seguidas por una importante actividad sísmica. Varias erupciones tuvieron lugar del 28 de marzo al 4 de abril de 1982, arrojando grandes cantidades de ceniza y pómez andesíticas de composición mineralógica muy homogénea: plagioclasas zoneadas (andesina y hornblenda verde), anfíboles, clinopiroxeno (salita), biotita, magnetita, apatita y esfeno (14).

### 3.5 Geomorfología.

Por su geología, el área de estudio constituye una zona de levantamiento en la que se han formado terrazas fluviales en la época del Pleistoceno. Estas terrazas son el componente más antiguo y más interno continentalmente hablando de la Planicie de Tabasco. Cubren un área de aproximadamente 10,800 km<sup>2</sup>, que significa el 34% de toda la planicie y son el producto de un aluvión interglacial del pre-Woodfordiano (15). Están ubicadas entre dos grandes zonas morfoestructurales; al norte la gran planicie tabasqueña de inundación y al sur una zona de plegamientos que es la Sierra del Norte de Chiapas. A fines del Mesozoico, el piso más profundo sufrió fracturas, formándose con esto el levantamiento que constituye un macizo montañoso que hoy se conoce como Sierra del Norte de Chiapas. Posteriormente, junto a esta sierra se formó una planicie de areniscas (sedimentos marinos costeros) del Terciario medio, que con el tiempo sufrió una fuerte denudación dando origen a dichas terrazas. Después, los ríos que existían en las partes altas de la república de Guatemala y en los estados de Chiapas y Veracruz transportaron una gran cantidad de sedimentos hacia el Golfo a través de la zona de terrazas buscando el nivel más bajo. De esta manera, ya en la época del Holoceno (Reciente), se formó la planicie inundada de Tabasco.

Las terrazas del Pleistoceno forman una extensa superficie suave y alargada que, dirigida hacia el Golfo, ha sido segmentada por medio de la erosión fluvial. De este modo se presentan interfluvios muy redondeados entre las planicies inundadas de los ríos

Tonalá, Mezcalapa, la Sierra y el Usumacinta. Hacia su orilla - norte, en el límite con la planicie aluvial del Holoceno, las terrazas alcanzan hasta 20 o 30 m. de altura sobre el nivel del -- mar. Las elevaciones crecen gradualmente en dirección sur hasta llegar a los 50 y 75 m. También cuentan con rasgos geomorfológicos menores, como son los vados alargados y pantanosos que parecen representar canales o arroyos de viejas corrientes; las pequeñas depresiones ovaladas que se llenan con agua durante la estación lluviosa forman lagunas pequeñas y someras que drenan hacia el norte, y una secuencia de sedimentos de diferentes tallas que van del más fino en la superficie al más grueso en las partes más profundas (16).

En dicha área se pueden ver dos grandes parteaguas que corren en dirección este-oeste en forma paralela, formando escurrimientos fluviales de norte a sur y de sur a norte. Estos escurrimientos pueden ser de dos tipos: "erosivos" en las partes altas, que forman valles profundos en forma de "V" con escarpas de 10 a 15 m. de alto, y "acumulativos" en las partes más bajas, que --- crean valles de fondo plano, muchas veces cubiertos por la deposición, que forman diques naturales del lado del valle que bloquean así el drenaje. A lo largo de ambos tipos crecen angostos bosques de galería que contrastan con la cubierta vegetal de pastos interfluviales, dando a la superficie un patrón característico cuando es visto desde el aire. Los parteaguas tienen una altura aproximada de 10 a 50 msnm. En dichos parteaguas o interfluvios se construyen las carreteras y poblados. Se puede decir, - en forma general, que el drenaje es de forma dendrítica y subden-

dítica sin control estructural (17).

La topografía general es de un plano ondulado a lomerío suave, con pendientes que van del 5 al 20% (18).

### 3.6 Hidrología.

Existen corrientes superficiales de importancia como son el río Usumacinta (corriente de régimen permanente) y los afluentes del río Chacamax, que son los arroyos Chuyipá, El Trapiche, Nacahuaste, Cedral y El Palmar. Además hay cinco lagunas: Saquilá, Chinchil, Nueva Esperanza, Chuyipa y Chacamax, que tienen como fuente de abastecimiento las lluvias y algunos escurrimientos de las partes altas.

La zona de estudio pertenece a la región hidrológica llamada Grijalva-Usumacinta, que cuenta con varias cuencas, dos de las cuales penetran a dicha zona: la del río Usumacinta y la del río Grijalva-Villahermosa.

Aproximadamente, el 90% de la superficie total pertenece a la cuenca del río Usumacinta, que está dividida en dos subcuencas. Se puede decir que el límite entre ellas, corre más o menos a lo largo de la carretera que va de Palenque a La Libertad, quedando la parte sur de la zona en la subcuenca del río Chacamax, y la parte norte, en la subcuenca del río Usumacinta. Hay una pequeña porción al suroeste del área de trabajo (el 10% restante) que pertenece a la subcuenca del río Tulijá que, a su vez, forma parte de la cuenca del río Grijalva.

Toda la zona cuenta con una infiltración promedio del agua -

de lluvia de 4.5%. El escurrimiento medio anual es de 500 a 1000 mm. y la evapotranspiración es de 64.4%.

El manto acuífero que se halla en esta zona es de tipo libre y se explota por medio de norias y pozos cuyo nivel estático varía de 0.5 a 25 m.; la calidad del agua es dulce y tolerable desembocando en el Golfo de México. La temperatura del agua es de 25 a 26°C y se emplea para uso doméstico y pecuario. La recarga más importante del acuífero es la precipitación pluvial y los ríos que drenan la superficie (19).

### 3.7 Uso del Suelo.

La mayor parte del área estudiada ha sido desmontada su vegetación natural para cultivar pastos dada la tradición ganadera -- que tienen ambos estados.

A continuación se mencionan los principales tipos de vegetación, su sinonimia con otros autores, sus características y sus principales especies:

#### 3.7.1 Selva Alta Perennifolia (para Miranda, F. y -- Hernández, E.; para Pennington y Sarukhán, y -- para SPP).

Sinonimia: bosque tropical perennifolio para Rzedowski y selva alta perennifolia de canshán y chakté para López Mendoza.

Estas selvas son comunidades formadas por vegetación arbórea. Generalmente se encuentran localizadas en climas cálido-húmedos --

compuestas por la mezcla de un gran número de especies que presentan contrafuertes o aletones, acompañadas de bejucos, lianas y plantas epífitas, y entrecaladas con árboles espinosos. Este tipo en particular es una comunidad muy densa dominada por árboles altos mayores de 30 m., que conservan el follaje durante todo el año más del 75% de sus componentes (20).

Se desarrolla este tipo de selva en zonas con temperatura -- media anual superior a 20°C, con una precipitación media anual mayor de 1500 mm. y una temporada seca nula o muy corta (las precipitaciones altas alcanzan más de 2000 mm. (21).

En la zona de estudio la selva crece sobre un material geológico de sedimentos recientes y antiguos. Los primeros se localizan en las partes más bajas que se forman entre los lomeríos, acumulación debida al arrastre de materiales de los lomeríos adyacentes y a la depositación de sedimentos acarreados de sus microcuencas por pequeños arroyos. Los sedimentos antiguos se encuentran formando los lomeríos y están integrados por arenas, arcillas y gravas (22).

Así tenemos que, para el caso de la comunidad vegetal que se desarrolla sobre los suelos aluviales recientes (vertisoles y -- gleysoles), la secuencia de dominancia en el estrato arbóreo es -- la siguiente: Terminalia amazonia (canshán), Andira galeottiana -- (macayo), Licania sp. (chuspi), Vochysia hondurensis (maca blanca), Brosimum alicastrum (ramón), Sweetia panamensis (chakté), -- Clophyllum brasiliense (barí), Pouteria unilocularis (zapotillo), Swietenia macrophylla (caoba), Spondias mombin (jobo), Bursera -- simaruba (palo mulato) y Pithecellobium arboreum (frijolillo).

La secuencia de dominancia, para la comunidad vegetal desarrollada sobre los suelos rojos arenosos-arcillosos (arenosoles y luvisoles) formados por sedimentos antiguos, es la siguiente: -- Terminalia amazonia (canshán), Sweetia panamensis (chakté), --- Brosimum alicastrum (ramón), Pithecellobium leucocalyx (guacibán), Astronium graveolens (jobillo), Tabebuia chrysantha (guayacán). - Swietenia macrophylla (caoba), Vochysia hondurensis (maca blanca), Sabal yucatanica (guano yucateco), Spondias mombin (jobo) y --- Calophyllum brasiliense (barí).

### 3.7.2 Bosque de encino (para SPP).

Sinonimia: encinar para Miranda y Hernández, encinar tropical para Pennington, Sarukhán y López Mendoza, y bosque de Quercus para Rzedowski.

Los encinares tropicales de México presentan gran afinidad climática con la selva alta perennifolia. El ecosistema exhibe una estructura vertical definida por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo. El estrato arbóreo tiene una altura promedio de 15 m. y se encuentra integrada esencialmente por Quercus oleoides (encino negro). No obstante, existen algunas especies pioneras de la selva alta perennifolia que se infiltran. El estrato herbáceo se encuentra integrado principalmente de gramíneas amacolladas (23).

Los encinares de lugares cálidos también se pueden encontrar relacionados con sabanas y todos ellos ubicados en la vertiente del Golfo (24), como es el caso de la zona de estudio.

En general, se considera que la presencia de esta comunidad en ambientes francamente tropicales está relacionada con ciertas características del suelo. La zona de encinares del estado de Tabasco, se encuentra en suelos arcillosos que constituyen una prominencia sobre el resto de la zona y que seguramente son de formación más antigua que los suelos circundantes. Esta pequeña franja de encinares que pasando por Catazajá se extiende hacia la zona de Palenque, Chiapas, se encuentra sumamente mezclada con elementos de la selva alta perennifolia tales como Vochysia hondurensis y Terminalia amazonia (25).

López añade a este respecto, que los suelos del encinar tropical en Tabasco y el norte de Chiapas, tienen el horizonte B más compacto que los suelos de la selva alta perennifolia, presentando además lo que el campesino llama "chinitas" que no son más que concreciones de hierro producto de la intensa laterización. El encinar no es desplazado por la selva, precisamente porque su strato edáfico posee características naturales que limitan el desarrollo de las especies neotropicales, pues parece ser que la extrémada acidez de los suelos en cuestión, es el elemento motor de este determinismo ecológico. Sin embargo, también debe influir su gran cantidad de hierro y aluminio lo cual, evidentemente, no está desligado de su bajo pH.

Sousa y Sarukhán, citados por Rzedowski, sugieren que la presencia de los encinares en las zonas de clima caliente de México, constituyen una condición relictual de épocas anteriores en las cuales el clima era más fresco que el actual. Esto lo correlacionan con los avances de los glaciares en el Pleistoceno (26).



### 3.7.3 Sabana (para Miranda, F. y Hernández, E., para Pennington y Sarukhán y para SPP).

Sinonimia: pastizal para Rzedowski y sabana de tachicón y nance para López Mendoza.

Es una pradera formada principalmente de gramíneas ásperas, amacolladas y ciperáceas, con vegetación arbórea achaparrada y dispersa (27).

El clima correspondiente a la mayor parte de las sabanas en México es caluroso, sin heladas y con precipitación generalmente superior a 1000 mm. anuales y con 0 a 6 meses secos. Se desarrollan típicamente sobre terrenos planos o escasamente inclinados, donde los suelos son casi siempre profundos y esencialmente arcillosos, aunque el horizonte superior puede ser arenoso. A causa de una capa impermeable, el drenaje interior es deficiente lo cual, unido al escurrimiento nulo o lento de la superficie, hace que durante el período lluvioso se produzcan frecuentes y prolongados encharcamientos. Los suelos son ácidos (pH 4 a 5.5) y más o menos ricos en materia orgánica (28).

Miranda, citado por Rzedowski, señala que en Tabasco, norte de Chiapas y sur de Veracruz, la sabana se localiza sobre planicies formadas por sedimentos relativamente antiguos, mientras que a niveles inferiores rellenos por depósitos más modernos dominan formaciones boscosas. La sabana de la parte boreal del estado de Chiapas es bastante típica y se encuentra en relación con los "tintales" de Haematoxylon campechianum y también con los encinares de Quercus oleoides.

Pennington y Sarukhán sostienen que la gran mayoría de las sabanas de México son de origen secundario, como es el caso de la zona de estudio, derivadas de diferentes tipos de selvas, que están ligadas a las actividades agropecuarias del hombre. Existen, sin embargo, pequeños focos de vegetación de sabana primaria que se ha extendido debido a cambios drásticos e irreversibles en los suelos, a causa del desmonte de la vegetación original y el fuego.

West, citado por Rzedowski, señala también que las sabanas en Tabasco son comunidades secundarias originadas por la actividad humana.

Las especies más comunes de gramíneas son: Paspalum licatum, Andropogon bicornis, Aristida purpurescens, Echinochloa colonum, Sporobolus indicus y Digitaria horizontalis. Otras herbáceas que abundan son las del género Cyperus odoratus, C. luzulae, C. haspan y Rynchospora rugosa. Las especies que más frecuentemente componen el estrato arbóreo son: Byrsonima crassifolia, Curatella americana y Crescentia cujete (29).

#### 3.7.4 Selva baja subperennifolia (para Miranda, F. y Hernández, E., para Pennington y Sarukhán, y para SPP).

Sinonimia: bosque espinoso para Rzedowski y selva baja espinosa perennifolia de tinto para López Mendoza.

Es una comunidad que se caracteriza porque alrededor del 25 al 50% de los árboles que la forman pierden la hoja en la época de secas (30). Se desarrolla en climas cálido-húmedos y subhúme-

dos, sobre suelos profundos con drenaje deficiente, que se inundan en la época de lluvias y se secan completamente durante la época seca. Por lo regular está en relación con las sabanas, por lo que a estas selvas se les puede llamar sabaneras (31).

Los "tintales", cualquiera que sea el relieve en el que se localizan, ocupan las áreas más bajas, excepto en el área de distribución de las agrupaciones de hidrófitas en donde ocupan la posición más elevada. La geología es de sedimentos aluviales y coluviales. El suelo es de acarreo, profundo, arcilloso, oscuro y permanece la mayor parte del año inundado, por lo que presenta gran cantidad de moteados grises y azules por efecto de la intensa gleyzación a que se encuentra sometido (32).

Miranda, que también lo denomina "tintal", lo ubica en el sureste de Tabasco y el norte de Chiapas. Es un bosque que tiene de 4 a 12 m. de altura, relativamente rico en epífitas y en trepadoras. López afirma que se concentra más sobre la cuenca baja del río Usumacinta y cerca de las comunidades de hidrófitas.

Está formada principalmente por Haematoxylum campechianum (palo tinto). Otras especies importantes son: Bucida buceras (pucté), Eugenia lundellii, Coccoloba barbadensis, Croton reflexifolius, Hyperbaena winzerlingii, Hampea macrocarpa, Jacquinia aurantiaca, etc. (33).

Precisamente, por el hecho de tener estrechos márgenes para su desarrollo, el tintal se restringe a pequeñas áreas aisladas como son las orillas de muchas lagunas, los "bajos" que se forman entre los lomeríos suaves, como es el caso para la zona de estudio, y las orillas de pequeños arroyuelos y de ríos caudalosos, -

pero en su porción de frecuente desbordamiento (34).

La principal perturbación que ha sufrido este tipo de vegetación es la extracción de Haematoxylum campechianum para la obtención de tinturas (35).

### 3.7.5 Tular y popal (para Miranda, F. y Hernández, -- E., y para SPP).

Sinonimia: tular, carrizal y popal para Rzedowski y espadañal y popal para López Mendoza.

Son asociaciones de plantas herbáceas monocotiledóneas de 1 a 3 m. de alto, enraizadas en el fondo del agua y cuyos tallos -- sobresalen de la superficie. Se desarrollan principalmente en la orilla de lagos y lagunas, y en lugares en donde se estanca el -- agua (36). Estas comunidades vegetales cubren grandes extensiones en Tabasco y al norte de Chiapas (37).

Según López, sus requerimientos dentro de la zona de estudio son: suelos profundos, ricos en materia orgánica, arcillosos, oscuros, con un pH agudamente ácido e inundados permanentemente, -- por lo que presentan fenómenos de reducción derivados del desplazamiento del oxígeno por parte del agua.

En México, las asociaciones más frecuentes para el tular, son las dominadas por: Typha spp., Scirpus spp. y Cyperus spp. (38). -- Para los carrizales: Phragmites communis y Arundo donax (39) y en los popales dominan: Thalia geniculata y algunas especies de Ca-- lathea y de Heliconia (40).

Otro tipo de agrupación semejante al popal que habita en claros de selva con abundancia de agua en el suelo, es el denominado en Tabasco y norte de Chiapas "tanayal"; está constituido por una planta de enormes hojas con aspecto parecido al de un plátano llamada tanay (Heliconia bihai) (41).

### 3.7.6 Pastizal cultivado (para SPP).

Es el que se ha cultivado después del desmonte de la vegetación natural en una región y, para su establecimiento y conservación, se realizan labores de cultivo y manejo.

Los pastos cultivados son nativos de diferentes partes del mundo. Las especies predominantes para el área de estudio son: -- Hyparrhenia rufa (jaragua), Cynodon plectostachium (estrella africana), Echinochloa polystachya (alemán), Digitaria decumbens (pangola), Pennisetum purpureum (elefante) y Panicum maximum (guinea) (42).

### 3.7.7 Agricultura de temporal anual (para SPP).

Se clasifica como tal a la agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia. Estas áreas pueden dejarse de sembrar algún tiempo, pero deberán estar dedicadas a esa actividad por lo menos en el 80% de los años de un período dado. Los cultivos permanecen en el terreno un tiempo variable pero no mayor de un año. Puede haber rotación de cultivos en la misma área,

bien sea en el mismo año, sembrando dos cultivos en diferente -- época como por ejemplo cultivo de primavera-verano y de otoño-invierno, o bien rotación a base de un año un cultivo y otro año -- otro. Como ejemplos de estos cultivos para esta zona tenemos: -- Zea mays (maíz) y Phaseolus spp. (frijol) (43).

Además de este tipo de agricultura, existen también algunas plantaciones de Citrus sinensis (naranja), Citrus vulgaris (sándalo) y Mangifera indica (mango) (44).

### 3.8 Uso Potencial del Suelo.

El uso potencial del suelo que tiene el área de estudio puede ser analizado desde tres puntos de vista: uso agrícola, uso ganadero y uso forestal. La SPP clasifica a dicha área en tres tipos de aptitudes para cada uno de los usos mencionados (45).

#### 3.8.1 Uso Agrícola.

- a) Terrenos aptos para el desarrollo de la agricultura mecanizada continua:

En éstos es posible obtener cuando menos dos ciclos agrícolas al año, debido a la cantidad y distribución de las lluvias como a las condiciones del terreno que permitan el establecimiento de obras de riego. El desarrollo de los cultivos es bajo por la acidez del suelo, la inundación periódica y el hidromorfismo. En las hondonadas de los lomeríos es necesario establecer sistema de drenes y/o sembrar cultivos adaptados al exceso de humedad. --

En los lomeríos que tienen pendientes más pronunciadas se debe cultivar mediante labranza al controno y cultivos de cobertura.

- b) Terrenos aptos para el desarrollo de la agricultura mecanizada estacional o agricultura de tracción animal continua:

En ellos, los cultivos se ven limitados a un ciclo agrícola por la presencia de inundaciones. En las márgenes del río Usumacinta se siembra maíz sin que se vean afectados los cultivos debido a que se han establecido drenes. La inundación se presenta discontinua y en forma de charcas. Además del establecimiento de sistemas de drenes se puede también sembrar cultivos adaptados al exceso de humedad.

- c) Terrenos no aptos para ningún tipo de utilización agrícola debido a la inundación permanente y a la salinidad.

### 3.8.2 Uso Ganadero.

- a) Terrenos aptos para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola:

Las condiciones del terreno y el clima permiten la sustitución de la vegetación natural por pastizal cultivado. El desarrollo de especies forrajeras y de pastizal cultivado es bajo debido a la acidez del suelo, la inundación periódica y el hidromorfismo. Estos terrenos son dedicados al pastoreo de ganado bovino de tres razas: cebú, criollo y brahman. Hay algunas zonas que están

sobrepastoreadas. La aptitud para la movilidad del ganado en el área de pastoreo es alta.

- b) Terrenos aptos para el aprovechamiento de la vegetación - natural diferente al pastizal:

Aunque no sea posible establecer una pradera cultivada en la comunidad vegetal natural, existen especies aprovechables para el ganado. La aptitud para la movilidad del ganado en el área de -- pastoreo de esta zona es baja por la inundación.

- c) Terrenos no aptos para el aprovechamiento pecuario por la inundación permanente y la salinidad.

### 3.8.3 Uso Forestal.

- a) Terrenos aptos para la obtención de productos maderables y no maderables con orientación doméstica:

Este uso forestal se puede llevar a cabo en relictos de selva alta perennifolia, y en la vegetación secundaria de ésta. Son áreas muy perturbadas donde las especies se aprovechan principalmente para leña, cercas y construcciones rurales. Algunas veces estas zonas se inundan y la extracción de los productos se vuelve difícil.

- b) Terrenos no aptos para la explotación forestal:

Se debe a que la vegetación natural ha sido sustituida por - diversas formas de utilización agropecuaria.



### 3.9 Fauna.

West y sus colaboradores hacen una descripción de la fauna típica de la región (y en especial para el caso particular de la zona de estudio de este trabajo), basándose en la relación que -- existe de ésta con ciertas zonas ecológicas como son la selva lluviosa y el acahual, la sabana y el pantano de agua dulce (46).

#### 3.9.1 Asociación con la Selva Lluviosa y el Acahual.

El número más considerable de especies animales está relacionado con la selva lluviosa que en algún tiempo cubrió la mayor -- parte del área; pero la drástica alteración de la vegetación que ha sido el resultado de la tala inmoderada para abrir tierras a -- los pastizales y cultivos por medio de la roza, tumba y quema, -- ha modificado el patrón normal estableciéndose un nuevo ensamble fáunico.

Las principales especies de las áreas más conservadas son:

Mamíferos: Alouatta villosa mexicana y A. v. pigra (mono --- chillón o saraguato), Ateles geoffroyi vellerosus (mono araña), -- Sciurus deppei deppei (ardilla de Deppe), S. yucatanesis baliolus (ardilla de Yucatán), S. aureogaster aureogaster (ardilla "panza roja"), Didelphis marsupialis tabascensis (zarigüella), Mazama -- americana (venado), Tapirus bairdii (tapir), Sylvilagus brasilen- sis truei (conejo silvestre), Dasyopus novemcinctus mexicanus (ar- madillo de nueve bandas), Coendou mexicanus (puercoespín), Felis pardalis pardalis (ocelote), Felis wiedii yucatanica (margay). --

Dasyprocta mexicana y D. punctata (aguti) y Procyon lotor shufeldti (mapache).

Aves: Ardea spp. (garza), Tinamus major (perdiz real), Cripturellus cinnamomeus (perdiz zarada), Crax rubra (faisán negro), Odontophorus guttatus (golonchaco) y Penelope purpurascens (cojolita o choncho).

Reptiles: Bothrops atrox aspera (nauyaca), Crotalus terrificus basiliscus (cabeza de diamante), Micrurus sp. (coralillo), Clelia clelia (masacúa), Constrictor imperator (boa), Coriophanes sp. (falsa coral), Iguana iguana rhinolopha (iguana), Basiliscus vittatus (lagarto basilisco).

La presencia de arbustos, hierbas y pastos inducida por la abundancia de luz solar en el suelo de las áreas taladas atrae a otros animales:

Mamíferos: Odocoileus virginianus thomasi (venado cola blanca), Heterogeomys hispidus teapensis (topo de bolsillo), Heteromys spp. (ratón de bolsillo) y Reithrodontomys sp. (rata cosechera).

Aves: Ortalis vetula (chachalaca) y Agriocharis ocellata (pavo ocelado).

### 3.9.2 Asociación con la Sabana.

En términos numéricos de las especies animales, los pastizales pueden considerarse empobrecidos, debido a la excesiva persecución por parte de los cazadores que han destruido la mayor parte de las poblaciones. Las especies más importantes son:

Mamíferos: Sylvilagus floridanus yucatanensis (conejo cola de algodón), Urocyon cinereoargenteus (zorra gris) y Oryzomys sp. -- (rata del arroz).

Aves: Alauda arvensis (alondra) y Ficedula sp. (papamoscas).

### 3.9.3 Asociación con Pantanos de Agua Dulce.

La abundante agua dulce en lagos, ríos y arroyos, las inundaciones temporales y la vegetación de pantano son los factores ecológicos que favorecen la preponderancia de animales acuáticos y semiacuáticos. Las familias y especies dominantes son:

Peces: fam. Chichlidae (mojarra), fam. Pimelodidae (pez gato o bagre), fam. Poeciliidae (charal), fam. Mugilidae (mújil), Lepisosteus tropicus (cabeza larga) y peje-lagarto o catán.

Reptiles: Caiman crocodylus fuscus (caimán), fam. Chelydri-- dae (tortuga mordedora), Kinosternon leucostomum (tortuga "pochitoque") y Natrix sp. (serpiente de agua).

Aves: Anas acuta (pato cola larga), Anas discolor (pato de alas azules), Anas cyanoptera (pato café) Aythya affinis (pato bo la), Mareca americana (pato calvo), Dendrocygna autumnalis (pato arbóreo o "pichiche"), Cairina moschata (pato real), Leucophox -- thula (garza cupido) y Ajaia ajaja (garza cuchara).

### 3.10 Aspectos Socioeconómicos.

La cría de ganado bovino fue introducida a Tabasco y Chiapas por los españoles, pero durante todo el período que duró la Colo-

nia (1531-1821) el ganado se usó para autoconsumo y solamente se exportaban productos excedentes cuando las condiciones lo permitían. Durante el período independiente (1821-1910) se consolida en el país la hacienda como unidad agropecuaria y, con esto, la ganadería bovina se intensifica, aunque siempre se mantiene con un carácter complementario pues las plantaciones (cacao, café, plátano, etc.) eran el pilar fundamental de sostén. Después de la Revolución de 1910 y durante el período del Gral. Cárdenas (1934-1940), surgen la mayoría de los ejidos, que persisten en la actualidad. Se realizan importaciones de pies de cría de Estados Unidos, se vende ganado a otros estados del país, surgen adelantos tecnológicos para la cría y la región va adquiriendo un papel importante dentro de la economía nacional (1940-1950). Todo esto provoca cambios en la acción de las estructuras gubernamentales, como en la de los productores, encaminadas hacia el aumento en la producción, llegando a hacer de una forma extensiva con el "proceso de expansión horizontal ganadero" (47).

Actualmente, el estado de Tabasco y norte de Chiapas presentan una economía diversificada, ocupando el principal modo productivo la ganadería, que representa el 60.82% de la superficie total con pastizales naturales, inducidos y cultivados. Esta superficie tiende a incrementarse debido al aumento de población en los centros urbanos, al fuerte apoyo crediticio de la Banca oficial, a la presencia de la Compañía Nestlé que acapara la producción de lácteos y que fomenta el proceso de la ganaderización (48).

La ruta que sigue el Ferrocarril del Sureste a través de las

llamadas sabanas del sur de Tabasco y norte de Chiapas ha sido de gran ayuda a los ganaderos para el embarque de sus animales directamente a los mercados de la Ciudad de México. De la misma manera, la terminación de la carretera 261 a través del sureste de -- Tabasco y occidente de Campeche en 1966, ha dado por resultado la organización de flotillas de camiones para transportes rápidos del ganado hasta la parte central del país (49).

#### IV.- MATERIALES Y METODO

La metodología de trabajo empleada para la realización de la presente investigación es la utilizada en el Departamento de Edafología para elaborar la carta edafológica escala 1:50,000 que produce la Dirección General de Geografía. Esta metodología utiliza como herramienta fundamental el Sistema de Clasificación de Suelos FAO-UNESCO 1970, modificado por CETENAL en 1970 (1) y consta básicamente de las siguientes fases:

a) Recopilación de la información bibliográfica y cartográfica existente. En esta información se incluyen los datos de localización, fisiografía, clima, geología, geomorfología, edafología, hidrología, uso del suelo y fauna para la región; así como los de carreteras, terracerías y brechas, y los servicios con que cuentan los poblados que existen dentro del área como hoteles, -- gasolineras, etc. Posteriormente a ésto se elaboró el itinerario.

b) Inspección preliminar en el campo que consiste en establecer los criterios de fotointerpretación de la zona, relacionando los suelos vistos con los otros elementos del paisaje y con las -- imágenes fotográficas. En esta fase se contó con la ayuda de las cartas temáticas siguientes: topográfica, geológica, climática, -- fisiográfica, hidrológica y de uso del suelo.

c) Interpretación fotográfica de 25 imágenes aéreas B/N escala 1:70,000 con el estereoscopio Wild y el de bolsillo. Esta -- fase consiste en la separación de las diferentes unidades de suelo hecha sobre las fotografías mediante alguno de los estereoscopios y un estilógrafo con tinta china.

d) Verificación de campo para realizar un levantamiento de suelos y corroborar los límites establecidos entre las diferentes unidades de suelos. Se hicieron 40 pozos a cielo abierto, 20 de los cuales se abrieron a una profundidad de 2 metros y los otros 20 a 1.25 m. Todos ellos se describieron y se muestrearon. Las muestras de suelo se etiquetaron con la medida y nomenclatura de cada horizonte y los datos generales del perfil y de la zona para su posterior análisis en el laboratorio. Los datos obtenidos en el campo para cada perfil son necesarios para una clasificación correcta y por ello se anotan en dos tipos de cuestionarios impresos que elabora la DGG. (Véase apéndice). Uno de ellos da una información completa y detallada de cada uno de los horizontes del perfil, así como también de las condiciones ambientales particulares para ese lugar y el otro, mucho más simple y condensado, da la información que corresponde a los horizontes de diagnóstico y sirve para apoyar las descripciones detalladas.

e) Análisis físicos y químicos en el laboratorio. (2) Se llevan a cabo los siguientes:

1. Textura. Determinada por el método de Bouyoucos. La muestra de suelo debe estar limpia de sales, carbonatos o yeso y con un contenido de materia orgánica inferior al 3%. Se utiliza un densímetro Bouyoucos, un agitador eléctrico y como reactivos: solución de silicato de sodio y solución saturada de oxalato de sodio.

2. Color en seco y en húmedo. Se efectúa su determinación con las tablas de colores de Munsell indicándose el color numéricamente.

3. pH. Su valor se determina por lectura directa en un potenciómetro con electrodos de colomel como de referencia y de vidrio para la medición.

4. Conductividad eléctrica. Se prepara una pasta con la muestra de suelo y agua destilada, midiendo la resistencia con el Puente de Wheatstone para corriente alterna.

5. Materia orgánica. Determinada por el método de Walkley y Black modificado por Walkley. Se utilizan sulfato ferroso 0.5N, dicromato de potasio 1N, difenilamina al 1%, ácido fosfórico al 95% y ácido sulfúrico concentrado (al 98%) como reactivos y la muestra de suelo disuelta en agua destilada.

6. Capacidad de intercambio catiónico total. Determinada con el método de Kjeldhal. Se utilizan como reactivos una solución 1N de acetato de amonio, alcohol etílico al 95%, ácido clorhídrico 0.1N, cloruro de sodio al 10%, óxido de magnesio y ácido bórico al 4%, una centrífuga y matraces Kjeldhal.

7. Calcio intercambiable. Determinado por titulación volumétrica con EDTA (etilendiamino tetracético). Se utilizan como reactivos: soluciones de hidróxido de sodio 4N, cloruro de sodio 0.01N, indicador de purpurato de amonio y versenato (etilendiamino tetracético) 0.01N.

8. Sodio y potasio intercambiables. Se efectúa su determinación por emisión de flama usando un canal doble del fotómetro de flama en el auto-analizador y con los siguientes reactivos: solución estándar de nitrato de litio de 1000 meq/l y soluciones patrón de potasio y de sodio de 10 meq/l cada una.



9. Magnesio intercambiable. La determinación se efectúa en el auto-analizador y está basada en el desarrollo de un complejo azul entre hidróxido de magnesio y magnesio azul. El hidróxido de magnesio se precipita en una solución alcalina y el magnesio azul se absorbe en presencia de un agente humectante (Brij) y un material dispersante (alcohol polivinílico). La intensidad del color azul es directamente proporcional a la concentración de magnesio en la muestra.

10. Fósforo asimilable. Determinado por el método de Bray--Kurtz para suelos ácidos. Se efectúa manualmente en un colorímetro "Coleman" con los siguientes reactivos: solución de fluoruro de amonio 0.03N en ácido clorhídrico 0.025N, ácido cloro-molíbdeno y ácido cloro-estano.

11. Porcentaje de saturación de bases y porcentaje de saturación de sodio. Su determinación se efectúa por correlación matemática.

Estos análisis se realizaron en el laboratorio de análisis de materiales del Departamento de Edafología de la Dirección General de Geografía (2) y son necesarios para poder tener un conocimiento completo y real de las características del suelo y así clasificarlo y evaluarlo para su uso correctamente.

f) Análisis mineralógicos por difracción de Rayos X. En la identificación de minerales arcillosos por difracción de rayos X, se usa preferentemente el método de montaje de la muestra de arcilla, llamado de agregados orientados y un difractómetro o bien una cámara con película fotográfica. La identificación de minerales arcillosos en montajes de agregados orientados, se basa en

la medición de la distancia o espaciado basal, así como en la determinación del comportamiento de dicho espaciado ante diversos -- tratamientos físico-químicos. El montaje de agregados orientados ofrece ventajas, porque quedan un gran número de cristales paralelos en condiciones de difractar simultáneamente los planos.

Se debe separar la fracción arcilla de las fracciones más --- gruesas por diferencia en la velocidad de sedimentación en suspensión acuosa. Algunos investigadores acostumbran someter la arcilla separada a diversos tratamientos previos a su montaje, tales como eliminación de materia orgánica, de óxidos de hierro libres, de carbonatos, etc., pero en este caso no fue necesario.

El montaje de la muestra para su corrimiento se hace sobre -- un portaobjetos ligeramente esmerilado, extendiéndose la pasta -- saturada de la arcilla repetidas veces con una pequeña espátula -- hasta alcanzar a formar una delgada película uniforme. Con este procedimiento se alcanzan a orientar los planos paralelos a la su perficie del vidrio de un buen número de cristales de arcilla, con lo que se obtienen buenas intensidades de los difractogramas. El corrimiento se efectúa en seco (secado al aire), en húmedo, o con cualquiera de los tratamientos que se efectúan para identifica--- ción.

Los preparados se someten en una cámara Debye-Scherrer a la acción directa de los rayos X, que se refractan y registran en una película. Una primera condición para que el procedimiento tenga éxito es la obtención de radiación monocromática, esto es que con tenga una longitud de onda específica. La radiación más frecuentemente utilizada es la  $K_{\alpha}$  del cobre, que incluye el doblete  $K_{\alpha 1}$

y  $K_{\alpha 2}$ . Dado que están muy próximas entre sí, se toma para los cálculos el valor de longitud de onda promedio de ambas: 1.5418 Å. Para obtener la monocromatización se usan filtros de níquel y/o cristales monocromatizadores de grafito.

Las diferentes líneas de difracción que se obtienen sobre papel se analizan y se identifican.

Estos análisis se realizaron en el laboratorio del Consejo de Recursos Minerales y son necesarios como auxiliar en la interpretación de la génesis y la evolución de los suelos.

g) Integración e interpretación de las descripciones de los perfiles hechos en campo, de los análisis físico-químicos y de los análisis mineralógicos.

h) Reinterpretación de las fotografías aéreas de acuerdo con la descripción morfológica de los perfiles obtenidos en la verificación de campo, tomando como base los análisis de laboratorio y las características ecológicas del medio ambiente.

i) Elaboración de la carta edafológica 1:50,000 transfiriendo toda la información de las fotografías aéreas.

j) Elaboración de la memoria.

## V.- RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO

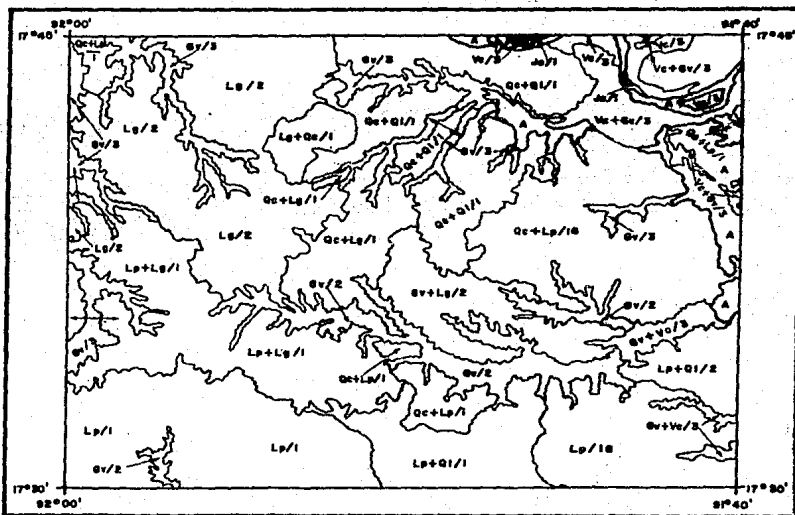
### 5.1 Mapa de Ubicación.

A continuación se presenta un mapa a gran visión, escala 1:250,000 de la edafología de la zona de estudio. Este mapa pretende dar al lector el conocimiento general de los tipos de suelo que existen en el área de Emiliano Zapata y Palenque, así como también la ubicación de los mismos. (Véase Figura 4).

Al finalizar el apéndice del presente trabajo aparece sobre la contraportada la carta edafológica a semi-detalle escala 1:50,000 de la misma zona, incluyendo todos los perfiles realizados y la referencia de los poblados, ranchos, carreteras, caminos y curvas de nivel para ubicar con precisión las unidades cartográficas de suelos.

### 5.2 Descripciones de perfiles, observaciones de campo y resultados de análisis físico-químicos.

Se presentan las descripciones, las observaciones de campo y las determinaciones físicas y químicas de los perfiles más representativos de las principales clases de suelos encontrados en la zona de estudio, los cuales fueron escogidos entre los cuarenta que se hicieron en total en base a sus características:



### EDAFOLOGIA

ARENOSOL CAMBICO	_____	Qc	LUVISOL GLEYICO	_____	Lg
ARENOSOL LUVICO	_____	Ql	LUVISOL PLINTICO	_____	Lp
GLEYISOL VERTICO	_____	Gv	VERTISOL CROMICO	_____	Vc
FLUVISOL EUTRICO	_____	Je	LAGUNAS (agua)	_____	A

### CLASE TEXTURAL

(en los 30cm. superficiales del suelo)

GRUESA \_\_\_\_\_ 1      MEDIA \_\_\_\_\_ 2      FINA \_\_\_\_\_ 3

### FASE FISICA

GRAVOSA \_\_\_\_\_ 0

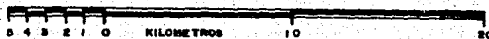
UNIDAD DE CLASIFICACION FAO/UNESCO, 1970 MODIFICADA POR LA D.G.G.

SUELO PREDOMINANTE + SUELO SECUNDARIO

CLASE TEXTURAL DE LA UNIDAD CARTOGRAFICA-FASE FISICA

Fig. 4

ESCALA 1 : 250,000



### 5.2.1 Arenosoles (FAO-UNESCO, 1970).

Los arenosoles encontrados presentan las siguientes características: todos ellos constituyen lomeríos de arenisca con pendientes suaves o moderadas, son de color claro, ya sea ocre, anaranjado o rojo, y de textura arenosa, debido a que como están en las partes altas o sobre las pendientes, el agua de lluvia desnuda tanto la materia orgánica como la arcilla depositándolas en los bajos y al lograr aquella infiltrarse en el suelo, va lixiviando constantemente los horizontes superficiales y medios para dejar los minerales primarios que son gruesos y más resistentes al intemperismo. Sus colores amarillos y rojos se deben a la gran cantidad de hierro en forma de óxidos y sesquióxidos y a la escasa cantidad de materia orgánica que contienen.

La textura arenosa impide que las bases (nutrientes) del suelo puedan encontrar sitios activos (cargas negativas) en donde detenerse, como lo harían en las partículas de arcilla si las hubiera; esto, sumado a los compuestos de hierro y al exceso de hidrogeniones libres provenientes del agua de lluvia, hacen que estos suelos sean ácidos en alguna época del año. Las plantas, por lo dicho arriba, crecen con deficiencia de fósforo, potasio, calcio y magnesio.

El cambio de color entre los diferentes horizontes de estos suelos se debe a la pérdida de bases en estado soluble y a la gradual transformación de los feldespatos en caolinita. Esta neoforación de minerales es rápida y continua gracias al clima que existe en la zona.

Todos los suelos estudiados están dedicados a pastizales, ya sea cultivados o inducidos, para la cría de ganado bovino. Los propietarios han intentado introducir diferentes cultivos como --yuca, sandía, calabaza, maíz, etc., con resultados pésimos, incluso hasta los pastos son de mala calidad, teniendo que complementar la alimentación del ganado con suplementos artificiales.

Las zonas de arenosoles son las más susceptibles a la erosión hídrica, siendo muy frecuente encontrar grandes cárcavas que incluso llegan a unirse para formar grandes oquedades que cortan el terreno abruptamente.

Se escogieron los tres perfiles más representativos de este grupo de suelos para describirlos en la presente memoria:

#### PERFIL 34

#### Descripción del sitio

Está ubicado a un kilómetro y medio al oeste -- del rancho Chinchil, a una altitud de 50 msnm y en un clima Am w" (i') g. El material parental es arenisma y forma un lomerío suave. El modo de formación de este suelo es residual y el material que lo forma es tan deleznable que es -- muy susceptible a la erosión en surcos y cárcavas. El drenaje externo es bueno. La influencia humana es alta; el campo ha sido desmontado para cultivar pasto para el ganado.

Profundidad (cm)  
Denominación

0 - 22

Ap

Pardo en seco (7.5YR 5/4) y pardo oscuro en húmedo (7.5YR 3/2). Textura arenosa (2%r-8%l-90%a)

y está ligeramente húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño grueso (2-5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) frecuentes (entre 0.5 y 1cm) y finos (1-3mm Ø) escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad rápida. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad nulas y con raíces finas (<2mm Ø) y medias (2-5mm Ø), ambas abundantes (>100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica baja, pH neutro, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte abrupta (<2.5cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: OCRICO.

22 - 59

A12

Pardo fuerte en seco (7.5YR 5/6) y pardo oscuro en húmedo (7.5YR 4/4). Textura arenosa -- (4%r-8%l-88%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø), escasos (cada 1.5cm o más) y finos (1-3mm Ø) frecuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad rápida. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad nulas y con raíces finas (<2mm Ø), abundantes (>100 en 10 dm<sup>2</sup>) y medias (2-5mm Ø) frecuentes (20 a 100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica muy baja, pH neutro, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte abrupta (<2.5cm) y plana.



59 - 82

B1

Rojo amarillento en seco (5YR 5/6) y pardo rojizo en húmedo (5YR 4/4). Textura arenosa (2%r-6%l-92%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño grueso (2-5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos frecuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad rápida. Tiene películas arcillosas zonales, delgadas, ubicadas en canales de raíces. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad nulas y con raíces finas (<2mm Ø), ambas frecuentes (20 a 100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica muy baja, pH neutro, con reacción nula al HCl, ligeramente sódico y CICT muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana.

82 - 110

B21

Rojo en seco (2.5YR 5/6) y pardo rojizo en húmedo (2.5YR 4/5). Textura arenosa (4%r-6%l-90%a) y está húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos frecuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad rápida. Tiene películas arcillosas zonales, delgadas, horizontales, verticales y en canales de raíces. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad nulas y con raíces finas (<2mm Ø)

frecuentes (20 a 100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica muy baja, pH neutro, con reacción nula al -- HCl, ligeramente sódico. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte gradual (6 a 12cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: CAMBICO.

110 - 143  
B22

Rojo en seco (2.5YR 5/6) y pardo rojizo en húmedo (2.5YR 4/5). Textura areno-migajosa (10%r-8%l-82%a) y está húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares - de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) abundantes (cada 0.5cm o menos), con permeabilidad rápida. Tiene películas arcillosas continuas, delgadas, horizontales y verticales y moderadas, ubicadas en canales de raíces. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras y con raíces finas (<2mm Ø) escasas (<20 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica muy baja, pH neutro, con reacción nula al HCl, ligeramente sódico y CICT muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte -- gradual (6 a 12.5cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: CAMBICO.

143 - 186  
B23

Rojo en seco (2.5YR 5/6) y pardo rojizo en húmedo (2.5YR 4/5). Textura areno-migajosa (10%r-6%l-84%a) y está húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares -

de tamaño muy grueso ( $> 5\text{cm } \emptyset$ ). Tiene poros muy finos ( $< 1\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes (entre 0.5 y 1cm), - con permeabilidad rápida. Tiene películas arcillosas continuas, delgadas, horizontales y verticales moderadas, ubicadas en canales de raíces. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras. Materia orgánica - muy baja, pH neutro, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Sin fósforo. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: CAMBICO.

Drenaje interno del perfil: muy rápido.

OBSERVACIONES: La primera capa es un horizonte antrópico por presentar perturbación por pastoreo.

En este perfil al igual que en todos los arenosos cámbicos muestreados se observó una capa de ceniza volcánica que se depositó cuando hizo erupción el Chichonal; ésta ha desaparecido en algunas partes de la superficie del suelo porque el agua de lluvia la ha arrastrado hasta las hondonadas o hacia el interior del perfil - acumulándose en vetas intercaladas en los primeros horizontes.

La capa melanizada que se encontró en la superficie era delgada (22cm) porque la acción del clima hace que los restos vegetales y animales se descompongan rápidamente y la materia orgánica

nica no permanezca por mucho tiempo en el suelo. El hecho de que estos suelos sean muy pobres en materia orgánica y en bases intercambiables (K, Ca, Mg y P) y, que además tenga una mínima cantidad de arcilla, hace que presenten problemas de fertilidad, y que por lo tanto, no sea recomendable ni para la agricultura ni para el cultivo de pastizales.

El agua que circula en el interior de estos suelos arenosos arrastra las sales solubles (Na, K, Ca y Mg) y los minerales finos (arcillas) provocando una migración general descendente. Estas sales que se han perdido son sustituidas por -- iones  $H^+$  o  $Al^{+++}$  que acidifican el suelo.

**Clasificación:** ARENOSOL CAMBICO (FAO-UNESCO, - 1970). (1).

INCEPTISOL TROPEPT EUTROPEPT -- (SOIL SURVEY STAFF, 1975). (2).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA			Clasificación Textural	COLOR		Cond. Eléct. umbros / cm	pH en agua relación 1:1	% Materia Orgánica	C. I. C. T. meq / 100 g	% saturación de bases	Na meq / 100 g	% saturación de Na	Meq / 100 g.			D.P.M.
			% de arcilla	% de limo	% de arena		En Seco	En Húmedo								Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg	
34	Ap	0 - 22	2	8	90	A	7.5YR 5/4	7.5YR 3/2	2	6.9	1.5	4.0	100	0.1	15	0.3	2.5	1.1	3.0
34	A12	22 - 59	4	8	88	A	7.5YR 5/6	7.5YR 3/4	2	6.9	0.4	1.5	100	0.2	15	0.1	1.3	0.6	2.6
34	B1	59 - 82	2	6	92	A	5YR 5/6	5YR 4/6	2	7.2	0.3	1.3	100	0.2	15	0.1	1.6	0.5	-
34	B21	82 - 110	4	5	90	A	2.5YR 5/6	2.5YR 4/6	2	7.2	0.1	1.3	100	0.2	15	0.1	0.9	0.5	-
34	B22	110 - 143	10	8	82	Am	2.5YR 5/6	2.5YR 4/6	2	7.0	0.1	1.3	100	0.2	15	0.1	1.3	0.6	-
34	B23	143 - 186	10	6	84	Am	2.5YR 5/6	2.5YR 4/6	2	7.1	0.1	1.3	100	0.2	15	0.1	0.9	0.6	-

Cuadro No. 1.- Datos analíticos del perfil No. 34 (ARENOSOL CAMBICO).

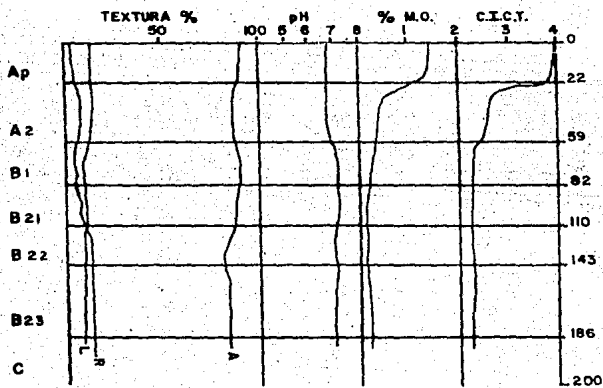
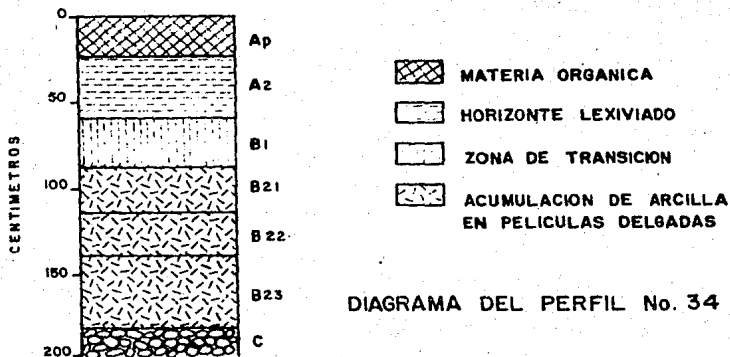


DIAGRAMA DE ALGUNOS DATOS ANALITICOS

Fig. 5 REPRESENTACION DEL ARENOSOL CAMBICO (Qc)

## PERFIL 29

## Descripción del sitio.

Está ubicado a un kilómetro y medio al sur de la Laguna Chuyipa, a una altitud de menos de 50 msnm y en un clima Am w" (i') g. El material parental es arenisca y forma un lomerío. El modo de formación de este suelo es residual y el drenaje externo es bueno. La influencia humana es alta, pues la vegetación natural ha sido desmontada para cultivar pastos para el ganado. Existen algunos relictos de selva baja subperennifolia.

Profundidad (cm)  
Denominación

0 - 23

Ap

Pardo amarillento oscuro en seco (10YR 4/4) y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2). Textura arenosa (2%r-8%l-90%a) y está ligeramente húmedo, con estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø) y de forma granular. Tiene poros finos (1-3mm Ø) escasos (cada 1.5cm o más) y permeabilidad rápida. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad nulas y con raíces finas (<2mm Ø) abundantes (>100 en 10 dm<sup>2</sup>) y medias (2-5mm Ø) escasas (1 a 20 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica moderada, pH moderadamente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte abrupta (<2.5cm) y plana. HORIZON

## TE DE DIAGNOSTICO: OCRICO.

23 - 49

A12

Pardo fuerte en seco (7.5YR 5/6) y pardo oscuro en húmedo (7.5YR 4/4). Textura areno-migajosa (4%r-16%l-80%a) y está ligeramente húmedo, - con estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm - Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y finos -- (1-3mm Ø), ambos abundantes (cada 0.5cm o menos, con una permeabilidad rápida. Consistencia muy fiable en húmedo, adhesividad y plasticidad nulas y con raíces finas (<2mm Ø) frecuentes (20 a 100 en 10 dm2) y medias (2-5mm Ø) escasas (1 a 20 en 10 dm2). Materia orgánica baja, pH moderadamente ácido, con reacción nula al HCl, ligeramente sódico y CICT muy baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara - (2.5 a 6cm) y ondulada. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: OCRICO.

49 - 78

B1

Rojo amarillento en seco (5YR 5/6) y café rojizo oscuro (5YR 3/4) en húmedo. Textura migajón arenosa (12%r-8%l-80%a) y está húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques - subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). - Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos frecuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad rápida. Películas arcillosas continuas y delgadas, ubicadas en canales de raíces.



Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad nula y plasticidad ligera. Materia orgánica baja, pH moderadamente ácido, con reacción nula - al HCl y CICT muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y ondulada.

78 - 115  
B21t

Rojo amarillento en seco (5YR 5/6) y rojo oscuro en húmedo (2.5YR 3/6). Textura migajón arcillo-arenosa (20%r-10%l-70%a) y está húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3 mm Ø), ambos frecuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad rápida. Películas arcillosas continuas y moderadamente gruesas, ubicadas en superficies clásticas y en canales de raíces. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad moderadas, con nódulos negros de hierro y manganeso pequeños (<0.5cm Ø), de forma esférica, muy escasos (<5% en vol.), blandos y dispersos. Materia orgánica muy baja, pH moderadamente ácido, con reacción nula al HCl y CICT -- muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

115 - 130  
B22t

Rojo amarillento en seco (5YR 5/6) y rojo oscuro en húmedo (2.5YR 3/6). Textura migajón arcillo-

llo-arenosa (26%r-8%l-66%a) y está húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso ( $> 5\text{cm } \emptyset$ ). Tiene poros muy finos ( $< 1\text{mm } \emptyset$ ) y finos ( $1-3\text{mm } \emptyset$ ), ambos frecuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas continuas y moderadamente gruesas, ubicadas en superficies clásticas y en canales de raíces. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes, con nódulos negros de hierro y manganeso, pequeños ( $< 0.5\text{cm}$ ), de forma esférica, escasos (5 a 15% en vol.), blandos y dispersos. Materia orgánica muy baja, pH moderadamente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

130 - 162  
B23tirch

Rojo amarillento en seco (5YR 5/6) y rojo obscuro en húmedo (2.5YR 3/6). Textura migajón arcillo-arenosa (32%r-12%l-56%a) y está húmedo, con estructura moderadamente desarrollada en bloques angulares de tamaño muy grueso ( $> 5\text{cm } \emptyset$ ). Tiene poros muy finos ( $< 1\text{mm } \emptyset$ ) abundantes (cada 0.5cm o menos) y finos ( $1-3\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes (entre 0.5 y 1 cm), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas continuas, gruesas, horizontales y verticales. Consistencia firme en

húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes, con nódulos negros de hierro y manganeso pequeños ( $< 0.5\text{cm } \emptyset$ ), de forma esférica, muy escasos ( $< 5\%$  en vol.), blandos y dispersos. Materia orgánica muy baja, pH ligeramente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

162 - 200

Circn

Amarillo rojizo en seco (5YR 6/6) y pardo amarillento en húmedo (10YR 5/8). Textura migajón arcilloso (28%r-30%l-42%a) y está húmedo, con estructura masiva. Tiene poros muy finos ( $< 1\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad moderada. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad moderadas, con nódulos negros de hierro y manganeso, pequeños ( $< 0.5$  a 1cm), esféricos, escasos (5 a 15% en vol.), blandos y dispersos, manchas rojo oscuro (10R 3/6) abundantes ( $> 20\%$  en vol.), medianas (5 a 15 mm  $\emptyset$ ), destacadas y con bordes abruptos ( $< 1\text{mm}$ ). Materia orgánica muy baja, pH ligeramente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Sin fósforo. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: PLINTICO.

Drenaje interno del perfil: moderado.

OBSERVACIONES: La primera capa es un horizonte antrópico por presentar perturbación por pastoreo.

Sobre la superficie de todos los arenosoles lúvicos del área de estudio se encontró una capa delgada de 2cm aproximadamente de grosor de ceniza volcánica.

En este tipo de arenosol además de producirse las migraciones de material en sentido vertical como fue explicado en el perfil anterior, también son frecuentes las migraciones laterales a lo largo de la pendiente, aunque ésta sea muy suave, provocando un empobrecimiento de las capas arenosas superiores.

En este suelo el Al, el Mn y el Fe que se originan de la alteración bioquímica de los minerales primarios llegan a constituir soluciones casi tan móviles, como las sales solubles que pueden descender hasta los horizontes B, donde se insolubilizan otra vez y de esta manera no se pierden totalmente como ocurre en el suelo anterior.

**Clasificación:** ARENOSOL LUVICO (FAO-UNESCO, 1970). (3).

ALFISOL AQUALF PLINTHAQUALF (SOIL SURVEY STAFF, 1975). (4).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA				COLOR		Cond. Elect. umbros / cm	pH en agua relación 1:1	% Materia Orgánica	C. I. C. T. / 100 g	% Saturación de Bases	Na / 100 g	% Saturación de Na	Meq / 100 g			D.P.m. P
			% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clasificación Textural	En Seco	En Húmedo								Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg	
29	Ap	0 - 23	2	8	90	A	7.5YR 4/4	5YR 3/2	2	5.6	1.9	3.8	100	0.3	15	0.2	4.7	0.6	2.0
29	A12	23 - 49	4	16	80	Am	5YR 5/6	5YR 4/6	2	6.0	0.4	2.3	100	0.2	23	0.1	3.1	0.5	2.6
29	B1	49 - 78	12	8	80	Ma	5YR 5/6	5YR 4/6	2	6.0	0.3	2.5	100	0.3	15	0.1	2.5	0.5	-
29	B21t	78 - 115	20	10	70	Mra	5YR 5/6	5YR 4/6	2	5.9	0.2	5.0	100	0.2	15	0.1	3.8	0.6	-
29	B22t	115 - 130	26	8	66	Mra	5YR 5/6	5YR 4/6	2	6.0	0.2	4.3	100	0.2	15	0.1	3.9	0.5	-
29	B23	130 - 162	32	12	56	Mra	5YR 5/6	5YR 4/6	2	6.3	0.1	4.3	100	0.2	15	0.1	3.9	0.7	-
29	Cir	162 - 200	28	30	42	Mr	5YR 6/6	5YR 4/6	2	6.3	0.1	4.3	100	0.2	15	0.1	3.8	0.8	-

Cuadro No. 2. - Datos analíticos del perfil No. 29 (ARENOSOL LUVICO).

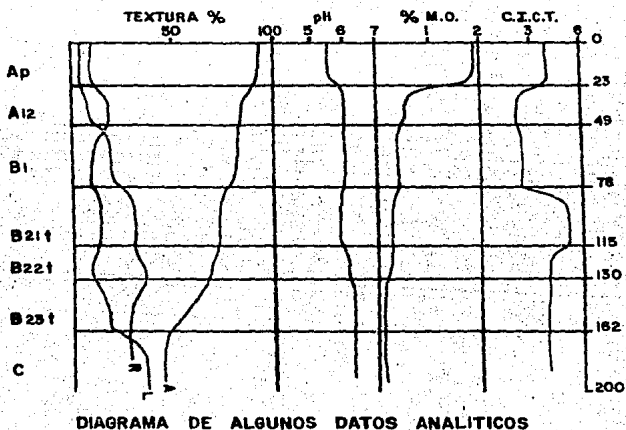
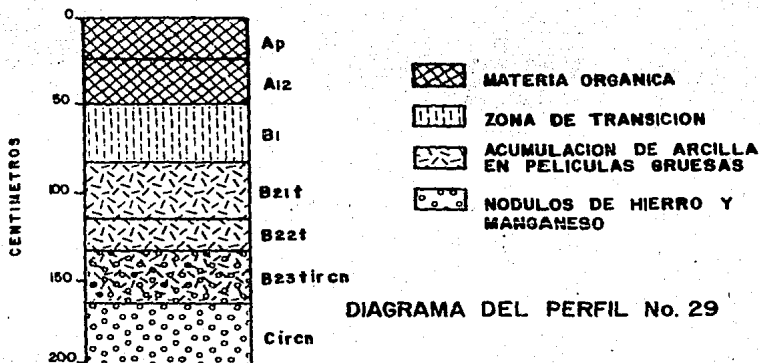


Fig. 6 REPRESENTACION DEL ARENOSOL LUVICO (Q1)

## PERFIL 36

## Descripción del sitio

Está ubicado a dos kilómetros y medio al sur -- de Miguel Hidalgo (Lacandón), a una altitud de 50 msnm y en un clima Af (m) (i') g. El material parental es arenisca-lutita y forma un lomerío. El modo de formación de este suelo es residual y el drenaje externo es bueno. La influencia -- humana es alta, pues la vegetación ha sido desmontada para inducir el crecimiento de un pastizal que sirve de alimento al ganado cebú. Aquí, como en toda la región, es muy utilizado el método de "roza, tumba y quema" para lograr los -- pastizales, y aún después de establecidos, se -- realizan quemas periódicamente para que crezcan mayor cantidad de renuevos en la siguiente época de lluvias.

Profundidad (cm)  
Denominación

0 - 18

Ap

Pardo grisáceo oscuro en seco (10YR 4/2) y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2). - Textura migajón arenosa (6%r-12%l-82%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño grueso (2-5cm Ø) y granular. Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos frecuentes (entre 0.5 y 1.5cm), con permeabilidad rápida. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras y con raíces fi

nas ( $< 2\text{mm } \emptyset$ ) abundantes ( $> 100$  en  $10 \text{ dm}^2$ ) y -- medias ( $2\text{-}5\text{mm } \emptyset$ ) escasas (1 a 20 en  $10 \text{ dm}^2$ ). Materia orgánica moderada, pH neutro, con reac---ción nula al HCl y CICT muy baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara ( $2.5$  a  $6\text{cm}$ ) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO:-OCRICO.

18 - 43

B11

Pardo en seco (7.5YR 4/4) y pardo oscuro en -- húmedo (7.5YR 3/4). Textura areno-migajosa ( $10\%r\text{-}8\%l\text{-}82\%a$ ) y está ligeramente húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño grueso ( $2\text{-}5 \text{ cm } \emptyset$ ). Tiene -- poros finos ( $1\text{-}3\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes (entre  $0.5$  y  $1.5\text{cm}$ ), con permeabilidad rápida. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras y con raíces finas ( $< 2\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes ( $20$  a  $100$  en  $10. \text{dm}^2$ ) y medias ( $2\text{-}5\text{mm } \emptyset$ ) escasas (1 a 20 en  $10 \text{ dm}^2$ ). Materia orgánica muy baja, -- pH neutro, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara ( $2.5$  a  $6\text{cm}$ ) y plana.

43 - 76

B12

Pardo fuerte en seco (7.5YR 4/6) y pardo oscuro en húmedo (7.5YR 3/4). Textura migajón areno sa ( $12\%r\text{-}10\%l\text{-}78\%a$ ) y está ligeramente húmedo, -- con una estructura débilmente desarrollada en -- bloques subangulares de tamaño grueso ( $2.5\text{cm}$  --



Ø). Tiene poros finos (1-3mm Ø) frecuentes (entre 0.5 y 1.5cm), con permeabilidad rápida. Películas arcillosas discontinuas, delgadas, ubicadas en tubos, canales de raíces y fisuras. - Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras y con raíces finas (<2mm Ø) escasas (1 a 20 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica muy baja, pH neutro, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte abrupta (<2.5cm) y plana.

76 - 118  
B21t

Rojo en seco (2.5YR 4/6) y rojo oscuro en húmedo (2.5YR 3/6). Textura migajón arcillo-arenoso (24%r-10%l-66%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques angulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros finos (1-3 mm Ø) frecuentes (entre 0.5 y 1.5cm), con permeabilidad moderada. - Películas arcillosas continuas, moderadamente gruesas, horizontales y verticales. Consistencia friable en húmedo y adhesividad y plasticidad moderadas. Materia orgánica muy baja, pH neutro, con reacción nula al HCl y CICT muy baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y ondulada. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

118 - 160  
B22t

Rojo en seco (2.5YR 5/6) y rojo en húmedo (2.5YR 4/6). Textura migajón arcillo-arenoso (32%r-8%l-

60%) y está ligeramente húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques angulares de tamaño muy grueso ( $> 5\text{cm } \emptyset$ ). Tiene poros finos ( $1-3\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes (entre 0.5 y 1.5 cm), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas continuas, moderadamente gruesas, horizontales y verticales. Consistencia friable en húmedo y adhesividad y plasticidad moderadas. - Materia orgánica muy baja, con reacción nula al HCl y CICT baja. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

160 - 200  
B23t

Rojo en seco (2.5YR 5/6) y rojo en húmedo (2.5YR 4/6). Textura migajón arcillo-arenosa (34%r - 10%l-56%a) y está húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques angulares de tamaño muy grueso ( $> 5\text{cm } \emptyset$ ). Tiene poros finos ( $1-3\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes (entre 0.5 y 1.5cm), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas continuas, gruesas, horizontales y verticales. Consistencia firme en húmedo y adhesividad y plasticidad moderadas. Materia orgánica muy baja, - pH neutro, con reacción nula al HCl y CICT baja. Sin fósforo. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO. Drenaje interno del perfil: moderado.

OBSERVACIONES: El hecho de que los arenoles -

lúvicos muestreados sean muy pobres en materia orgánica y en bases intercambiables (K, Ca, --- Mg y P) hace que presenten problemas de fertilidad y que por lo tanto no sea recomendable ni para la agricultura ni para el cultivo de pastizales.

**Clasificación:** ARENOSOL LUVICO (FAO-UNESCO, -- 1970). (5).

ALFISOL AQUALF TROPAQUALF (SOIL SURVEY STAFF, 1975). (6).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA				COLOR		Cond. Elect. mhos / cm	pH en agua	Relación 1:1	% Materia Orgánica	C. I. C. T.	mg / 100 g % Saturación de Bases Na	mg / 100 g % Saturación de Na	Meq / 100 g				p.p.m. P
			% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clasificación Textural	En Seco	En Húmedo								Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg	Fósforo P	
36	Ap	0 - 18	6	12	82	Am	10YR 4/2	10YR 3/2	26.8	1.9	3.0	100	0.2	15	0.3	2.5	0.8	3.0		
36	B11	18 - 43	10	8	82	Am	7.5YR 4/4	7.5YR 3/4	26.6	0.7	3.5	84	0.2	15	0.3	2.2	0.6	2.6		
36	B12	43 - 76	12	10	78	Ma	7.5YR 4/6	7.5YR 3/4	27.0	0.4	3.8	72	0.2	15	0.1	1.6	0.6	-		
36	B21t	76 - 118	24	10	66	Mra	2.5YR 4/6	2.5YR 3/6	26.6	0.3	5.0	100	0.2	15	0.2	3.1	0.9	-		
36	B22t	118 - 160	32	8	60	Mra	2.5YR 4/6	2.5YR 4/6	26.5	0.4	7.5	97	0.2	15	0.3	3.4	1.2	-		
36	B23t	160 - 200	34	10	56	Mra	2.5YR 4/6	2.5YR 4/6	26.8	0.3	7.3	100	0.3	15	0.2	4.7	1.3	-		

Cuadro No. 3. - Datos analíticos del perfil No. 36 (ARENOSOL LUVICO).

### 5.2.2 Luvisoles (FAO-UNESCO, 1970).

Al igual que los arenosoles, los luvisoles, dentro de la zona en estudio, constituyen lomeríos de pendientes suaves a moderadas, pero de diferente material geológico: lutitas-areniscas.

Son de color anaranjado o rojo, muy diferenciados y de textura más arcillosa que los anteriores. Aunque se encuentran en las partes altas y sobre las pendientes, no pierden tanta arcilla como aquellos, porque la lutita es una roca de grano fino y cuando se intemperiza aporta mucha más arcilla que una arenisca; lo que sí pierden por su posición en el paisaje, es la materia orgánica que se acumula en las partes bajas de las lomas.

Algunos de estos suelos tienen problemas de drenaje en diferente grado y esto se puede apreciar por las manchas anaranjadas y ocres que hay en los perfiles, además de la acumulación de nodulos de manganeso en los horizontes más profundos. Estos problemas de drenaje se agudizan, sobre todo, en los luvisoles que se encuentran en la cima de las lomas más redondeadas, y que son también los más arcillosos.

De la misma manera que los anteriores, estos suelos son ácidos la mayor parte del año pues, aunque tengan la suficiente arcilla como para retener las bases intercambiables, también tienen una elevada cantidad de compuestos de hierro, hidrogeniones libres, aluminio y sílice, los cuales no se pierden con el lavado de la lluvia, sino que permanecen en el subsuelo.

Están dedicados a pastizales con rendimientos bajos, o bien,

en los luvisoles muy arcillosos con problemas de drenaje se conserva la vegetación natural que es de encinar para explotar la madera con fines comerciales.

Las zonas de luvisoles son medianamente susceptibles a la erosión hídrica porque, si bien se encuentran situados en lugares con pendientes que facilitan ésta, el ser tan arcillosos los ayuda a conservarse. Por otro lado, los luvisoles que tienen capas arenosas por arriba y arcillosas por abajo, sufren de una erosión parcial pues los surcos nunca llegan a las capas inferiores por oponer éstas más resistencia a la erosión por la adherencia tan fuerte que existe entre las partículas de arcilla, cosa que no ocurre con las partículas de arena.

#### PERFIL 37

#### Descripción del sitio.

Está ubicado un kilómetro al norte de San Román, a una altitud de 50 msnm y en un clima Am w" (i') g. El material parental es arenisca y forma un lomerío suave. El modo de formación de este suelo es residual y el drenaje externo es bueno. La erosión hídrica es moderada y forma surcos en el paisaje. La influencia humana es alta; la selva alta perennifolia ha sido desmontada para inducir pastos.

Profundidad (cm)  
Denominación

0 - 18

Ap

Pardo grisáceo en seco (10YR 5/2) y gris muy oscuro en húmedo (10YR 3/1). Textura migajón -

arenosa (6%r-28%l-66%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) abundantes (cada 0.5cm o menos) y finos (1-3 mm Ø) escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad rápida. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras y con raíces finas (<2mm Ø) y medias (2-5mm Ø), ambas abundantes (>100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica alta, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT baja. Fósforo moderado y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: OCRICÓ.

18 - 35

B1

Pardo amarillento en seco (10YR 5/4) y pardo -- obscuro en húmedo (10YR 4/3). Textura migajón arenosa (8%r-16%l-76%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques angulares de tamaño grueso (2-5-- cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) abundantes (cada 0.5cm o menos) y finos (1-3mm Ø) moderados (entre 0.5 y 1.5cm), con permeabilidad -- rápida. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras, con nódulos negros de manganeso, medianos (0.5 a 1cm), esféricos, frecuentes (15 a 40% en vol.), blandos y dispersos y con raíces finas (<2mm Ø) abundan-

dantes ( $>100$  en  $10 \text{ dm}^2$ ) y medias ( $2-5\text{mm } \emptyset$ ) --- frecuentes ( $20$  a  $100$  en  $10 \text{ dm}^2$ ). Materia orgánica moderada, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte abrupta ( $<2.5\text{cm}$ ) y plana.

35 - 75  
B2t

Rojo amarillento en seco (5YR 4/6) y pardo rojizo oscuro en húmedo (5YR 3/4). Textura migajón arcillo-arenosa ( $34\%r-16\%l-50\%a$ ) y está húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques subangulares de tamaño grueso ( $2-5\text{cm } \emptyset$ ). Tiene poros muy finos ( $<1\text{mm } \emptyset$ ) moderados - (entre  $0.5$  a  $1.5\text{cm}$ ) y finos ( $1-3\text{mm } \emptyset$ ) escasos - (cada  $1.5\text{cm}$  o más), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas continuas, gruesas, horizontales, verticales y en canales de raíces. -- Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes, con nódulos rojos y negros de hierro y manganeso, pequeños ( $<0.5\text{cm } \emptyset$ ) y medianos ( $0.5$  a  $1\text{cm } \emptyset$ ), esféricos e irregulares, escasos ( $5$  a  $15\%$  en vol.), duros y dispersos; - con manchas pardo rojizo oscuro (2.5YR 3/4) -- abundantes ( $>20\%$ ), medianas ( $5$  a  $1.5\text{mm}$ ), destacadas y de bordes claros ( $1$  a  $2\text{mm}$ ) y con raíces finas ( $<2\text{mm } \emptyset$ ) frecuentes ( $20$  a  $100$  en  $10 \text{ dm}^2$ ). Materia orgánica muy baja, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT moderada. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte



clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

75 - 120  
Clirpl

Rojo claro en seco (2.5YR 6/6) y rojo en húmedo (2.5YR 5/6). Textura migajón arenosa (12%r-16%l-72%a) y está húmedo, con una estructura --quebradiza. Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y --finos (1-3mm Ø), ambos escasos (cada 1.5cm o --más), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas zonales, moderadas, horizontales. Consistencia firme en húmedo, adhesividad moderada y plasticidad ligera y con manchas rojo oscuro (2.5YR 3/6) abundantes (> 20%), grandes --(> 15mm), destacadas y con bordes abruptos ----(<1mm). Materia orgánica muy baja, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT moderada. Sin fósforo y separación al siguiente --horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. CARACTERIS--TICA DIAGNOSTICA: PLINTICO.

120 - 160  
C2ir

Rojo claro en seco (2.5YR 6/6) y rojo en húmedo (2.5YR 5/6). Textura migajón arenosa (16%r-18%l-66%a) y está húmedo, con una estructura quebradiza. Poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas zonales, moderadas, horizontales. Consistencia firme en húmedo y adhesividad y plasticidad ligeras. Materia orgánica muy baja, pH fuertemente

ácido, con reacción nula al HCl y CICT moderada. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana.

160 - 200  
C3ir

Rojo claro en seco (2.5YR 6/6) y rojo en húmedo (2.5YR 5/6). Textura migajón arenosa (18%r-20%l-62%r) y está húmedo, con una estructura quebradiza. Poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad moderada. Películas arcillosas zonales, moderadas, horizontales. Consistencia firme en húmedo, adhesividad moderada y plasticidad ligera. Materia orgánica muy baja, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT moderada. Sin fósforo.

Drenaje interno del perfil: moderado.

OBSERVACIONES: La primera capa es un horizonte antrópico por presentar perturbación por pastoreo.

Superficialmente se encontró una capa abundante de ceniza volcánica que aún persiste desde la erupción del Chichonal, mezclada con los agregados de suelo del primer horizonte del perfil.

Los luvisoles plínticos son los suelos más ácidos que se encontraron en la zona de estudio -- pues sus pHs oscilan entre 4 y 5.

Estos suelos son muy pobres en materia orgánica y en cationes intercambiables como son K, Ca y P (excepto Mg), además de presentar una fuerte acidez, por lo que no son recomendables para la agricultura y el cultivo de pastizales por tener problemas de fertilidad.

Estos suelos poseen una capa arcillosa en donde se dan fluctuaciones estacionales del nivel freático haciendo que se segregue localmente el hierro, formando así manchas endurecidas de hematita. Esta capa llamada plintita se encontró siempre localizada en las partes más estables, y por lo tanto, las más antiguas del terreno, lo que quizá contribuya a que la erosión en las capas inferiores cuando quedan al descubierto no sea tan acelerada.

El % de saturación de bases en algunos horizontes se encuentra en el límite aceptable para que sea un luvisol, siendo muy posible encontrar cerca del lugar en donde se hizo el perfil algún acrisol en asociación con este suelo.

**Clasificación:** LUVISOL PLINTICO (FAO-UNESCO, 1970). (7).

ALFISOL AQUALF PLINTHAQUALF (SOIL SURVEY STAFF, 1975). (8).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA				COLOR		Cond. Elect. ombos / cm	pH en agua relación 1:1	% Materia Orgánica	C. I. C. T. mg / 100 g	% Saturación de Bases	mg / 100 g % Saturación	Meq / 100 g			P.p.m. Fósforo P	
			% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clasificación Textural	En Seco	En Húmedo							Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg		
37	Ap	0 - 18	6	28	66	Ma	10YR 5/2	10YR 3/2	2	5.3	4.6	9.0	48	0.2	15	0.2	3.1	0.8	5.1
37	B1	18 - 35	8	16	76	Ma	10YR 5/4	10YR 3/4	2	5.2	2.1	7.5	75	0.2	15	0.2	4.1	1.1	2.7
37	B2t	35 - 75	34	16	50	Mra	5YR 4/6	5YR 3/4	2	4.6	0.8	21.8	38	0.3	15	0.3	2.5	5.0	3.2
37	C1pl	75 - 120	12	16	72	Ma	2.5YR 6/6	2.5YR 4/6	2	4.4	0.3	23.0	34	0.3	15	0.2	2.2	5.2	-
37	C2ir	120 - 160	16	18	66	Ma	2.5YR 6/6	2.5YR 4/6	2	4.5	0.1	21.3	33	0.3	15	0.2	1.3	5.2	-
37	C3ir	160 - 200	18	20	62	Ma	2.5YR 6/6	2.5YR 4/6	2	4.6	0.1	17.5	41	0.3	15	0.2	0.9	5.7	-

Cuadro No. 4. - Datos analíticos del perfil No. 37 (LUVISOL PLINTICO).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA				COLOR		Cond. Elect. mmhos / cm	pH en agua relación 1:1	% Materia Orgánica	C. I. C. T. meq / 100 g	% Saturación de Bases	Na meq / 100 g	Saturación de Na	Meq / 100 g			p.p.m. P
			% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clasificación Textural	En Seco	En Húmedo								Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg	
37	Ap	0 - 18	6	28	66	Ma	10YR 5/2	10YR 3/2	2	5.3	4.6	9.0	48	0.2	15	0.2	3.1	0.8	5.1
37	B1	18 - 35	8	16	76	Ma	10YR 5/4	10YR 3/4	2	5.2	2.1	7.5	75	0.2	15	0.2	4.1	1.1	2.7
37	B2t	35 - 75	34	16	50	Mra	5YR 4/6	5YR 3/4	2	4.6	0.8	21.8	38	0.3	15	0.3	2.5	5.0	3.2
37	C1pl	75 - 120	12	16	72	Ma	2.5YR 6/6	2.5YR 4/6	2	4.4	0.3	23.0	34	0.3	15	0.2	2.2	5.2	-
37	C2ir	120 - 160	16	18	66	Ma	2.5YR 6/6	2.5YR 4/6	2	4.5	0.1	21.3	33	0.3	15	0.2	1.3	5.2	-
37	C3ir	160 - 200	18	20	62	Ma	2.5YR 6/6	2.5YR 4/6	2	4.6	0.1	17.5	41	0.3	15	0.2	0.9	5.7	-

Cuadro No. 4. - Datos analíticos del perfil No. 37 (LUVISOL PLINTICO).

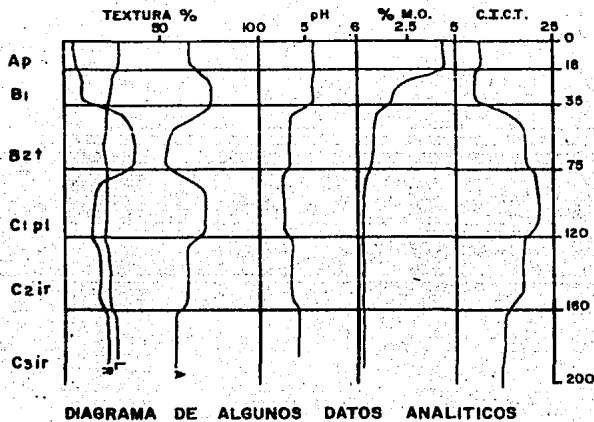
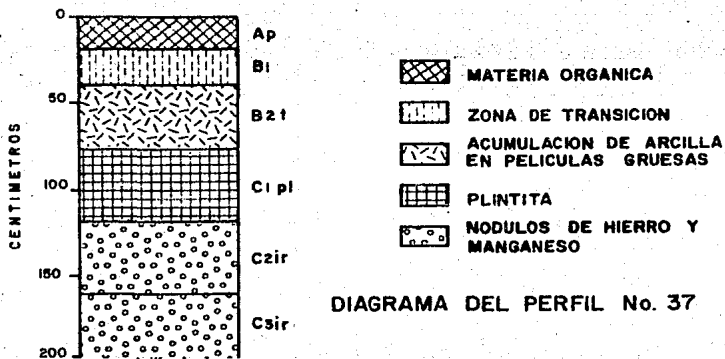


Fig. 7 REPRESENTACION DEL LUVISOL PLINTICO (Lp)

## PERFIL 28

## Descripción del sitio.

Está ubicado a medio kilómetro de Ojo de Agua, a una altitud de 50 msnm y en un clima Am w" -- (i') g. El material parental es arenisca-lutita y forma un lomerío suave. El modo de formación de este suelo es residual y el drenaje externo es bueno. Debido a las texturas tan diferentes que tienen las capas superficiales del perfil a comparación de las capas profundas, la susceptibilidad a la erosión también es diferente, presentándose algunos surcos en la superficie que no llegan a convertirse en cárcavas porque las capas profundas son muy duras y resistentes por la gran cantidad de arcilla que presentan. La influencia humana es alta, creando potreros con pastizal inducido para ganado lechero y cebú, - en donde originalmente había un encinar tropical.

Profundidad (cm)  
Denominación

0 - 15

Ap

Pardo grisáceo en seco (10YR 5/2) y pardo grisáceo obscuro en húmedo (10YR 4/2). Textura arenomigajosa (6%r-16%l-78%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura débilmente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (> 5cm Ø). Tiene poros muy finos (< 1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos frecuentes (entre 0.5 y 1-cm), con permeabilidad rápida. Consistencia muy friable en húmedo, adhesividad y plasticidad ligeras y con raíces finas (< 2mm Ø) abundantes -

(>100 en 10 dm<sup>2</sup>) y medias (2-5mm Ø) frecuentes (20 a 100 en 10dm<sup>2</sup>). Materia orgánica baja, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y - CICT muy baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana.-  
HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: OCRICO.

15 - 34  
B1

Pardo amarillento en seco (10YR 5/4) y pardo -- grisáceo oscuro en húmedo (2.5Y 4/2). Textura migajón arcillo-arenosa (24%r-12%l-64%a) y es-- tá ligeramente húmedo, con una estructura mode-- radamente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y finos (1-3mm Ø), ambos fre--- cuentes (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad mo-- derada. Consistencia muy friable en húmedo, ad-- hesividad y plasticidad ligeras. Manchas pardo fuerte (7.5YR 5/6) escasas (<2% en vol.), pe-- queñas (<5mm), indistintas y con bordes claros (1 a 2mm) y con raíces finas (<2mm Ø) y medias (2-5mm Ø), ambas frecuentes (20 a 100 en 10 --- dm<sup>2</sup>). Materia orgánica baja, pH fuertemente áci-- do, con reacción nula al HCl y CICT baja. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana.

34 - 69  
B21t

Pardo amarillento claro en seco (10YR 6/4) y -- pardo grisáceo oscuro en húmedo (2.5Y 4/2). -- Textura migajón arcilloso (34%r-30%l-36%a) y es



tá húmedo, con una estructura moderadamente --- desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso ( $> 5\text{cm } \emptyset$ ). Tiene poros muy finos --- ( $< 1\text{mm } \emptyset$ ) y finos ( $1-3\text{mm } \emptyset$ ), ambos frecuentes - (entre 0.5 y 1cm), con permeabilidad moderada.- Películas arcillosas discontinuas, moderadamen- te gruesas, ubicadas en tubos, canales de raí--- ces y fisuras. Consistencia friable en húmedo,- adhesividad y plasticidad moderadas. Manchas -- pardo fuerte (7.5YR 5/6) escasas ( $< 2\%$  en vol.), pequeñas ( $< 5\text{mm}$ ), indistintas y con bordes cla- ros (1 a 2mm) y con raíces finas ( $< 2\text{mm } \emptyset$ ) y es- casas (1 a 20 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica muy baja, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT moderada. Pobre en fósforo y separa- ción al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

69 - 92  
B22t

Amarillo parduzco en seco (10YR 6/6) y pardo -- olivo claro en húmedo (2.5Y 5/6). Textura arci- llo-arenosa (36%r-12%l-52%a) y está húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en -- bloques angulares de tamaño grueso ( $2-5\text{cm } \emptyset$ ). - Tiene poros muy finos ( $< 1\text{mm } \emptyset$ ) escasos (cada. - 1.5cm o más), con permeabilidad moderada. Pre-- senta facetas de fricción-presión. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad -- fuertes. Manchas pardo fuerte (7.5YR 5/6) esca-

sas (<2% en vol.), pequeñas (<5mm), indistintas y con bordes claros (1 a 2mm). Materia orgánica muy baja, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT moderada. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: ARGILICO.

92 - 142  
B3ircn

Amarillo en seco (10YR 7/7) y amarillo parduzco en húmedo (10YR 6/6). Textura arcillo-arenosa - (42%r-12%l-46%) y está húmedo, con una estructura masiva. Sin poros, con permeabilidad lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes y con nódulos negros de manganeso pequeños (<0.5cm) y medianos (0.5 a 1cm), de forma esférica, frecuentes (15 a 40% en vol.), duros y acumulados. Manchas pardo fuerte (7.5YR 5/6) -- frecuentes (2 a 20% en vol.), medianas (5 a 15mm), destacadas y con bordes claros (1 a 2mm).-- Además, manchas pardo rojizo (5YR 4/4) frecuentes (2 a 20% en vol.), medianas (5 a 15mm), destacadas y con bordes claros (1 a 2mm). Materia orgánica muy baja, pH moderadamente ácido, con reacción nula al HCl y CICT alta. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y en lenguas.

142 - 170  
Clg

Gris claro en seco (2.5Y 7/2) y gris olivo claro en húmedo (5Y 6/2). Textura arcillosa (72%r-18%l-

10%) y está húmedo, con una estructura masiva. Sin poros, con permeabilidad muy lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Manchas pardo fuerte (7.5YR 5/6) escasas (< 2% en vol.), pequeñas (< 5mm), destacadas y con bordes claros (1 a 2mm). Materia orgánica muy baja, pH ligeramente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy alta. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: GLEYICO.

170 - 200

C2g

Gris claro en seco (2.5Y 7/2) y gris olivo claro en húmedo (5Y 6/2). Textura arcillosa (62%r-20%l-18%) y está húmedo, con una estructura masiva. Sin poros, con permeabilidad muy lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Manchas pardo fuerte (7.5YR 5/6) frecuentes (2 a 20% en vol.), pequeñas (< 5mm), destacadas y con bordes claros (1 a 2mm). Materia orgánica muy baja, pH ligeramente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy alta. Sin fósforo. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: GLEYICO.

Drenaje interno del perfil: imperfectamente drenado.

OBSERVACIONES: La primera capa es un horizonte antrópico por presentar perturbación por pastoreo.

En la superficie se encontró una capa delgada y homogénea de ceniza volcánica del Chichonal entremezclada con el material del primer horizonte.

En estos luvisoles aumenta considerablemente la CICT debido al incremento de arcilla en todo el suelo, en comparación con los perfiles antes -- mencionados. En cuanto al pH, también aumenta -- de valor con respecto a los luvisoles plínticos, pues al tener más porcentaje de arcilla en todos los horizontes las bases intercambiables no son lavadas sino que persisten en el suelo.

El hecho de presentar valores más altos tanto -- para los cationes intercambiables como para la CICT es motivo para considerar que la fertili-- dad de este suelo es moderada. El único proble-- ma que presentaría en cualquier tipo de cultivo sería el drenaje deficiente.

En los horizontes inferiores existe una reduc-- ción del hierro debido al exceso de agua y a la carencia de oxígeno, provocando colores verdes grisáceos o azulados y concreciones de manganeso.

Por el paisaje y la geoforma en la que se en--- cuenta este perfil es difícil pensar en hori-- zontes gléyicos porque nunca se inunda la zona; pero como son suelos muy arcillosos de pésimo -- drenaje y con una pendiente muy suave, el agua se estanca dentro del perfil haciendo que su ---

nivel freático fluctúe gleyzando las capas inferiores.

Clasificación: LUVISOL GLEYICO (FAO-UNESCO, ---  
1970). (9).

ALFISOL AQUALF ALBAQUALF (SOIL -  
SURVEY STAFF, 1975). (10).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA				COLOR		Cond. Elect. mhos / cm.	pH en agua relación 1:1	Materia Orgánica C. I. C. T. mg / 100 g	% Saturación de Bases Na	mg / 100 g % Saturación de Na	Meq / 100 g			p.p.m.		
			% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clasificación Textural	En Seco	En Húmedo						Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg		Fósforo P	
28	Ap	0 - 15	6	16	78	Am	10YR 5/2	10YR 3/2	2	5.2	1.4	3.5	100	0.2	15	0.1	5.6	0.8	2.2
28	B1	15 - 34	24	12	64	Mra	10YR 5/4	10YR 4/4	2	5.0	1.0	8.5	100	0.3	15	0.1	6.6	3.3	2.0
28	B21t	34 - 69	34	30	36	Mr	10YR 6/4	10YR 5/4	2	5.1	0.9	15.0	93	0.5	15	0.2	9.1	6.4	2.0
28	B22t	69 - 92	36	12	52	Ra	10YR 6/6	10YR 5/6	2	5.4	0.8	23.3	89	0.7	15	0.2	13.4	7.4	-
28	B3ircn	92 - 142	42	12	46	Ra	10YR 6/6	10YR 5/6	2.0	5.9	0.4	31.5	81	0.7	15	0.2	15.3	12.1	-
28	C1g	142 - 170	72	18	10	R	2.5Y 7/2	2.5Y 6/4	2.4	6.1	0.1	60.5	67	0.8	15	0.1	25.0	15.5	-
28	C2g	170 - 200	62	20	18	R	5Y 7/2	2Y 6/3	2	6.5	0.1	58.0	74	0.8	15	0.2	24.4	16.4	-

Cuadro No. 5. - Datos analíticos del perfil No. 28 (LUVISOL GLEYICO).

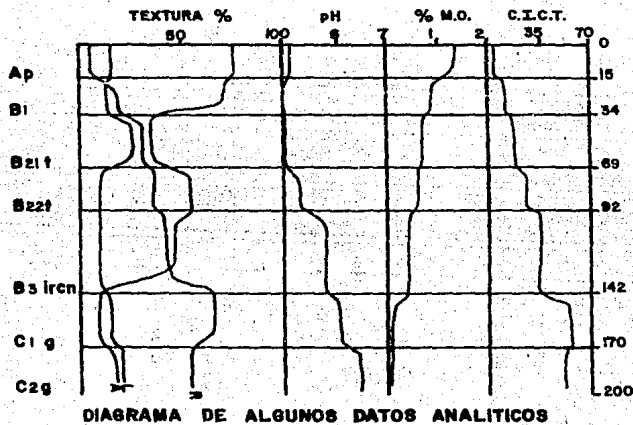
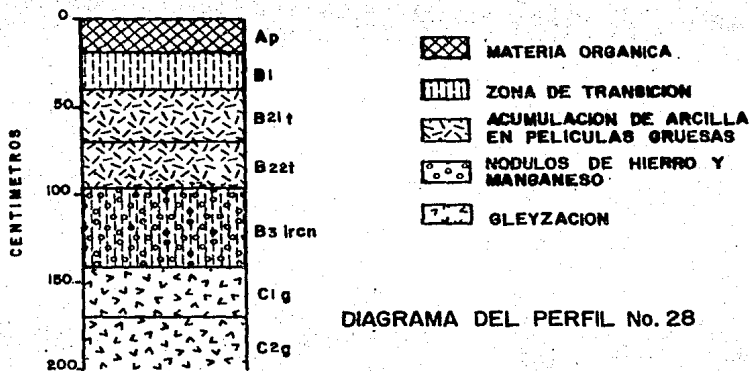


Fig. 8 REPRESENTACION DEL LUVISOL GLEYICO (Lg)

### 5.2.3 GLEYSOLES Y VERTISOLES (FAO-UNESCO, 1970).

Dentro de la zona de trabajo ambos tipos de suelo se encuentran en las hondonadas o aguadas ubicadas entre los lomeríos, en las partes más bajas y planas donde llegan las escorrentías y en los márgenes de los ríos y lagunas.

Por su deficiente drenaje, debido a la gran cantidad de arcilla que contienen y a la geoforma que ocupan, permanecen inundados gran parte del año y, como su arcilla es expandible (montmorillonita) se agrietan durante el corto período de sequía. Esta elevada cantidad de montmorillonita, hace que estos suelos sean muy pegajosos cuando están húmedos y que retengan las bases aprovechables para las plantas con gran facilidad, dando por consecuencia pHs alcalinos o neutros generalmente. Para el caso particular de esta zona, los pHs son ácidos y algunos de ellos llegan a ser neutros nada más; esto se debe a que como estos suelos se encuentran en geoformas de captación, se acumulan compuestos de hierro, sílice y aluminio que provienen de las partes altas. Además, como la precipitación es abundante, los suelos arcillosos retienen por largas temporadas el agua, lo que hace que aparezcan manchas de hidromorfismo en ellos, condición que acidifica al suelo por su característica reductora.

Se puede decir que el origen de la gleyzación de estos suelos no sólo se debe a un nivel freático cercano a la superficie que continuamente está fluctuando, sino también a la abundante lluvia que cae casi todo el año y que no llega a evaporarse, acumulándose en el interior del suelo.



Parte de la arcilla de estos suelos proviene de los lomeríos que están alrededor y que es arrastrada por el agua de lluvia des de las partes más altas, o por el aporte de las corrientes fluvia les que bañan la zona, tales como el río Usumacinta, etc. pero, - la montmorillonita que es la arcilla más importante en este tipo de suelos se forma in situ después de que migran de las partes al tas los iones necesarios para su formación.

Ambos suelos también coinciden en el color, todos son muy - oscuros, negros o pardos, y esto se debe a su alto contenido de materia orgánica que es aportada al suelo de la misma manera que la arcilla.

Sobre los gleysoles crecen tulares, popales y pastizales --- inducidos; en cambio, como los vertisoles tienen períodos alterna dos de inundación y sequía, pueden soportar agricultura de tempo- ral (maíz) con rendimientos de bajos a moderados.

Por último, son los suelos menos susceptibles a la erosión - en toda la zona de estudio.

#### PERFIL 27

#### Descripción del sitio.

Está ubicado a medio kilómetro al oeste de El - Cocal, a una altitud menor de 20 msnm y en un - clima Am w" (i') g. El material parental es un aluvión del Cuaternario que se formó de las co- rrientes que salen del río Usumacinta y de las múltiples lagunas que están cerca de él. Los mo dos de formación de este suelo son el aluvial y el palustre. Este bajial permanece totalmente -

inundado por lo menos 6 meses al año, situación que aprovechan los lugareños para utilizarlo como un abrevadero natural. El drenaje externo es muy escaso y en la época seca del año (1 o 2 meses) se forman grietas. La vegetación existente es pastizal inducido que se usa para el ganado, además de tener vegetación hidrófila propia de estos lugares.

Profundidad (cm)  
Denominación

0 - 25

Allg

Gris oscuro en seco (10YR 4/1) y gris muy oscuro en húmedo (2.5Y 3/1). Textura arcillosa -- (70%r-12%l-18%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Tiene poros muy finos (<1mm Ø) y esponjosos (3-5mm Ø), ambos escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Manchas rojas (2.5YR 4/8) abundantes (> 20% en -- vol.), grandes (> 15mm), destacadas y con bordes abruptos (< 1mm) y con raíces finas (< 2mm) abundantes (> 100 en 10 dm<sup>2</sup>) y medias (2-5mm) -- escasas (1 a 20 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica alta, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl, ligeramente salino y CICT muy alta. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: UMBRICO. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: --- GLEYICO.

25 - 65  
A12g

Gris en seco (10YR 5/1) y gris muy oscuro en húmedo (2.5Y 3/1). Textura arcillosa (76%r-8%l-16%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Tiene poros muy finos (<1mm  $\emptyset$ ) escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. - Manchas rojo amarillento (5YR 5/8) frecuentes (2 a 20% en vol.), medianas (5 a 15mm), destacadas y con bordes abruptos (<1mm) y con raíces finas (<2mm) frecuentes (20 a 100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica moderada, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y ClCT muy alta. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: UMBRICO. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: GLEYICO.

65 - 115  
A13g

Gris oscuro en seco (10YR 4/1) y gris muy oscuro en húmedo (2.5Y 3/1). Textura arcillosa -- (68%r-14%l-18%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Sin poros, con permeabilidad muy lenta. Presenta facetas de fricción-presión. -- Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Manchas amarillo pardo (10YR - 6/8) abundantes (>20% en vol.), grandes (>15mm), destacadas y con bordes claros (1 a 2mm). Materia orgánica moderada, pH fuertemente ácido, -

con reacción nula al HCl y CICT alta. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: UMBRICO. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: GLEYICO.

115 - 160

A14g

Pardo grisáceo oscuro en seco (10YR 4/2) y gris muy oscuro en húmedo (2.5Y 3/1). Textura arcillosa (72%r-12%l-16%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Sin poros, con permeabilidad muy lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Manchas amarillo parduzco (10YR 6/8) abundantes (> 20% en vol.), grandes (> 15mm), destacadas y con bordes claros (1 a 2mm).- Materia orgánica moderada, pH moderadamente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy alta. - Sin fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: UMBRICO. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: -- GLEYICO.

160 - 200

A15g

Pardo grisáceo en seco (10YR 5/2) y gris muy oscuro en húmedo (2.5Y 3/1). Textura arcillosa (68%r-14%l-18%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Sin poros, con permeabilidad muy lenta. Presenta facetas de fricción-presión. - Consistencia firme en húmedo, adhesividad y -- plasticidad fuertes. Manchas amarillo parduzco (10YR 6/8) abundantes (> 20% en vol.), grandes

(>15mm), destacadas y con bordes claros (1 a - 2mm). Materia orgánica muy baja, pH fuertemente ácido, con reacción nula al HCl y CICT muy alta. Sin fósforo. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: UM--BRICO. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: GLEYICO.

Drenaje interno del perfil: muy escaso.

OBSERVACIONES: A pesar de que estos suelos durante la mayor parte del año están inundados, - también presentan una delgada capa de ceniza - volcánica, ya que el agua no circula y permanece anegada por varios meses. Cuando llega la - época de sequía la ceniza vuelve a aparecer sobre la superficie y entre las grietas.

Debido a lo arcilloso que son estos suelos y a su posición en el paisaje presentan un exceso - de agua sobre la superficie que no puede desplazarse hacia otro lugar porque estas hondonadas son las partes más bajas y, además, un manto -- freático muy superficial que debe abatirse, es por esto que requieren de un drenaje artificial para que se puedan obtener beneficios de ellos.

El principal factor formador de estos suelos -- es la topografía y son suelos característicos - de las depresiones o de las llanuras aluviales. Siempre presentan una capa de agua que es alimen tada subterráneamente, la cual es rica en cal--

cio y magnesio y muy pobre en oxígeno disuelto (anaerobiosis), esto hace que el hierro sea reducido adquiriendo un color verdoso o azulado -- las capas profundas. En cambio, en las capas superiores existen manchas de herrumbre sobre una matriz oliva, debido a que en estas capas sí logra introducirse el oxígeno de la atmósfera o del agua de lluvia, razón por la cual en todos los gleysoles de la zona se observó un considerable incremento en los valores del calcio y del magnesio en comparación con los suelos de las lomas. Al aumentar el % de arcilla en estos suelos a diferencia de los arenosoles también aumenta en forma proporcional la CICT, lo que no ocurrió con el % de saturación de bases, pues en los gleysoles es en donde se reportaron los valores más bajos.

Desde el punto de vista de la fertilidad esta condición es muy desfavorable para las plantas.

**Clasificación:** GLEYSOL VERTICO (FAO-UNESCO, -- 1970). (11).

INCEPTISOL AQUEPT HUMAQUEPT ---  
(SOIL SURVEY STAFF, 1975). (12).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA				COLOR		Cond. Elect. mhos / cm.	pH en agua relación 1:1	% Materia Orgánica	C. I. C. T. meq / 100 g	% Saturación de bases	Na meq / 100 g	% Saturación de Na	Meq / 100 g				p.p.m.	
			% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clasificación Textural	En Seco	En Húmedo								Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg	Fósforo P		
27	A11g	0 - 25	70	12	18	R	10YR 4/1	10YR 3/1	2.5	5.4	3.4	45.8	59	0.5	15	0.3	20.3	6.3	3.6		
27	A12g	25 - 65	76	8	16	R	10YR 5/1	10YR 3/1	2	5.0	2.3	47.5	59	0.5	15	0.3	20.6	9.9	3.3		
27	A13g	65 - 115	68	14	18	R	10YR 4/1	10YR 3/1	2	5.1	2.0	47.5	67	0.6	15	0.3	17.5	10.8	-		
27	A14g	115 - 160	72	12	16	R	10YR 4/2	10YR 3/1	2	5.8	1.7	53.8	78	0.8	15	0.3	23.9	14.7	-		
27	A15g	160 - 200	68	14	18	R	10YR 5/2	10YR 3/1	2	5.1	0.9	56.3	71	1.0	15	0.2	21.9	16.7	-		

Cuadro No. 6. - Datos analíticos del perfil No. 27 (GLEYSOL VERTICO).

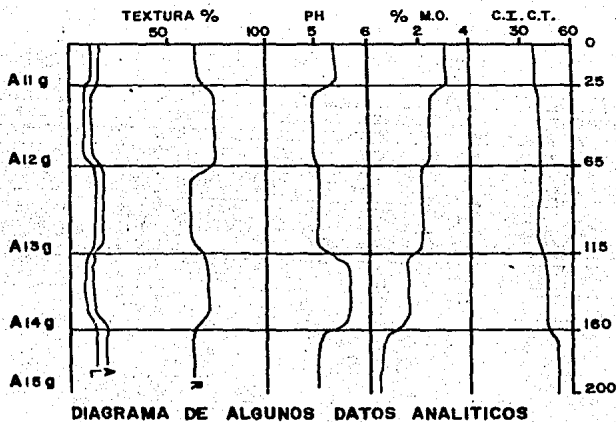
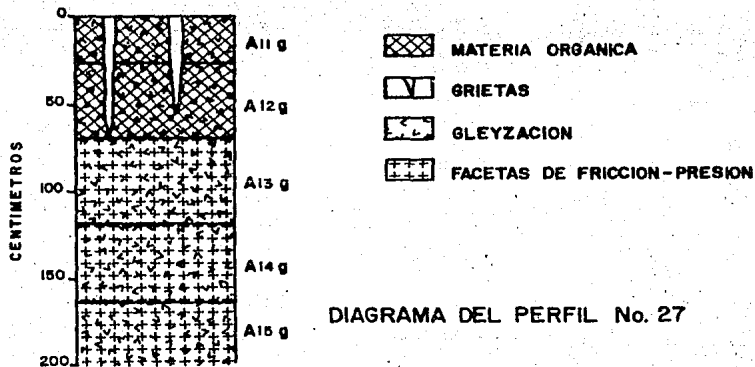


Fig. 9 REPRESENTACION DEL GLEYSOL VERTICO (gv)



## PERFIL 25

## Descripción del sitio.

Está ubicado a un kilómetro al norte de la Laguna Santa Lucía, en un clima Am w" (i') g. El material parental es un aluvión del Cuaternario originado por el río Usumacinta, que forma una gran superficie plana y baja, que frecuentemente se inunda en la época de lluvias, es por esto que el tipo de erosión en esta zona es hídrica. Los modos de formación de este suelo son aluvial y palustre, y el drenaje externo es escaso. La influencia humana es alta aprovechándose el lugar durante la estación seca para cultivar maíz. Se encontró el nivel freático a los 140 cm de profundidad.

Profundidad (cm)  
Denominación

0 - 14

Ap

Pardo grisáceo en seco (10YR 5/2) y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2). Textura migajón arcillosa (34%r-44%l-22%a) y está húmedo, con una estructura moderadamente desarrollada en bloques subangulares de tamaño grueso (2-5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad lenta. Consistencia firme en húmedo, adhesividad y plasticidad moderadas. Está finamente fisurado (<3mm) hasta los 14cm de profundidad y con raíces finas (<2mm) abundantes (>100 en 10 dm<sup>2</sup>) y medias (2-5mm) escasas (1-20 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgá-

nica muy alta, pH ligeramente alcalino, con reacción moderada al HCl y CICT moderada. Moderado en fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) e irregular.

14 - 23  
A12

Pardo grisáceo en seco (10YR 5/2) y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo (10YR 3/2). Textura arcillosa (48%r-38%l-14%a) y está ligeramente húmedo, con una estructura firmemente desarrollada en bloques subangulares de tamaño muy grueso (>5cm Ø). Tiene poros muy finos (<1mm Ø) escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad lenta. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Está firmemente fisurado (>3mm) hasta los 35cm de profundidad y con raíces finas (<2mm Ø) abundantes (más de 100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica moderada, pH ligeramente alcalino, con reacción nula al HCl y CICT alta. Moderado en fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) e irregular.

35 - 56  
A13

Pardo pálido en seco (10YR 6/3) y pardo amarillento oscuro en húmedo (10YR 3/4). Textura arcillosa (48%r-38%l-14%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Tiene poros muy finos (<1mm Ø) escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Tiene raíces finas (<2mm) fre-

cuentas (20 a 100 en 10 dm<sup>2</sup>). Materia orgánica - moderada, pH ligeramente alcalino, con reacción nula al HCl y CICT alta. Pobre en fósforo y separación al siguiente horizonte clara (2.5 a 6cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: OCRICO.

56 - 88

A14

Gris parduzco claro en seco (10YR 6/2) y pardo - grisáceo oscuro en húmedo (10YR 4/2). Textura - arcillosa (50%r-34%l-16%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Tiene poros finos (<1mm Ø) - escasos (cada 1.5cm o más), con permeabilidad lenta. Presenta facetas de fricción-presión. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Manchas gris azulado frecuentes (2 a 20% en vol.), pequeñas (<5mm), destacadas y - con bordes claros (1 a 2mm). Materia orgánica -- baja, pH ligeramente alcalino, con reacción moderada al HCl y CICT alta. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte gradual (6 a 12.5cm) y plana. HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: OCRICO.

88 - 120

A15

Pardo amarillento claro en seco (10YR 6/4) y pardo en húmedo (10YR 4/3). Textura arcillosa (48%r-38%l-14%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Tiene poros muy finos (<1mm Ø) escasos -- (cada 1.5cm o más), con permeabilidad lenta. Consistencia friable en húmedo, adhesividad y plasticidad fuertes. Manchas gris azulado frecuentes (2 a 20% en vol.); pequeñas (<5mm), destacadas

y con bordes claros (1 a 2mm). Materia orgánica baja, pH ligeramente alcalino, con reacción débil al HCl y CICT alta. Sin fósforo y separación al siguiente horizonte abrupta ( $< 2.5$ ) y plana. -  
HORIZONTE DE DIAGNOSTICO: OCRICO.

120 - 140

Clg

Olivo pálido en seco (5Y 6/4) y olivo en húmedo (5Y 4/3). Textura migajón arcillo-limosa (38%r--50%l-12%a) y está húmedo, con una estructura masiva. Sin poros y con permeabilidad muy lenta. - Consistencia friable en húmedo, adhesividad y --plasticidad moderadas. Machas gris azulado abundantes ( $> 20\%$  en vol.), grandes ( $> 15\text{mm}$ ), destacadas y con bordes abruptos ( $< 1\text{mm}$ ). Materia orgánica muy baja, pH ligeramente alcalino, con reacción moderada al HCl y CICT moderada. Sin fósforo. CARACTERISTICA DIAGNOSTICA: GLEYICO.

Drenaje interno del perfil: escaso.

OBSERVACIONES: La primera capa es un horizonte antrópico por presentar perturbación por cultivo. Superficialmente no se observó ceniza volcánica, pero sin embargo sí había acumulación dentro de las fisuras de los primeros horizontes. Al igual que en los gleysoles, los valores para el calcio, el magnesio y la CICT aumentaron considerablemente en comparación con los arenosoles y luvisoles. Todos los vertisoles muestreados presentaron hori

zontes gléyicos a diferentes profundidades, y to dos ellos se encontraban cerca y muy relaciona-- dos topográficamente con los gleysoles típicos. Estos suelos están caracterizados por la abundan-- cia de arcillas expandibles neoformadas en el -- mismo lugar o heredadas del material parental de las lomas, por la mezcla mecánica del conjunto -- de los horizontes debido a los "movimientos vér-- ticos" que provocan una homogeneización del per-- fil y por la aparición de grietas en los perio-- dos secos. Estas características se presentan -- de la misma manera en los gleysoles, puesto que son vérticos.

**Clasificación:** VERTISOL CROMICO (FAO-UNESCO, --- 1970). (13).

VERTISOL UDERT CHROMUDERT (SOIL - SURVEY STAFF, 1975). (14).

Número	Horizonte	Profundidad en cm.	TEXTURA				COLOR		Cond. Elect. mmhos / cm.	pH en agua relación 1:1	% Materia Orgánica C. I. C. T. mg / 100 g	% Saturación de Bases Na	% Saturación de Na	Meq / 100 g			p.p.m.		
			% de Arcilla	% de Limo	% de Arena	Clasificación Textural	En Seco	En Húmedo						Potasio K	Calcio Ca	Magnesio Mg		Fósforo P	
25	Ap	0 - 14	34	44	22	Mr	10YR 5/2	10YR 3/2	2	7.6	3.8	24.8	100	0.4	15	0.3	22.8	6.4	7.0
25	A12	14 - 35	48	38	14	R	10YR 5/2	10YR 3/2	2.2	7.6	2.9	31.0	93	0.5	15	0.3	21.6	6.4	5.0
25	A13	35 - 56	48	38	14	R	10YR 6/3	10YR 4/3	2	7.6	1.6	30.0	96	0.4	15	0.2	21.9	6.4	3.6
25	A14	56 - 88	50	34	16	R	10YR 6/2	10YR 4/2	2.3	7.6	1.5	33.5	99	0.4	15	0.2	25.9	6.6	-
25	A15	88 - 120	48	38	14	R	10YR 6/4	10YR 4/2	2.0	7.7	1.0	32.5	92	0.4	15	0.2	22.8	6.6	-
25	C1g	120 - 140	38	50	12	Mr-1	2.5Y 6/4	2.5Y 5/4	2	7.8	0.7	17.5	100	0.4	15	0.1	15.0	5.7	-

Cuadro No. 7. - Datos analíticos del perfil No. 25 (VERTISOL CROMICO).

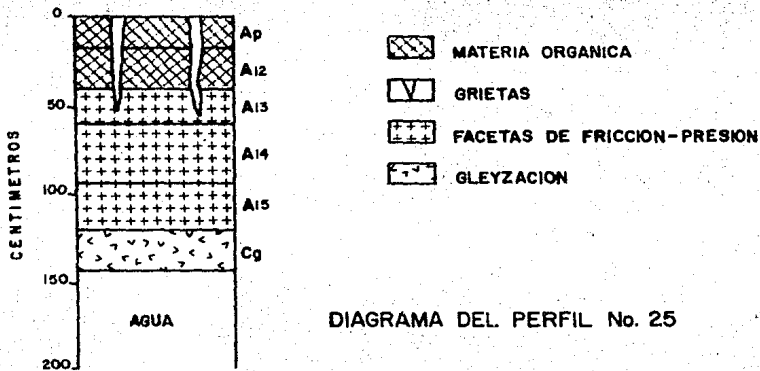


DIAGRAMA DEL PERFIL No. 25

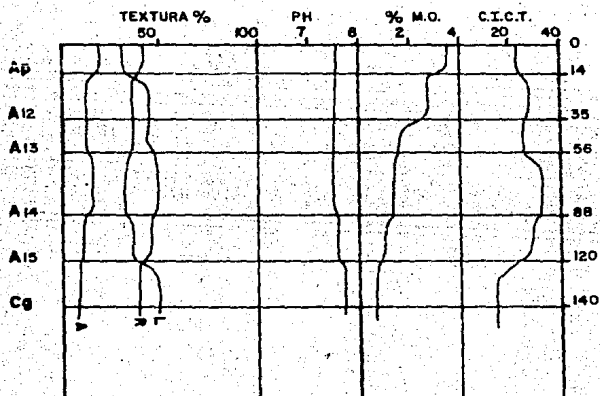


DIAGRAMA DE ALGUNOS DATOS ANALITICOS

Fig. 10 REPRESENTACION DEL VERTISOL CROMICO (Vc)

### 5.3 Análisis Mineralógico y su Interpretación.

El método empleado fue difracción de rayos X bajo las siguientes condiciones:

generador de rayos X . . . . . 30 kV y 20mA  
 tubo de rayos X . . . . . 1500 kV  
 sensibilidad del graficador . . . 1-10<sup>2</sup>-8  
 anticátodo de cobalto

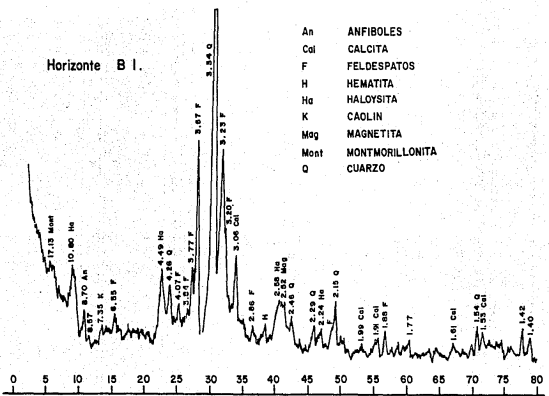
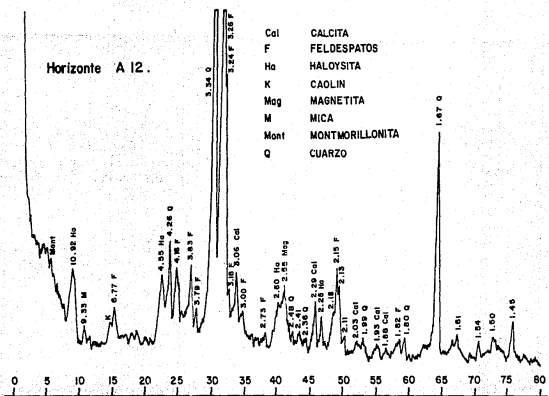
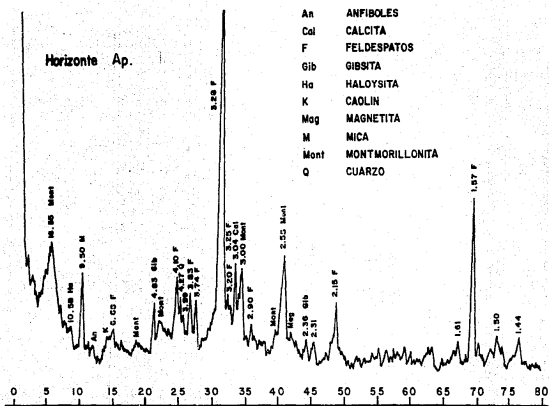
Los rayos X son radiaciones electromagnéticas de corta longitud de onda (0.1 a 100 Å), las cuales al incidir sobre la superficie de un cristal son refractadas de acuerdo con la ley de Bragg, la que permite calcular la distancia entre planos atómicos. Siendo específico para cada mineral, se pueden identificar por su determinación los diferentes minerales (15).

De los 17 perfiles que se muestrearon hasta 2m de profundidad, se eliminaron los gleysoles y vertisoles por ser mejor conocida su composición mineral, así como su génesis y modo de formación, escogiéndose después dos perfiles al azar de entre todos -- aquellos que presentaban algunas características para clasificarlos como ferralsoles (oxisoles), analizándose el contenido mineralógico de todos los horizontes. (Véanse láminas 1 y 2).

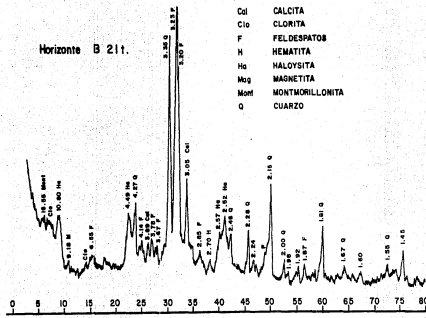
Las estructuras de los minerales cristalinos que constituyen los suelos se caracterizan por sus constantes tridimensionales ordenadas y por la periodicidad de disposición de los átomos. -- Así resultan las constantes que permiten la identificación de los minerales del suelo.



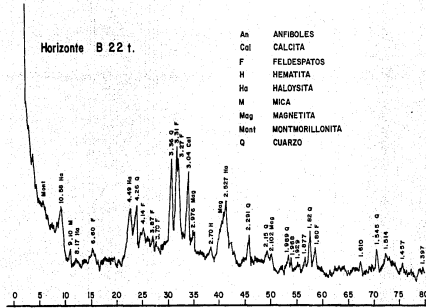
LAMINA I DIFRACTOGRAMA DEL PERFIL No. 29 QUE REPRESENTA UN ARENOSOL LUVICO



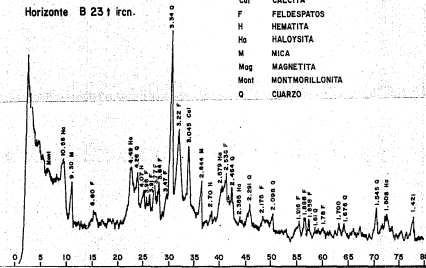
Horizonte B 211.



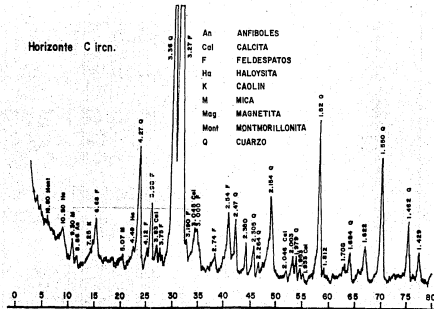
Horizonte B 221.



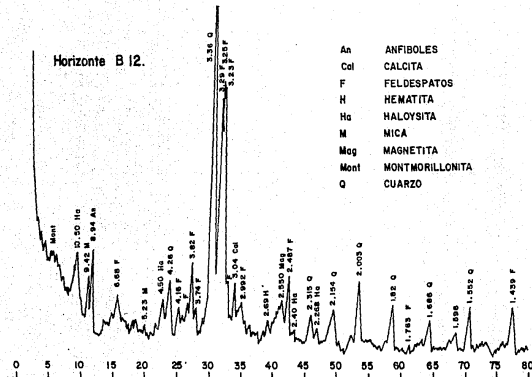
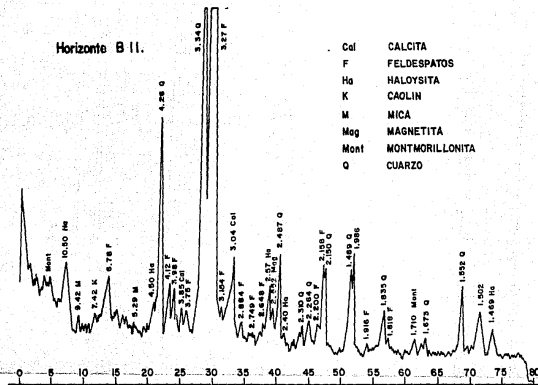
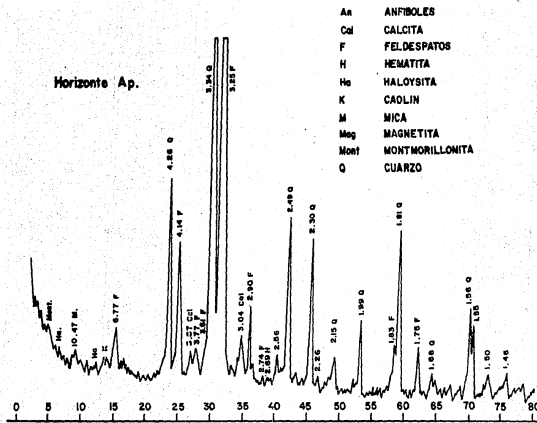
Horizonte B 231 Ircn.

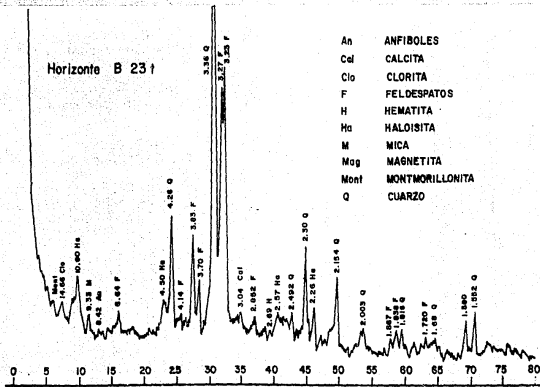
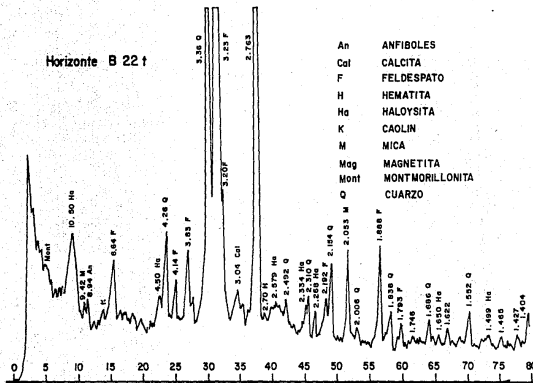
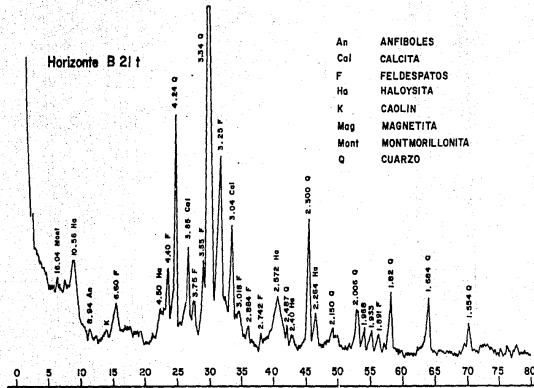


Horizonte C Ircn.



LAMINA 2 DIFRACTOGRAMA DEL PERFIL No. 36 QUE REPRESENTA UN ARENOSOL LUVICO





A continuación se presenta un enlistado de las tres distancias interplanares principales de los diferentes minerales identificados en las muestras con sus correspondientes intensidades -- (16):

Minerales	Difracción (Å)
Anfíboles-Hornblenda	3.14 <sub>10</sub> - 8.51 <sub>6</sub> - 2.72 <sub>4</sub> 8.40 <sub>10</sub> - 3.10 <sub>7</sub> - 3.26 <sub>2</sub>
Calcita	3.04 <sub>10</sub> - 2.29 <sub>2</sub> - 2.10 <sub>2</sub>
Caolinita	7.17 <sub>10</sub> - 1.49 <sub>9</sub> - 3.58 <sub>8</sub>
Clorita	7.10 <sub>10</sub> - 3.55 <sub>8</sub> - 14.2 <sub>6</sub>
Cuarzo	3.34 <sub>10</sub> - 4.26 <sub>4</sub> - 1.82 <sub>2</sub>
Feldespatos - Anortita	3.20 <sub>10</sub> - 3.18 <sub>8</sub> - 4.04 <sub>6</sub> 3.19 <sub>10</sub> - 3.18 <sub>9</sub> - 3.21 <sub>6</sub>
Gibbsita	4.85 <sub>10</sub> - 4.37 <sub>5</sub> - 4.32 <sub>3</sub>
Halloysita	4.42 <sub>10</sub> - 10.1 <sub>9</sub> - 3.34 <sub>9</sub>
Hematita	2.69 <sub>10</sub> - 1.69 <sub>6</sub> - 2.51 <sub>5</sub>
Magnetita	2.53 <sub>10</sub> - 1.49 <sub>4</sub> - 2.97 <sub>3</sub>
Mica-Ilita	10.0 <sub>10</sub> - 4.48 <sub>9</sub> - 3.33 <sub>9</sub>
Mica-Muscovita	9.97 <sub>10</sub> - 3.33 <sub>10</sub> - 4.99 <sub>6</sub> 10.1 <sub>10</sub> - 3.36 <sub>10</sub> - 4.49 <sub>9</sub>
Montmorillonita	15.3 <sub>10</sub> - 4.50 <sub>10</sub> - 3.07 <sub>10</sub>

Una vez obtenidos e interpretados todos los difractogramas, se revisaron junto con los análisis fisicoquímicos de rutina para cada horizonte, escogiéndose dos de éstos al azar de entre los horizontes B (por ser los más importantes en los suelos tropicales) para analizarlos cuantitativamente con el método de fluores-

cencia de rayos X  $H_2O^+$  (calentamiento en mufla a  $600^\circ C$ , gravimétrico) obteniendo los siguientes resultados:

HORIZONTES	% $SiO_2$	% $Al_2O_3$	% CaO	% MgO	% $Fe_2O_3$	% $TiO_2$	% $H_2O^+$
B23 tircn	49.50	10.10	24.70	3.80	4.29	0.71	5.70
B22 t	46.35	12.81	25.00	4.00	3.50	0.74	6.10

Los diafractogramas muestran claramente que en los suelos -- rojos arenosos de esta parte de Tabasco y Chiapas, dominan los minerales primarios, sin embargo, la presencia, variedad y tipo de los minerales secundarios (caolinita, haloysita y gibsita) que -- existen, revelan que estos suelos son maduros y que han pasado -- por un largo período de desarrollo.

Los minerales arcillosos que predominan son típicos componentes de los suelos en las zonas tropicales. Estos han llegado a cubrirse de hematita dándole el característico color rojo a estos -- suelos. La arena formada de diminutas concreciones de óxido de -- hierro impuro, alúmina, sílice y cuarzo es el constitutivo común tanto de los suelos arenosos como de los migajones arcillosos que forman las lomas.

Aunque todos los difractogramas que se realizaron muestran -- la presencia de calcita en mayor o menor cantidad, resulta difi-- cil de creer que así sea, pues sabiendo que es uno de los minera-- les que se disuelve con gran rapidez por la acción del agua, que es el primer mineral del suelo que se lava depositándose en las -- capas más profundas, y además, contando con que los suelos esco-- gidos para los difractogramas son bastante arenosos y que están -- ubicados en un clima cálido-húmedo parece imposible que este mine

ral se haya podido conservar en todos los horizontes de los per--  
files.

## VI.- D I S C U S I O N

La cartografía en general, desempeña un papel cada vez más importante en los estudios que se hacen sobre la naturaleza, y cada día son también más numerosos y diversos los temas que se pueden representar por medio de ésta, ya que los mapas se expresan en un lenguaje universal y constituyen un documento valioso para la investigación pura y aplicada.

Como es natural, en la investigación bibliográfica que se realiza para cualquier trabajo, surgen choques en la información que se obtiene, pues no coinciden algunas veces los datos y las conclusiones, esto ocurrió con la información que se obtuvo de las cartas climáticas de la UNAM y de la DETENAL, pues las isoyetas y las claves de los climas no coincidían. Dicho problema, se resolvió tomando los datos más actualizados de ambas cartas para uno y otro caso. También ocurrió algo parecido con la edad geológica del lugar, pues West y sus colaboradores afirman que los lomeríos de la llanura tabasqueña son del Pleistoceno, mientras que la DGG y PEMEX afirman que son del Terciario superior. Al respecto, se puede pensar que el problema es cuestión de escalas, pues West y sus colaboradores hacen un estudio general a gran escala del estado de Tabasco, sin llegar a la parte norte de Chiapas donde continúan los mismos lomeríos; en tanto que, la DGG y PEMEX, lo hacen más detallado, ya que abarcan Tabasco y Chiapas, encontrando que existen lomeríos de los dos períodos. Además, West nunca tomó en cuenta para hacer su estudio los procesos edáficos, como es la formación de una capa muy gruesa y profunda de plinti-



ta en las terrazas de Tabasco, tan solo este proceso habla de lo antiguo que es este lugar geológicamente. Por otro lado, el mismo autor también afirma que la zona de estudio se encuentra situada en el horst de Tabasco, cosa que no es cierta ya que para que haya un horst en algún sitio tienen que existir fallas en el lugar, y el mapa geológico no presenta ni una sola falla.

El que la zona de estudio sea un lomerío con una pendiente menor de  $30^\circ$ , ángulo crítico para que las laderas sean muy inestables y fácilmente erosionables, permite que aunque los materiales de la superficie están siendo continuamente removidos, la formación del suelo siga su curso.

Como el uso del suelo en toda la zona estudiada es para ganadería, no es raro encontrar problemas de apisonamiento del suelo causado por los animales, sobre todo en los suelos con mayor contenido de arcilla. En estas partes existe un empobrecimiento de aire en el interior del suelo por efectos de la compactación, así como inundaciones periódicas en la época de lluvias al disminuir el drenaje, situación que reduce sensiblemente la productividad de los pastizales.

La precipitación que se da en la zona de estudio, es lo suficientemente alta para que algunos procesos de formación de suelos como son la hidrólisis de los silicatos primarios de la roca y el lavado de los productos solubles se lleven a cabo de una manera continua e intensa, ya que habiendo un exceso de agua, ésta puede infiltrarse (si el suelo no es demasiado arcilloso), almacenarse en el perfil e incluso llegar hasta el nivel freático, aunque ---

estos suelos sean muy profundos. No hay que olvidar también, que además de ser la precipitación un elemento formador del suelo, -- en esta zona también actúa en sentido negativo, pues debido al material parental tan frágil (principalmente arenisca), a la pendiente de las lomas y a la tala inmoderada de la vegetación natural, -- el agua de lluvia ocasiona pérdida del suelo por erosión superficial, a pesar de tener una cobertura de pastos, sin ser raro encontrar en algunos sitios cárcavas profundas que terminan en grandes oquedades.

En cuanto a la temperatura, también juega un papel importante en esta región, ya que es tan elevada que cataliza muchas de las reacciones químicas de descomposición y transformación de la roca madre, de la materia orgánica y de los productos de los microorganismos. Es por la interacción de ambos parámetros que los suelos de los trópicos húmedos presentan condiciones muy características y, en el caso particular de la zona Emiliano Zapata-Palenque, se puede afirmar que esta interacción es la que ha provocado que los suelos sean tan profundos y desarrollados.

La ceniza blanca que se depositó después de la erupción del volcán Chichonal tiene y seguirá teniendo influencia sobre el desarrollo del suelo, pues con éste han sido varios los aportes de materiales piroclásticos que han tenido Emiliano Zapata y Palenque a lo largo de la historia geológica. Estas frecuentes deposiciones han ayudado a rejuvenecer constantemente el suelo, dándoles características particulares a los horizontes superficiales, es por esto que todos los suelos incluidos en la zona de estudio son poligenéticos, ya que además de los procesos edáficos -

normales que se llevan a cabo en los suelos tropicales, éstos están sufriendo un enriquecimiento continuo con ceniza que al intemperizarse aporta al medio: anfíboles, micas, magnetita, feldespatos, etc., como se vió en el análisis mineralógico mencionado anteriormente. Resultó pues que, el efecto devastador de la erupción duró poco tiempo, pues después la ceniza se convirtió en un fertilizante natural, debido a la abundancia de diversos tipos de minerales que se incorporaron al suelo como nutrientes para las plantas.

En gran parte de los estados de Tabasco y Chiapas, los propietarios de ranchos por lo general talan la selva o el encinar para introducir pastizales con el método de "roza, tumba y quema" y, aún después de que los pastizales ya están bien establecidos, siguen haciendo quemas periódicas para fortalecer los brotes nuevos que nacen. Esto, lejos de causar beneficios en el crecimiento de las plantas y en el desarrollo del suelo los perjudica, pues con la desaparición de los árboles se interrumpe la producción de residuos vegetales, que al depositarse en el suelo y a través de su degradación, liberan elementos nutritivos. Por otro lado, a través de la quema se produce un calentamiento elevado de la superficie del suelo que destruye a los microorganismos y modifica las propiedades del suelo. Lo que también es cierto es que hay algunos nutrientes como el P, Ca, K y Mg que se vuelven más disponibles después de las quemas, aumentando por corto tiempo el pH, produciendo así cosechas muy buenas únicamente los primeros años para después decrecer la productividad.

En una amplia área de la zona estudiada, se encontraron

cantos rodados de cuarzo, dispersos en la superficie y en el interior de los perfiles. Este material, por sus características, tuvo que ser transportado por el agua de lluvia desde algún lugar -- más allá de la extensa zona de lomeríos que cubren parte de los -- dos estados. La fuente de origen de éstos, pudiera ser la Sierra del Norte de Chiapas que está justamente al sur de la zona de tra-- bajo, pero los estudios geológicos que se han hecho, reportan --- que toda la sierra es de caliza (los anticlinales) y de arenisca-- lutita (los sinclinales), lo que hace que sea imposible que se ha-- yan originado allí. La otra estructura geológica lo suficientemen-- te alta para aportar este material a las partes bajas es el Macizo Central de Chiapas que, a diferencia de la primera, es de granito y al denudarse puede formar gravas de cuarzo que se van re-- dondeando al recorrer grandes distancias. Este material cuarzoso en su trayecto pudo muy bien atravesar la Sierra del Norte de -- Chiapas viajando en la corriente fluvial que circula por el Cañón del Sumidero y llegar hasta la llanura aluvial de la vertiente -- del Golfo. También pudo haber ocurrido, que en tiempos geológicos muy antiguos (Terciario medio), el relieve levemente ondulado fue-- ra continuo desde el sur de Tabasco hasta el centro de Chiapas, -- formando así, una planicie mucho más extensa que la actual y por la cual viajaron con toda facilidad los cantos rodados que baja-- ban del Macizo Central de Chiapas. Después, por medio de movimien-- tos tectónicos con fracturamientos y afallamientos pudo surgir la Sierra del Norte de Chiapas quedando al descubierto los materia-- les (caliza y arenisca--lutita) más antiguos que estaban por deba--ajo de los lomeríos de arenisca del Terciario. Esto se puede com--

probar por los relictos de la arenisca mencionada que han quedado incluidos entre los sinclinales de la sierra.

Aunque la zona de trabajo no está ubicada dentro del rango climatológico normal para los ferralsoles (oxisoles), no resulta descabellado pensar que por afuera de estos límites, en las áreas tropicales vecinas a dicha franja, se pueda encontrar algún ferral sol sepultado. Esto puede dar gracias a los cambios de clima del Pleistoceno y del Holoceno. De esta manera, si en la actualidad - en Emiliano Zapata y Palenque, no existen las condiciones químicas para la formación de éstos, como son el que algunos de los agentes formadores de quelatos se destruyan rápidamente por el clima evitándose su formación en abundante cantidad, y que el material parental no haya alcanzado la última etapa de descomposición, desintegrándose completamente los minerales primarios para quedar únicamente la gibsita, los óxidos e hidróxidos de hierro, la caolinita y la halloysita, en otros tiempos geológicos, bajo condiciones climatológicas diferentes, pudieron ocurrir estos eventos y formar ferralsoles que fueran convirtiéndose en otros tipos de suelos, o bien, que fueran quedando sepultados por el paso del tiempo.

El paisaje geomórfológico se ha desarrollado conforme a un relieve acumulativo que se caracteriza por una extensa llanura donde la acción fluvial ha sido el principal agente modelador. Este modelado que se inició durante el Terciario superior, ha formado lomeríos con hondonadas, lagunas, meandros y brazos de crecida, conjunto formado por suelos negros y suelos rojos que han tenido dos orígenes y dos modos de formación bien distintos.

Los suelos negros son depósitos de material que acarrearón los ríos y las lluvias con diferente granulometría, en donde dominan naturalmente las arcillas expandibles que rellenan las partes más bajas y planas de la zona. En muchas de estas partes, el material que queda expuesto es de tan poca permeabilidad que hace que se desarrollén zonas pantanosas, provocándose una fuerte gleyzación por ser el drenaje imperfecto, o en algunos casos nulo. Es importante señalar, que en esta región hay más precipitación que evapotranspiración. Las sales solubles tienden a ser trasladadas de la parte superior del perfil hacia la inferior donde se acumulan en el nivel freático, para aumentar la cantidad de sales alcalinas en la parte inferior, tales como carbonatos, bicarbonatos, clóruros, sulfatos y nitratos. Por lo tanto, la acidez de estos suelos es menor que la de los suelos rojos de los lomeríos.

Los suelos rojos a diferencia de los anteriores son residuales, formándose por el intenso intemperismo químico de una roca sedimentaria. Aparentemente, este intemperismo ha dado origen a dos tipos de suelo diferentes: uno arenoso y otro arcilloso. Es más, son tan diferentes, que podría pensarse que son productos de materiales parentales distintos, y que los perfiles en que se combinan ambos son el resultado de un sepultamiento causado por aluviones que se depositaron en diferentes tiempos geológicos. Lo que en realidad ocurre, según los resultados de esta investigación, es que ambos suelos se presentan en una secuencia, pues si pudiésemos hacer un corte de 10m de profundidad, seguramente encontraríamos ambos suelos en forma alternada y repetida, lo que se puede explicar de la siguiente manera: la arenisca es el mate-

rial geológico dominante y ésta se encuentra combinada con capas delgadas de lutita, quedando estas últimas a diferentes profundidades y formar así suelos arcillosos o arenosos según sea la capa, ya de lutita o de arenisca.

Las técnicas que se utilizan en la Dirección General de Geografía para hacer los análisis físico-químicos de rutina en el laboratorio, hasta ahora se habían ajustado perfectamente a las necesidades para hacer estudios de morfología, clasificación y cartografía de las zonas áridas y templadas que se han venido realizando desde la creación de esta Institución. Actualmente, al trabajar en zonas tropicales, nos hemos dado cuenta que éstas no son suficientes, ni tampoco las más adecuadas para el análisis de estos suelos tan complejos; quizá deba aplicarse una metodología específica para suelos alcalinos (zonas áridas) y otra para suelos ácidos (zonas tropicales).

La metodología general de campo y de laboratorio, seguida -- en la Dirección General de Geografía, resulta adecuada para los objetivos generales de la Institución: clasificar y cartografiar los suelos a nivel nacional a escalas de semi-detalle (1:50,000) y gran visión (1:250,000 y 1:1,000,000). Sin embargo, para estudios de clasificación, morfología y edafogénesis en zonas tropicales, la metodología debe ser más específica o adaptar las técnicas según sea el caso para tener una apreciación más científica y válida.

La cantidad reportada en el % de saturación de sodio (para el caso particular de los horizontes que aparecen con fase sódica en los análisis físicoquímicos), no se refiere al sodio intercam-

biable sino al sodio soluble. La presencia de dicha forma soluble puede ser el resultado de la descomposición de los feldespatos -- producida por el intemperismo físico-químico del material parental, tan disponible y tóxico para las plantas como la forma intercambiable. En los perfiles que contienen un porcentaje mínimo de arcilla la percolación del agua es rápida y el sodio se queda rodeando las partículas de arena aumentando así el pH mientras que, en los perfiles con abundante cantidad de arcilla el agua no se percola y el sodio se diluye en ella disminuyendo el pH.

Los análisis mineralógicos en rayos X constituyen un recurso indispensable para los estudios de génesis de suelos, pues permiten conocer la composición, la cantidad y hasta el comportamiento de la fracción más pequeña y más importante del suelo. Aunque claro, al igual que otros aparatos y otras técnicas, los rayos X también tienen sus limitaciones; por ejemplo, hay veces que el "ruido de fondo" es tan amplio, que los "picos" más pequeños de los minerales se confunden con éste y se vuelven imperceptibles, dando la impresión de que ese mineral no se encuentra en la muestra. Esto sucedió con la hematita, que en algunos de los difractogramas no apareció, con todo y que estaba presente. Otro problema sería que para que se vean claros los "picos" de los minerales que hay en menor cantidad, es necesario aumentar la amplitud de onda pero, al hacerlo, los "picos" más grandes se salen del campo, apareciendo truncados en el papel. Una limitante más, sería el elevado costo económico que significa hacer este tipo de pruebas, lo que trae como consecuencia el que no se puedan trabajar todos los horizontes deseados; teniéndose que escoger únicamente unos cuantos



y extrapolar esos resultados a los demás, con el posible riesgo - de cometer errores.

Si bien, la SOIL TAXONOMY es una clasificación mucho más precisa y completa que la FAO-UNESCO, que para los estudios a deta--lle e incluso a semi-detalle se ajusta al rigor que estas escalas implican, también surgen problemas cuando se la maneja para hacer una clasificación de suelos. Por ejemplo: el proceso de gleyzación, que es muy importante en la formación y desarrollo de algunos suelos, no se toma en cuenta. Es más, ninguna de las característi---cas que este proceso trae como consecuencia en el suelo tales como las reacciones químicas de óxido-reducción, con las consecuen--tes manchas de hidromorfismo azules, verdosas, ocre y anaranja--das, son tomadas como características diagnósticas para darle nombre a algún suborden, gran grupo o subgrupo.

El problema que presenta trabajar con la clasificación FAO--UNESCO en el trópico es grande porque se pierden de vista muchas características importantes que se pueden presentar en el suelo.- Por esto, es recomendable hacer algunas modificaciones agregando los términos o las subunidades de las que carece. Por ejemplo: -- en la mitad del área estudiada se encontraron arenosoles de dife--rentes tipos, unos con horizonte B cámbico, otros con B argílico, algunos con horizonte plíntico y otros más con horizonte férrico; los dos primeros son clasificables, no así los dos últimos. Para solucionar esto, se podrían agregar dos subunidades más a las ya existentes, para quedar como arenosol plíntico uno y arenosol fé--rrico el otro.

Por otro lado, en las partes bajas y planas se encontraron - vertisoles con un horizonte gléyico por debajo de los 50cm superficiales que podrían quedar como una subunidad nueva de vertisoles gléyicos pues, además de ser pélicos o crómicos, están sufriendo un proceso edáfico importante.

## VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las fotografías aéreas constituyeron una gran ayuda para la realización del presente estudio, aunque para el caso particular de zonas tropicales, la escala que se utilizó no es la más recomendable debido a la homogeneidad del uso del suelo y de la geomorfología que impiden apreciar muchos detalles importantes. Sería más conveniente usar una escala mayor, como por ejemplo 1:25,000 o 1:30,000 o, en su defecto 1:50,000, pero desgraciadamente no existen en el mercado fotografías a estas escalas de dicha zona.

En toda el área de trabajo se encuentran suelos muy profundos (mayores de 2m), y como está situada en la porción cálido-húmeda del país, se llevan a cabo en ellos diversos procesos pedogénicos muy importantes para su clasificación y génesis, algunos de los cuales aparecen por debajo del 1.25m. Por lo tanto, la medida de profundidad de los perfiles que señala la clasificación FAO-UNESCO, no se adapta a las necesidades para trabajar en esta zona, siendo mucho mejor abrir los perfiles hasta los 2m como lo indica la SOIL TAXONOMY.

En algunos de los suelos estudiados se presentaron para un mismo perfil más de un proceso pedogenético importante; por ejemplo, la formación de un horizonte plíntico y la presencia de un horizonte B con menos de 24 meq/100 gr de suelo de capacidad de intercambio catiónico total. Desgraciadamente, la clasificación FAO-UNESCO no incluye ningún grupo de suelos con estas características, teniéndose entonces que escoger el primero que aparece en la lista de las subunidades de ese tipo de suelo y anular en cier

ta forma una de las dos características. Esta anulación no sería necesaria si la clasificación FAO-UNESCO tomara en cuenta todas - las propiedades de los suelos de zonas tropicales.

Pensando en las etapas de desarrollo de los perfiles (estos suelos tienen horizontes muy gruesos y muy diferenciados) y en la movilidad tan lenta del hierro dentro del suelo para formar horizontes plínticos (estos horizontes están por debajo de los 150cm), se puede considerar que estos suelos están más allá de su clímax y que los cambios que están sufriendo actualmente los están envejeciendo. Por lo tanto, es más viable que estos lomeríos sean del Terciario y, así hayan tenido el tiempo suficiente para formarse como los encontramos hoy en día.

Se encontraron tres tipos de suelos diferentes en toda el -- área de estudio: los suelos rojos arenosos con un horizonte plíntico inferior y los suelos anaranjados arcillosos con un horizonte gris plateado con abundantes manchas de gleyzación, ambos tipos formando parte de los lomeríos, y como tercer tipo los suelos negros muy arcillosos y masivos, con abundante materia orgánica y diferentes grados de gleyzación, ubicados en las hondonadas. El - que se hayan clasificado seis tipos diferentes y no tres, se puede explicar de la siguiente manera: como anteriormente se dijo, - para clasificar un suelo, se necesitan únicamente los primeros -- 125 o 200cm del total de éste (según sea el sistema de clasificación que se utilice), de esta manera todos los procesos pedogénéticos y horizontes de diagnóstico que puedan presentarse por debajo de esta medida no se toman en cuenta. Por lo tanto, se puede - clasificar el mismo suelo con dos nombres diferentes, únicamente

con que el horizonte de diagnóstico esté por encima o por debajo de los 2m.

La gran mayoría de los suelos en estas zonas tropicales son ácidos, por un lado condicionado al material parental y por otro al efecto del intenso lavado causado por las fuertes lluvias, al alto contenido de óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio en comparación con los suelos de zonas áridas y templadas, y a la acción microbiana, lo que trae como consecuencia que la disponibilidad de los nutrientes para las plantas como son N, P, K, S, Ca y Mg sea mínima; en cambio, en este medio, la disponibilidad de los elementos menores como Fe, Mn, B, Cu, Cl y Zn es mayor.

Aunque los pHs resultaron muy ácidos, ninguno de ellos tuvo valores críticos de toxicidad para las plantas, pues no se encontraron valores menores de 4. También resultó elevada la cantidad de aluminio en el medio por carecer este último de bases intercambiables (Ca, Mg, K) suficientes. (Véanse cuadros 1, 2, 3 y 4).

Al comparar los valores del pH obtenidos en los perfiles efectuados durante el recorrido de campo preliminar con los valores de los perfiles de la verificación de campo, hay una ligera diferencia, pues los primeros son un poco más ácidos que los segundos; esto se puede deber a que la ceniza volcánica que arrojó el Chichonal en la segunda ocasión ya estaba incorporada al suelo e intemperizada dando por resultado que las bases intercambiables cedidas por la ceniza al medio hayan elevado el pH original.

De no ser por las largas inundaciones que se prolongan por varios meses, los gleysoles y vertisoles serían los suelos más

recomendables para cualquier cultivo, por ser los más fértiles de esta zona pues son los que tienen más nutrientes, más materia orgánica (aportada por los restos vegetales y por las heces fecales del ganado) y más arcilla. Este problema se podría corregir introduciendo drenaje artificial en las hondonadas y partes planas de la zona.

Los suelos que están inundados sufren deficiencia de oxígeno y nitrógeno, ya que las transformaciones bioquímicas que le ocurren al nitrógeno orgánico para convertirse en  $\text{NO}_3^-$  (nitratos) y ser aprovechables por las plantas, no progresan rápidamente.

Durante la época seca, los gleysoles y las capas profundas de los vertisoles se cubren de grandes manchas anaranjadas y ocreas, siendo más fuerte la oxidación que en la mayoría de los gleysoles de otros climas; a diferencia de estos suelos, en los primeros abundan los iones  $\text{Fe}^{2+}$  que se convierten en  $\text{Fe}^{3+}$  cuando los espacios porosos se llenan de aire.

Los horizontes concrecionarios que se encontraron en algunos perfiles se formaron porque al haber una capa profunda impermeable de arcillas cubierta por capas superiores arenosas y arcillo-arenosas, el agua de lluvia que se percola a través del suelo lava todo el manganeso de los minerales primarios hacia abajo coagulándose en forma de nódulos sobre la capa arcillosa.

Todos los suelos presentan un gran déficit de potasio. En los suelos montmorilloníticos, cuando están secos, esta carencia es total, ya que al secarse la arcilla, fija dichos cationes en formas no disponibles para las plantas, a causa del fuerte enlace que existe entre las capas de la montmorillonita; esto no ocurre

en los suelos rojos por estar compuestos de halloysita y caolinita principalmente. Afortunadamente, el clima es tan lluvioso, que los suelos permanecen secos una corta temporada al año (abril y mayo).

La hematita es el mineral que da el color rojo a los suelos de las lomas. Esta hematita se convierte en goethita en las hondosadas por la presencia de agua y, es por esto que los vertisoles y gleysoles tienen manchas pardo-anaranjadas.

Es necesario hacer encalados sobre los suelos rojos para reducir la toxicidad (en caso de que la haya) que provoca el exceso de óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio libre, para suministrar el calcio y el magnesio de los cuales tanto carecen, para hacer más disponibles y eficaces al fósforo y al potasio en la nutrición de las plantas.

Los suelos arenosos del área no pueden fijar por adsorción los elementos más importantes para la nutrición de las plantas, debido a la carencia casi total de coloides (arcilla y materia orgánica), situación que hace recomendable adicionar fertilizantes comerciales para que se mejore la calidad de los pastos. También por esta mínima cantidad de materia orgánica en los suelos rojos arcillosos no se desarrollan organismos como lombrices, hormigas, etc., que podrían ayudar a aflojar el suelo y volverlo más poroso y mejorar así su desagüe y aereación, ni tampoco bacterias como Azotobacter y Clostridium (1) que son indispensables en la fijación del nitrógeno, así como también otros microorganismos que son causantes de la fertilidad y el desarrollo de una buena estructura en el suelo.

Sería recomendable que las personas que dedican sus tierras rojas al cultivo del maíz con un rendimiento bajo, cultivaran -- otro tipo de plantas que resistiera mejor la acidez de estos -- suelos.

En los difractogramas se puede apreciar que en los horizon-- tes arenosos los "picos" de los feldespatos y del cuarzo son tan altos que se salen fuera del campo de registro, no así en los horizontes arcillosos, ya que dichos "picos" se reducen de tamaño y casi se emparejan con los "picos" de las arcillas. Esto significa que en los horizontes inferiores el intemperismo químico ha sido más intenso, por lo que tienen menos minerales primarios y más se cundarios que los superiores.

El aluminio, por su característica anfótera, se comporta en esta zona como un ácido, ya que con el hierro forma quelatos se-- mejantes a "redes o mallas químicas", que se adhieren entre sí -- para formar diminutos agregados que por su tamaño granulométrico pueden pasar por arenas en la prueba de textura del laboratorio, -- aunque en realidad no lo sean.

Si bien, la mayor parte de la caolinita, de la holloysita y - de la gibsita provienen de la intemperización continua del mate-- rial parental, es importante señalar que gracias a la ceniza vol-- cánica aportada por diversas erupciones ocurridas en la región -- (como es el caso del volcán Chichonal en 1982 entre otras), se ha incorporado abundante cantidad de alofano al suelo que al intem-- perizarse forma estas mismas arcillas.



## VIII.- N O T A S

## CAPITULO II: ANTECEDENTES.

- 1.- ORTIZ VILLANUEVA, B. Los suelos tropicales de México. Mesas redondas sobre problemas del trópico mexicano, vol. 1, pp. 38-48.
- 2.- AGUILERA, N. Los suelos tropicales de México. Mesas redondas sobre problemas del trópico mexicano, vol. 1, pp. 3-24.
- 3.- OLIVEROS, R. Los suelos tropicales de México. Mesas redondas sobre problemas del trópico mexicano, vol. 1, pp. 28-31.
- 4.- BUCKMAN, H. y BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos, 590 p.
- 5.- ROBINSON, G. Los suelos: su origen, constitución y clasificación, pp. 367-390.
- 6.- Latosol: término usado hace algunos años para designar a los suelos rojos tropicales de caracteres muy distintos, ubicados entre el Trópico de Cáncer y el de Capricornio y con un enriquecimiento considerable de sesquióxidos.
- 7.- HARDY, P. Suelos tropicales (Pedología tropical con énfasis en América), 334 p.
- 8.- SANCHEZ, P. Suelos del trópico: características y manejo, 634 p.
- 9.- PENDLETON, R. African conference on soils at goma, Belgian Congo, vol. 67, pp. 481-486.
- 10.- GLINKA, K. Los grandes grupos de suelos del mundo y su desarrollo, 220 p.

- 11.- BUOL, S. et al., Soil genesis and clasification, 404 p.
- 12.- ORTIZ VILLANUEVA, B. op. cit., pp. 38-48.
- 13.- BUCKMAN, H. y BRADY, N., op. cit., 590 p.
- 14.- HARDY, P. op. cit., 334 p.
- 15.- JENNY, H. Factors of soil formation: a system of quantitative pedology, 281 p.
- 16.- FITZPATRICK, E. Suelos: su formación, clasificación y distribución, 430 p.
- 17.- HESSELMAN, H. Citado por H. Jenny, op. cit.
- 18.- TAMHANE, R. et al. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales, 483 p.
- 19.- SEGALEN, P. Suelos de la zona intertropical, 176 p.
- 20.- DUCHAUFOR, P. Edafología: 1o. Edafogénesis y clasificación, 493 p.
- 21.- HARDY, P. op. cit., 334 p.
- 22.- Citados por Robinson, op. cit., pp. 367-390.
- 23.- GALLEZ, A. et al. Surface and charge characteristics of selected soils in the tropics, vol. 43, pp. 420-424.
- 24.- ESWARAN, H and STOOPS, G. Surface textures of quartz in tropical soils, vol. 43, pp. 420-424.
25. OJANUGA, A. Clay mineralogy of soils in the nigerian tropical savana regions, vol. 43, pp. 1237-1242.
- 26.- LIETZKE, D. and WHITESIDE, E. Characterization and classification of some Belize soils, vol. 45, pp. 378-385.
- 27.- MONIZ, A. and BUOL, S. Formation of an Oxisol-Ultisol transition in Sao Paulo, Brazil, vol. 46, pp. 1228-1233 y 1234-1239.
- 28.- DAUGHERTY, L. and ARNOLD, R. Mineralogy and iron characterization of plinthitic soils on alluvial landforms in Venezue-

- la, vol. 46, pp. 1244-1252.
- 29.- CURI, N. and FRANZMEIER, D. Toposequence of Oxisols from the central plateau of Brazil, vol. 48, pp. 341-346.
- 30.- AGUILERA, N. op. cit., pp. 3-24.
- 31.- LEON, G. et SEGALEN, P. Observations sur des sols rouges -- dérivés de roches volcaniques basiques dans le Bajío (Mexique Central), vol. VIII, 61 p.
- 32.- QUIÑONES, H. Soil study: Teapa, Tabasco; Pichucalco, Chiapas and Palenque-Emiliano Zapata, Chiapas, pp.52-69.
- 33.- QUIROZ, A. Estudio preliminar de la relación suelo-vegetación en la zona de Balancán-Tenosique, Tabasco, 74 p.
- 34.- CENTRO REGIONAL TROPICAL PUYACATENGO. Suelos y su génesis, - 38 p.
- 35.- MONDRAGON, A. Estudios edafológicos en suelos derivados de caliza, en el ejido de Santo Domingo, municipio de Ocosingo, estado de Chiapas, 117 p.
- 36.- PALMA, D. y TEPATE, F. Los suelos de la sabana de Balancán. Su caracterización y clasificación, 20 p.
- 37.- MORALES, C. et al. La producción agrícola en Tabasco y norte de Chiapas. 28 p.
- 38.- SALAZAR, J. y RIVERA, J. Conferencia presentada en el XVII - Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo (del 3 al 7 de diciembre de 1984, Guadalajara, Jal.)

## CAPITULO III: CARACTERISTICAS DEL AREA DE ESTUDIO.

- 1.- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO (SPP). Carta topográfica escala 1:50,000 (Emiliano Zapata B15 D24), Dirección General de Geografía (DGG).
- 2.- RAISZ, E. Landforms of Mexico. The geography of the office -- naval research. Scale map 1:4,000,000. Cambridge, Mass.
- 3.- SPP. Carta fisiográfica escala 1:1,000,000 (Mérida). Dirección de Estudios del Territorio Nacional (DETENAL).
- 4.- CARDOSO D., M.D. El clima de Chiapas y Tabasco, pp. 13 y 37.
- 5.- UNAM. Carta climática escala 1:500,000 (Villahermosa 15Q- VIII), Inst. de Geografía (UNAM) y Secretaría de la Presidencia.  
SPP. Carta climática escala 1:1,000,000 (Mérida), DETENAL.
- 6.- LOPEZ RAMOS, E. Geología de México, vol. III, pp. 165-208.
- 7.- SPP. Carta geológica escala 1:250,000 (Tenosique E15-9), DGG.
- 8.- Horst: masa de corteza delimitada por una falla y que se levanta con respecto a sus alrededores.
- 9.- Graben: masa de corteza generalmente más larga que ancha y que se ha hundido con respecto a sus alrededores a lo largo de alguna falla.
- 10.- VINIEGRA, F. "El gran banco calcáreo yucateco", Revista Ingeniería, UNAM, vol. 1, 34 p.
- 11.- LOPEZ RAMOS, E. op. cit., vol. III, pp. 165-208.
- 12.- SPP. Carta geológica.
- 13.- CANUL-DZUL, R. et. al. "Geología e historia volcanológica -- del volcán Chichonal, estado de Chiapas", El Volcán Chichonal, Inst. de Geología, UNAM, pp. 3-22.

- 14.- CÔCHEME, J. y DEMANT, A. "Naturaleza y composición del material emitido por el volcán Chichonal, Chiapas (marzo-abril - 1982)". El Volcán Chichonal. UNAM, pp. 81-89.
- 15.- WEST, R. C. et al. The Tabasco lowlands of southeastern Mexico, vol. 27, 193 p.
- 16.- WEST, R. C. et al. op. cit.
- 17.- Comunicación verbal del M. en C. Gerardo Bocco.
- 18.- LOPEZ MENDOZA, R. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de Tabasco y Norte de Chiapas, (colección "Cuadernos Universitarios"), serie Agronomía, vol. I, 121 p.
- 19.- SPP. Carta hidrológica de aguas superficiales escala 1:250,000 (Tenosique E15-9), DGG.
- 20.- SPP. Carta de uso del suelo escala 1:250,000 (Tenosique E15-9), DGG.
- 21.- MIRANDA, F. y HERNANDEZ, E. Los tipos de vegetación de México y su clasificación, Boletín de la Sociedad Botánica de México, vol. 28, pp. 29-56.
- 22.- LOPEZ MENDOZA, R. op. cit., 121 p.
- 23.- Ibidem.
- 24.- MIRANDA, F. y HERNANDEZ, E. op. cit., pp. 29-56.
- 25.- PENNINGTON, T. D. y SARUKHAN, J. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México, pp. 3-46.
- 26.- RZEDOWSKI, J. Vegetación de México, 432 p.
- 27.- SPP. Carta de uso del suelo.
- 28.- RZEDOWSKI, J. op. cit., 432 p.
- 29.- RZEDOWSKI, J. Ibidem.  
SPP. Carta de uso del suelo.

- 30.- SPP. Carta de uso del suelo.
- 31.- MIRANDA, F. y HERNANDEZ, E. op. cit., pp. 29-56.
- 32.- LOPEZ MENDOZA, R. op. cit., 121 p.
- 33.- MIRANDA, F. y HERNANDEZ, E. ibidem.
- 34.- LOPEZ MENDOZA, R. ibidem.
- 35.- PENNINGTON, T. D. y SARUKHAN, J. op. cit., pp. 3-46.
- 36.- SPP. Carta de uso del suelo.
- 37.- MIRANDA, F. y HERNANDEZ, E. ibidem.
- 38.- RZEDOWSKI, J. ibidem.
- 39.- SPP. Carta de uso del suelo.
- 40.- RZEDOWSKI, I. ibidem.
- 41.- MIRANDA, F. y HERNANDEZ, E. ibidem.
- 42.- SPP. Carta de uso del suelo.
- 43.- Ibidem.
44. LOPEZ MENDOZA, R. ibidem.
- 45.- SPP. Carta de uso potencial del suelo escala 1:250,000 (Tenosique E15-9).
- 46.- WEST, R. C. et al. op. cit., vol. 27, 193 p.
- 47.- ORTIZ LANS, C. "La producción de ganado bovino en Tabasco y norte de Chiapas", Revista de Geografía Agrícola (análisis regional de la agricultura), vol. III, pp. 117-134.
- 48.- SALAZAR, J. y RIVERA, J. Conferencia presentada en el XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Del 3 al 7 de diciembre de 1984, Guadalajara, Jal.
- 49.- MORA, citado por West, op. cit., vol. 27, p. 193.

## CAPITULO IV: MATERIALES Y METODO.

- 1.- CETENAL. Sistema de clasificación de suelos FAO-UNESCO 1968, -- modificado por CETENAL en 1970.
- 2.- La metodología de laboratorio se basa en el Manual de Análisis Físicos y Químicos para Suelos que elaboró el departamento de Edafología de la Dirección General de Geografía en 1968.

## CAPITULO V: RESULTADOS DE CAMPO Y LABORATORIO.

- 1.- CETENAL. Sistema de clasificación de suelos FAO-UNESCO 1968, - modificado por CETENAL en 1970.
- 2.- SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys, 754 pp.
- 3.- CETENAL. op. cit.
- 4.- SOIL SURVEY STAFF. op. cit., 754 pp.
- 5.- CETENAL. ibidem.
- 6.- SOIL SURVEY STAFF. ibidem.
- 7.- CETENAL. ibidem.
- 8.- SOIL SURVEY STAFF. ibidem.
- 9.- CETENAL. ibidem.
- 10.- SOIL SURVEY STAFF. ibidem.
- 11.- CETENAL. ibidem.
- 12.- SOIL SURVEY STAFF. ibidem.
- 13.- CETENAL. ibidem.
- 14.- SOIL SURVEY STAFF. ibidem.
- 15.- FASSBENDER, H. W. Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina, 398 p.

16.- JOINT COMMITTEE ON POWDER DIFFRACTION STANDARDS. Selected --- powder diffraction data for minerals. Search manual, 262 p.

CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

1.- TAMHANE, R. V. et al. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales, 483 p.



## IX.- BIBLIOGRAFIA

- AGUILERA H., N. Los suelos tropicales de México. Mesas redondas sobre problemas del trópico mexicano. Beltrán, E. (ed.). Publicaciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 1955. I:3-24 p.
- BUCKMAN, H. y BRADY, N. Naturaleza y propiedades de los suelos. Montaner y Simón, S. A. Barcelona, España. 1977. 590 p.
- BUOL, S. et al. Soil genesis and clasification. The Iowa State University Press, Ames. USA. 2nd. ed. 1980. 404 p.
- CANUL-DZUL, R. et al. "Geología e historia volcanológica del volcán Chichonal, estado de Chiapas". El Volcán Chichonal. Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. México.- 1983. 3-22 p.
- CARDOSO D., M. D. El clima de Chiapas y Tabasco. Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1979. 13 y 37 p.
- CENTRO REGIONAL TROPICAL PUYACATENGO. Suelos y su génesis. Publicaciones del CRTP. Teapa, Tabasco. México. 1979. 38 p.
- COCHEME, J.J. y DEMANT, A. "Naturaleza y composición del material emitido por el volcán Chichonal, Chiapas (marzo-abril, 1982)". El Volcán Chichonal Instituto de Geología, Universidad Nacional Autónoma de México. 1983. 81-89 p.
- COMISION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. Sistema de clasificación de suelos FAO-UNESCO 1968, modificado por CETENAL en 1970. Secretaría de la Presidencia. México. 1975.

- CURI, N. and Franzmeier, D. P. "Toposequence of Oxisols from the -- central plateau of Brazil". Soil Science Society of America -- Journal. USA. 1984. 48(2): 341-346 p.
- DAUGHERTY, L. A. and ARNOLD, R. W. "Mineralogy and iron characteri- zation of plinthitic soils on alluvial landforms in Venezuela". Soil Science Society of America Journal. USA. 1982. 46(6): -- 1244-1252 p.
- DIRECCION DE ESTUDIOS DEL TERRITORIO NACIONAL. Fotografías aéreas - de los estados de Tabasco y Chiapas, escala 1:70,000. Secretaria de la Presidencia. México. 1973.
- DUCHAFOUR, P. Edafología: 1o. Edafogénesis y clasificación. Masson, S. A. Barcelona, España. 1984. 493 p.
- ESWARAN, H. and STOOPS, G. "Surface textures of quartz in tropical soils". Soil Science Society of America Journal. USA. 1979. -- 43(2): 420-424 p.
- FASSBENDER, H. W. Química de suelos: con énfasis en suelos de Amé-- rica Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. - San José, Costa Rica. 1978. 398 p.
- FITZPATRICK, E. A. Suelos: su formación, clasificación y distribu-- ción. CECSA. México. 1984. 430 p.
- GALLEZ, A. et al. "Surface and charge characteristics of selected - soils in the tropics". Soil Science Society of America Journal. USA. 1976. 43(2): 420-424 p.
- GLINKA, K. D. Los grandes grupos de suelos del mundo y su desarro-- llo. Sociedad Agronómica Mexicana. México. 2a. ed. mimeográfi-

ca. 1951. 220 p.

HARDY, F. Suelos tropicales. (Pedología tropical con énfasis en América). Herrero Hermanos Sucesores, S. A. México. 1970. 334 p.

JENNY, H. Factors of soil formation: a system of quantitative pedology. McGraw Hill Book Company, Inc. New York and London, ---  
1941. 281 p.

JOINT COMMITTEE ON POWDER DIFFRACTION STANDARDS. Selected powder --  
diffraction data for minerals. Search manual. Pennsylvania, --  
USA. 1974. 262 p.

LEON, G. et SEGALÉN, P. Observations sur des sols rouges dérivés --  
de roches volcaniques basiques dans le Bajío (Mexique Central).  
Cahiers ORSTOM, sér. Pédologie. Paris, France. 1970. VIII(1):  
61 p.

LIETZKE, D. A. and WHITESIDE, E.P. "Characterization and classifica-  
tion of some Belize soils". Soil Science Society of America -  
Journal. USA. 1981. 45(2): 378-385 p.

LOPEZ M., R. Tipos de vegetación y su distribución en el estado de  
Tabasco y norte de Chiapas. Cuadernos Universitarios, serie --  
Agronomía. Universidad Autónoma de Chapingo (CRTP). México. -  
1980. I: 121 p.

LOPEZ R., E. Geología de México. Apuntes. 2a. ed. México. 1981. III:  
165-208 p.

MIRANDA, F. y HERNANDEZ X., E. Los tipos de vegetación de México y  
su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. -  
México. 1963. 28: 29-56 p.

- MONDRAGON O., A. Estudios edafológicos en suelos derivados de caliza, en el ejido de Santo Domingo, municipio de Ocosingo, estado de Chiapas. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM.- México. 1982. 117 p.
- MONIZ, A. C. and BUOL, S. W. "Formation of an Oxisol-Ultisol transition in Sao Paulo, Brazil: I. Double-water flow model of soil development". Soil Science Society of America Journal. USA. -- 1982. 46(6): 1228-1233 p.
- et al. "Formation of an Oxisol-Ultisol transition in Sao Paulo, Brazil: II. Lateral dynamics of chemical weathering". Soil Science Society of America Journal. USA. 1982. 46(6): -- 1228-1233 p.
- MORALES, C. et al. La producción agrícola en Tabasco y norte de Chiapas. CRUSE. Puyacatengo, Tabasco. México. 1983. 28 p.
- MUNSELL SOIL COLOR CHART. Munsell Color Company, Inc. Baltimore, -- Maryland. USA.
- OJANUGA, A. G. "Clay mineralogy of soils in the nigerian tropical savana regions". Soil Science Society of America Journal. -- USA. 1979. 43(6): 1237-1242 p.
- OLIVEROS O., R. Los suelos tropicales de México. Mesas redondas --- sobre problemas del trópico mexicano. Beltrán, E. (ed.). Publicaciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. México. 1955. I: 28-31.
- ORTIZ L., C. "La producción de ganado bovino en Tabasco y norte de Chiapas". Revista de Geografía Agrícola (análisis regional --- de la agricultura). Universidad Autónoma de Chapingo. México.-

1982. III: 117-134 p.

ORTIZ V., B. Los suelos tropicales de México. Mesas redondas sobre problemas del trópico mexicano. Beltrán, E. (ed.). Publicaciones del Instituto Mexicano de Recursos Naturales Renovables. - México. 1955. I: 38-48 p.

PALMA, D. y TEPATE, F. Los suelos de la sabana de Balancán, Tabasco. Su caracterización y clasificación. Apuntes. Colegio Superior de Agricultura Tropical. Cárdenas, Tabasco. México. 1982. 20 p.

PENDLETON, R. L. "African conference on soils at goma, Belgian Congo". Soil Science. USA. 1949. 67: 481-486 p.

PENNINGTON, T. D. y SARUKHAN, J. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y FAO. México. 1968. 3-46 p.

QUIÑONES, H. "Soil Study: Teapa, Tab.; Pichucalco, Chis. and Palenque-Emiliano Zapata, Chis.". International Clay Conference. -- Instituto de Geología, UNAM. México 1975. 52-69 p.

QUIROZ, A. Estudio preliminar de la relación suelo-vegetación en la zona Balancán-Tenosique, Tabasco. Tesis profesional. Facultad de Ciencias, UNAM. México. 1977. 74 p.

RAISZ, E. Landforms of México. The geography of the office naval -- research. Scale map 1:4,000,000. Cambridge, Mass. USA. 2nd. -- ed. 1964.

- ROBINSON, G. W. Los suelos: su origen, constitución y clasificación----. Ediciones Omega, S. A. Barcelona, España. 2a. ed. 1967.- 367-390 p.
- RZEDOWSKI, J. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. México. 1978. 432 p.
- SANCHEZ, P. Suelos del trópico: características y manejo. IICA. San José, Costa Rica. 1981. 634 p.
- SEGALÉN, P. Suelos de la zona intertropical. Colegio de Post-Graduados, Chapingo. México. Ed. mimeográfica. 1961. 176 p.
- SOIL SURVEY STAFF. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture. USA. 1975. 754 p.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Carta fisiográfica esc. - 1:1,000,000 (Mérida). Dirección de Estudios del Territorio Nacional. México. 1981.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Carta climática esc. ---- 1:1,000,000 (Mérida). Dirección de Estudios del Territorio Nacional. México. 1981.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Carta topográfica esc. -- 1:50,000 (Emiliano Zapata E15-D24). Dirección General de Geografía. México. 1982.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Carta geológica esc. --- 1:250,000 (Tenosique E15-9). Dirección General de Geografía. - México. 1983.

- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Carta hidrológica de ---  
aguas superficiales esc. 1:250,000 (Tenosique E15-9). Direc---  
ción General de Geografía. México. 1983.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Carta de uso del suelo --  
esc. 1:250,000 (Tenosique E15-9). Dirección General de Geogra-  
fía. México. 1984.
- SECRETARIA DE PROGRAMACION Y PRESUPUESTO. Carta de uso potencial --  
del suelo esc. 1:250,000 (Tenosique E15-9). Dirección General  
de Geografía. México. 1985.
- TAMHANE, R. V. et al. Suelos: su química y fertilidad en zonas tro-  
picales. Editorial Diana. México. 1978. 483 p.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. Carta climática esc. ----  
1:500,000 (Villahermosa 15Q-VIII). Instituto de Geografía, --  
UNAM y Secretaría de la Presidencia. México.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO. El Volcán Chichonal. Ponencias  
presentadas en el simposio sobre el volcán Chichonal duran-  
te la VI Convención Geológica Nacional de la Sociedad Geológi-  
ca Mexicana. Instituto de Geología, UNAM. México. 1983. 120 p.
- VINIEGRA, F. "El gran banco calcáreo yucateco". Revista Ingeniería.  
Universidad Nacional Autónoma de México. México. 1981. I: 34 p.
- WEST, R. C. et al. The Tabasco lowlands of southeastern México ---  
Louisiana State University Press. USA. 1969. 27: 193 p.

A P E N D I C E





CLAVE PARA LA DESCRIPCION DE PERFILES DE SUELOS

DEPTO. EDAFOLOGIA

FEBRERO 1982

CLAVE PARA LA DESCRIPCION DE CONDICIONES AMBIENTALES  
DATOS DE LA GEOFORMA

- I. IDAD**  
 1.- 1a Joven  
 2.- 2a Intermedia  
 3.- 3a Adulta  
 4.- 4a Subcompleta  
 5.- 5a Adulta
- II. ELUVIUM**  
 1.- Fiel  
 2.- Casi fiel  
 3.- Levemente andado  
 4.- Creciente  
 5.- Levemente andado  
 6.- Menor  
 7.- Ausente
- III. CLASE DE FICOMACION**  
 1.- 1a Fiel  
 2.- 2a Adulta  
 3.- 3a Casi fiel  
 4.- 4a Adulta  
 5.- 5a Leve  
 6.- 6a Fiel  
 7.- 7a Fiel  
 8.- 8a Fiel andado
- IV. CLASE DE PERMEABILIDAD > 2.5 cm.**  
 1.- 1a Moderadamente andado (< 0.01% a 0.1% del área)  
 2.- 2a Fiel (< 0.1 a 2% del área)  
 3.- 3a Muy permeable (> 2% a 17% del área)  
 4.- 4a Extremadamente permeable (> 15 a 90% del área)  
 5.- 5a Levemente y moderadamente permeable (> 90% del área)
- V. CLASE DE AFILICIAMIENTOS FOCOSOS**  
 1.- 1a Nula (ocurre en < 2% del área)  
 2.- 2a Escasa (ocurre en 2 a 10% del área)  
 3.- 3a Moderada (ocurre en 10 a 22% del área)  
 4.- 4a Abundante (ocurre en 25 a 50% del área)  
 5.- 5a Muy abundante (ocurre en 50 a 90% del área)  
 6.- 6a Difusa (ocurre en > 90% del área)

- VI. CLASE DE DRENAJE EXTERNO**  
 1.- 1a Muy escasamente drenado  
 2.- 2a Escasamente drenado  
 3.- 3a Improperamente drenado  
 4.- 4a Drenado  
 5.- 5a Muy drenado  
 6.- 6a Excesivamente drenado
- VII. BRONCIACION**  
 CLASE  
 1.- 1a Fiel  
 2.- 2a Hífrico levemente  
 3.- 3a Hífrico en exceso  
 4.- 4a Hífrico en exceso
- GRADO**  
 1.- 1a Leve  
 2.- 2a Moderada  
 3.- 3a Fuerte
- ALTA**  
 Se suma el % del área afectado por anemia
- VIII. INTELIGENCIA HUMANA**  
 0.- Nula  
 1.- Escasa  
 2.- Moderada  
 3.- Alta  
 Clave y comentarios generales
- IX. FACTORES NOCIVOS**  
 1.- 1a Ausente  
 2.- 2a Escasamente  
 3.- 3a Moderadamente  
 4.- 4a Abundante  
 5.- 5a Abundante salinas  
 Clave y comentarios generales

- 16. CEMENTACION**  
 GRADO  
 1.- 0a DfH  
 2.- 1a Moderada  
 3.- 2a Fuerte  
**CONTINUIDAD**  
 1.- 1a Continua  
 2.- 2a Discontinua  
 3.- 3a Desusada
- 17. TEXTURA AL TACTO**  
 Según (Método de Penner)
- 18a-20. GRAVILS GUJARILLOS PIEDRAS (ESQUELETO)**  
**TAMARCO**  
 Grupos de 0.2 a 2.5 cm  
 Grupos de 7.5 a 25 cm  
 Piedras de > 25 cm
- FORMA**  
 1.- 1a Redondeadas  
 2.- 2a Subredondeadas  
 3.- 3a Angulosas
- 21. ALITACION Y NATURALEZA**  
 Se refiere a grado de alitacion (temperatura) y naturaleza general del suelo.
- 22. GRITAS Y/o PELURAS**  
**CONSTITUCION**  
 1.- 1a Finas (Fineses) < 3 mm  
 2.- 2a Fineses entre 3-10 mm  
 3.- 3a Grandes entre > 10 mm.
- 23. CRISTALES**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Fiel < 1 mm  
 2.- 2a Moderada 1-2 mm  
 3.- 3a Gruesas > 2 mm
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2-5% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 5-20% en vol.  
 4.- 4a Abundante > 25% en vol.
- 24. NATURALEZA Y COLOR de las estructuras en general.**  
**25 y 26. COCCIONES**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Muy fina < 0.2 mm  
 2.- 2a Moderada 0.2 a 1 mm  
 3.- 3a Media 1-2 mm  
 4.- 4a Gruesas 1-2 mm  
 5.- 5a Muy gruesas > 10 mm  
 6.- 6a Extremadamente gruesas > 10 mm
- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Ovalada  
 3.- 3a Irregular  
 4.- 4a Laminar  
 5.- 5a Filamentosas  
 6.- 6a Desafiladas  
 7.- 7a Cilíndricas  
 8.- 8a Tubular
- NATURALEZA Y COLOR de las construcciones en general.**
- 27. HODILLOS**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Fineses < 0.5 mm  
 2.- 2a Moderadas 0.5 a 1 mm  
 3.- 3a Gruesas > 1 mm
- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Irregular
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2 a 15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15 a 60% en vol.  
 4.- 4a Abundante > 60% en vol.
- 28 y 29. HODILLOS**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Fineses < 0.5 mm  
 2.- 2a Moderadas 0.5 a 1 mm  
 3.- 3a Gruesas > 1 mm
- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Irregular
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2 a 15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15 a 60% en vol.  
 4.- 4a Abundante > 60% en vol.
- 30. MANCHAS Y/o**  
**31a-34. COLOR de las estructuras en general.**  
**CANTIDAD**  
 1.- 1a Escasa < 2%  
 2.- 2a Frecuente 2 a 20%  
 3.- 3a Abundante > 20%
- TAMARCO**  
 1.- 1a Fineses < 5 mm (índice de estructura)  
 2.- 2a Moderadas 5 a 15 mm (índice de estructura)  
 3.- 3a Gruesas > 15 mm (índice de estructura)
- 35. INCLUSIONES**  
 Se refiere a minerales, huesos, carbón, volcánicos en el perfil, etc.
- 36. BARRAS**  
 Fines < 0.2 mm  
 Moderadas 0.2 a 1 mm  
 Gruesas > 1 mm
- ESTRUCTURA**  
 1.- 1a Subangulosa  
 2.- 2a Angulosa  
 3.- 3a Redondeada  
 4.- 4a Subredondeada  
 5.- 5a Laminar
- ESTRUCTURA**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en volumen  
 2.- 2a Escasa 2 a 15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15% a 40% en vol.  
 4.- 4a Abundante 40 a 80% en vol.  
 5.- 5a Difusa > 80% en vol.
- PROFUNDIDAD**  
 Se suma en la profundidad del espesormente reportado.
- DISTRIBUCION**  
 1.- 1a Acumulada  
 2.- 2a Difusa  
 3.- 3a En vena  
 4.- 4a En superficie de estratos gruesos  
 5.- 5a En vena
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2-15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15-40% en vol.  
 4.- 4a Abundante 40-80% en vol.  
 5.- 5a Difusa > 80% en vol.
- DUREZA**  
 1.- 1a Blanda  
 2.- 2a Dura
- DISTRIBUCION**  
 1.- 1a Acumulada  
 2.- 2a Difusa  
 3.- 3a En vena  
 4.- 4a En superficie de estratos gruesos
- MC1 (verificación de MC14, según S)**
- DUREZA**  
 1.- 1a Blanda  
 2.- 2a Dura
- DISTRIBUCION**  
 1.- 1a Acumulada  
 2.- 2a Difusa  
 3.- 3a En vena  
 4.- 4a En superficie de estratos gruesos
- MC1 (verificación de MC14, según S)**

CLAVE PARA LA DESCRIPCION DEL PERFIL DEL SUELO

- 1. HORizonte O CARA**  
 Conforme a Nomenclatura de la Séptima Aproximación (S.U.D.A., Matigolla)
- 2. DETERMINACION DE HORIZONTES DIAGNOSTICOS**  
 Conforme a Nomenclatura de la Séptima Aproximación (S.U.D.A.)
- 3. PROFUNDIDAD**  
 Del límite superior al inferior del horizonte o capa
- 4. SEPARACION**  
 1.- 1a Abierta < 2.5 cm.  
 2.- 2a Cierre 2.5 a 4 cm.  
 3.- 3a Gradual 4 a 12.5 cm.  
 4.- 4a Difusa > 12.5 cm.
- 5. REACCIONES**  
 Las incluyen MC1, Hef, Fenómenos, etc)  
 1.- 1a Nula  
 2.- 2a Muy débil  
 3.- 3a Débil
- 6. HUMEDAD APARENTE**  
 1.- 1a Seca (falta de humedad)  
 2.- 2a Ligero exceso de humedad
- ESTRUCTURA**  
 1.- 1a Laminar  
 2.- 2a Columnar  
 3.- 3a Fibrosa angulosa  
 4.- 4a Masas subangulosas  
 5.- 5a Gruesas  
 6.- 6a Irregulares  
 7.- 7a Masas  
 8.- 8a Irregulares
- 7. FORTOSIDAD**  
**CONSTITUCION**  
 1.- 1a Fineses < 0.2 mm.  
 2.- 2a Escasa 0.2-3 mm.  
 3.- 3a Moderada 3-10 mm.  
 4.- 4a Gruesas > 10 mm.
- 8. PELICULAS**  
 (Las amebas) Paticas azules, de manganeso, de hidrógeno de hidrógeno, de sales de hierro, aluminio, silicio, etc.)  
**DISTRIBUCION**  
 1.- 1a Escasa  
 2.- 2a Moderada  
 3.- 3a Continua  
 4.- 4a Difusa  
 5.- 5a Irregular  
 6.- 6a Muy dura  
 7.- 7a Moderadamente dura
- 9. DENSIDAD Y PLASTICIDAD (ambas)**  
 1.- 1a Nula  
 2.- 2a Ligera
- 10. PAGETAS DE PRESION/COMPRESION**  
 (El material) con construcciones generales (Escasa, Frecuente, Abundante)
- 11. COLOR**  
 Se suma el color del perfil completo, salvo en caso de MfH, donde se toma promedio de mezclar las 18 cm superiores (MfH 1).
- 12. HUMEDAD**  
 1.- 1a Escasa  
 2.- 2a Moderada  
 3.- 3a Fuerte
- 13. HUMEDAD**  
 1.- 1a Escasa  
 2.- 2a Moderada  
 3.- 3a Fuerte  
 4.- 4a Muy fuerte  
 5.- 5a Extremadamente fuerte

- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Irregular  
 3.- 3a Discoidal  
 4.- 4a Plana  
 5.- 5a Laminar
- 3.- 3a Moderada**  
**4.- 4a Abundante**  
**5.- 5a Abundante salinas**  
 Clave y comentarios generales
- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Irregular  
 3.- 3a Discoidal  
 4.- 4a Plana  
 5.- 5a Laminar
- 3.- 3a Moderada (aproximada al campo)**  
**4.- 4a Muy Grande (Garras)**
- TAMARCO**  
 1.- 1a Muy fino  
 2.- 2a Fino  
 3.- 3a Medio  
 4.- 4a Grueso
- 1.- 1a Muy gruesa**  
**DEBILIDAD**  
 1.- 1a Débil  
 2.- 2a Moderada  
 3.- 3a Fuerte
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Escasa como 1.5 cm o más  
 2.- 2a Moderada entre 0.5 a 1.5 cm.  
 3.- 3a Abundante como 0.5 cm o menos

- 16. CEMENTACION**  
 GRADO  
 1.- 0a DfH  
 2.- 1a Moderada  
 3.- 2a Fuerte  
**CONTINUIDAD**  
 1.- 1a Continua  
 2.- 2a Discontinua  
 3.- 3a Desusada
- 17. TEXTURA AL TACTO**  
 Según (Método de Penner)
- 18a-20. GRAVILS GUJARILLOS PIEDRAS (ESQUELETO)**  
**TAMARCO**  
 Grupos de 0.2 a 2.5 cm  
 Grupos de 7.5 a 25 cm  
 Piedras de > 25 cm
- FORMA**  
 1.- 1a Redondeadas  
 2.- 2a Subredondeadas  
 3.- 3a Angulosas
- 21. ALITACION Y NATURALEZA**  
 Se refiere a grado de alitacion (temperatura) y naturaleza general del suelo.
- 22. GRITAS Y/o PELURAS**  
**CONSTITUCION**  
 1.- 1a Finas (Fineses) < 3 mm  
 2.- 2a Fineses entre 3-10 mm  
 3.- 3a Grandes entre > 10 mm.
- 23. CRISTALES**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Fiel < 1 mm  
 2.- 2a Moderada 1-2 mm  
 3.- 3a Gruesas > 2 mm
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2-5% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 5-20% en vol.  
 4.- 4a Abundante > 25% en vol.
- 24. NATURALEZA Y COLOR de las estructuras en general.**  
**25 y 26. COCCIONES**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Muy fina < 0.2 mm  
 2.- 2a Moderada 0.2 a 1 mm  
 3.- 3a Media 1-2 mm  
 4.- 4a Gruesas 1-2 mm  
 5.- 5a Muy gruesas > 10 mm  
 6.- 6a Extremadamente gruesas > 10 mm
- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Ovalada  
 3.- 3a Irregular  
 4.- 4a Laminar  
 5.- 5a Filamentosas  
 6.- 6a Desafiladas  
 7.- 7a Cilíndricas  
 8.- 8a Tubular
- NATURALEZA Y COLOR de las construcciones en general.**
- 27. HODILLOS**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Fineses < 0.5 mm  
 2.- 2a Moderadas 0.5 a 1 mm  
 3.- 3a Gruesas > 1 mm
- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Irregular
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2 a 15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15 a 60% en vol.  
 4.- 4a Abundante > 60% en vol.
- 28 y 29. HODILLOS**  
**TAMARCO**  
 1.- 1a Fineses < 0.5 mm  
 2.- 2a Moderadas 0.5 a 1 mm  
 3.- 3a Gruesas > 1 mm
- FORMA**  
 1.- 1a Redonda  
 2.- 2a Irregular
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2 a 15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15 a 60% en vol.  
 4.- 4a Abundante > 60% en vol.
- 30. MANCHAS Y/o**  
**31a-34. COLOR de las estructuras en general.**  
**CANTIDAD**  
 1.- 1a Escasa < 2%  
 2.- 2a Frecuente 2 a 20%  
 3.- 3a Abundante > 20%
- TAMARCO**  
 1.- 1a Fineses < 5 mm (índice de estructura)  
 2.- 2a Moderadas 5 a 15 mm (índice de estructura)  
 3.- 3a Gruesas > 15 mm (índice de estructura)
- 35. INCLUSIONES**  
 Se refiere a minerales, huesos, carbón, volcánicos en el perfil, etc.
- 36. BARRAS**  
 Fines < 0.2 mm  
 Moderadas 0.2 a 1 mm  
 Gruesas > 1 mm
- ESTRUCTURA**  
 1.- 1a Subangulosa  
 2.- 2a Angulosa  
 3.- 3a Redondeada  
 4.- 4a Subredondeada  
 5.- 5a Laminar
- ESTRUCTURA**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en volumen  
 2.- 2a Escasa 2 a 15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15% a 40% en vol.  
 4.- 4a Abundante 40 a 80% en vol.  
 5.- 5a Difusa > 80% en vol.
- PROFUNDIDAD**  
 Se suma en la profundidad del espesormente reportado.
- DISTRIBUCION**  
 1.- 1a Acumulada  
 2.- 2a Difusa  
 3.- 3a En vena  
 4.- 4a En superficie de estratos gruesos  
 5.- 5a En vena
- CANTIDAD**  
 1.- 1a Muy escasa < 2% en vol.  
 2.- 2a Escasa 2-15% en vol.  
 3.- 3a Frecuente 15-40% en vol.  
 4.- 4a Abundante 40-80% en vol.  
 5.- 5a Difusa > 80% en vol.
- DUREZA**  
 1.- 1a Blanda  
 2.- 2a Dura
- DISTRIBUCION**  
 1.- 1a Acumulada  
 2.- 2a Difusa  
 3.- 3a En vena  
 4.- 4a En superficie de estratos gruesos
- MC1 (verificación de MC14, según S)**
- DUREZA**  
 1.- 1a Blanda  
 2.- 2a Dura
- DISTRIBUCION**  
 1.- 1a Acumulada  
 2.- 2a Difusa  
 3.- 3a En vena  
 4.- 4a En superficie de estratos gruesos
- MC1 (verificación de MC14, según S)**

NOTA.- El signo X significa que dicho comentario no se pudo determinar y la ausencia de un signo en algún espacio, dentro de la estructura de la nomenclatura.



## DEPARTAMENTO DE EDAFOLOGIA

### CLAVES PARA EL INFORME DE CAMPO.

#### REACCION AL HCL/NaF

- 1.- Nula
- 2.- Muy débil
- 3.- Débil
- 4.- Moderada
- 5.- Fuerte
- 6.- Muy fuerte

#### TEXTURA

- 1.- Gruesa
- 2.- Media
- 3.- Fina.

#### ESTRUCTURA

##### FORMA

- 1.- Lamínar
- 2.- Cúbica
- 3.- Prismática
- 4.- Columnar
- 5.- Bloques angulares
- 6.- Bloques subangulares
- 7.- Granular
- 8.- Migajosa
- 9.- Masiva

##### TAMAÑO

- 1.- Muy fina
- 2.- Fina
- 3.- Media
- 4.- Gruesa
- 5.- Muy gruesa

##### DESARROLLO

- 1.- Débil
- 2.- Moderado
- 3.- Fuerte

#### COLOR

Clave según tablas de colores Munsell.

#### OTRAS CARACTERISTICAS

- 1.- Gleyica
- 2.- Grietas y/o Fisuras
- 3.- Facetas
- 4.- Gilgai
- 5.- Takyres
- 6.- Policromía

#### ACUMULACION

- 1.- Carbonatos
- 2.- Yeso
- 3.- Fe/Mn/Al
- 4.- Arcilla
- 5.- Humus
- 6.- Sales

#### HORIZONTE

Se anota nomenclatura según USDA del horizonte descrito y/o característica diagnóstica

#### CANTIDAD

- 1.- Escasa
- 2.- Moderada
- 3.- Abundante

DENOMINACION DE HORIZONTE A

O.- Ocríco  
M.- Méslico  
U.- Umbríco  
H.- Hístico

CARACTERISTICA DIAGNOSTICA DEL C

ca - cálcico  
cs - gypsico  
cn - concrecionario  
g - gleyico  
pl - plúntico

FASES FISICAS

P.- Pedregosa  
G.- Gravosa  
L.- Lítica  
LP.- Lítica profunda  
D.- Dúrica;  
DP.- Dúrica profunda  
PC.- Petrocálcica  
PCP.- Petrocálcica profunda  
PG.- Petrogypsica  
PGP.- Petrogypsica profunda  
F.- Frágica  
C.- Concrecionaria

X.- Este símbolo indica presencia en la característica anotada.

DENOMINACION DE HORIZONTE B

C.- Cámbrico  
A.- Argílico  
N.- Nátrico  
E.- Espódico  
O.- Oxíco

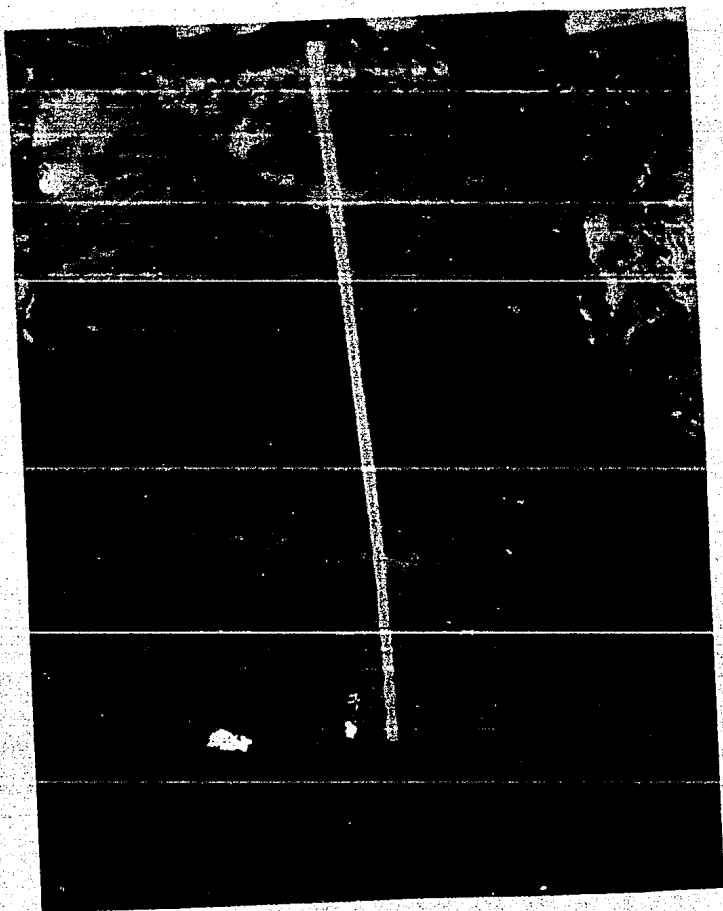
DRENAJE INTERNO

0.- Muy escasamente drenado  
1.- Escasamente drenado  
2.- Imperfectamente drenada  
3.- Moderadamente drenado  
4.- Drenado  
5.- Muy drenado  
6.- Excesivamente drenado

FASES QUIMICAS

ls.- Ligeramente salina  
ms.- Moderadamente salina  
fs.- Fuertemente salina  
n.- Sódica  
fn.- Fuertemente sódica





**PERFIL REPRESENTATIVO DE UN ARENOSOL CAMBICO**

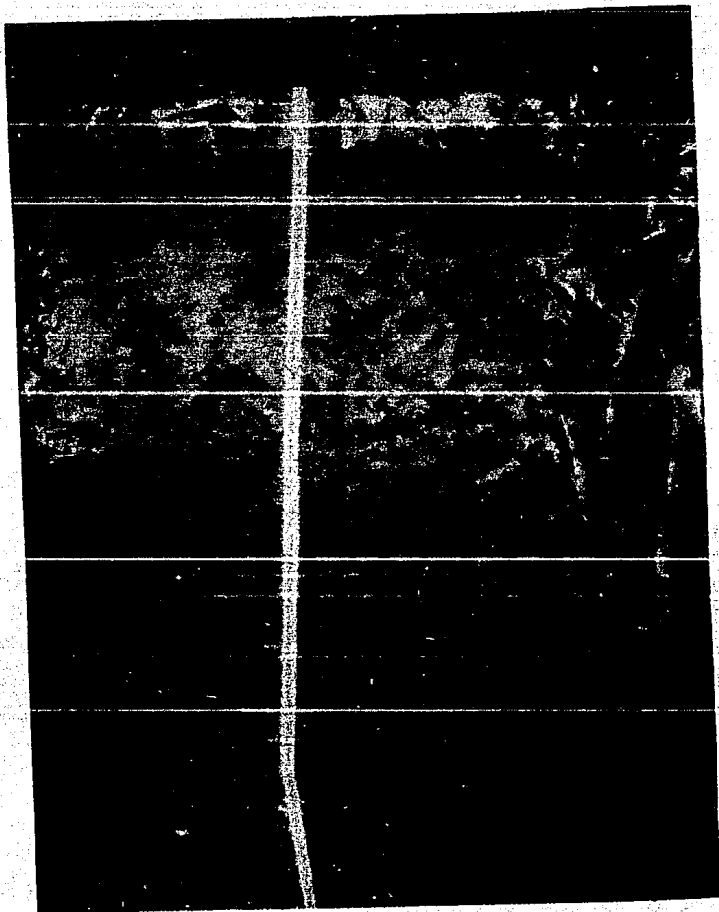
**(Perfil No. 34)**



**PERFIL REPRESENTATIVO DE UN ARENOSOL LUVICO**

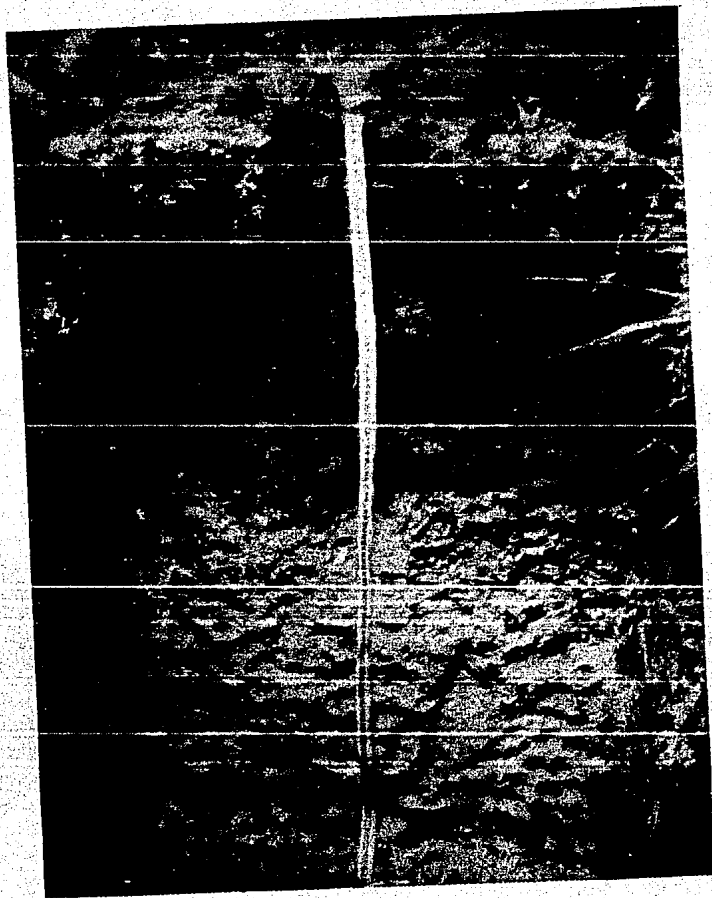
(Perfil No. 29)





**PERFIL REPRESENTATIVO DE UN LUVISOL PLINTICO**

**(Perfil No. 37)**



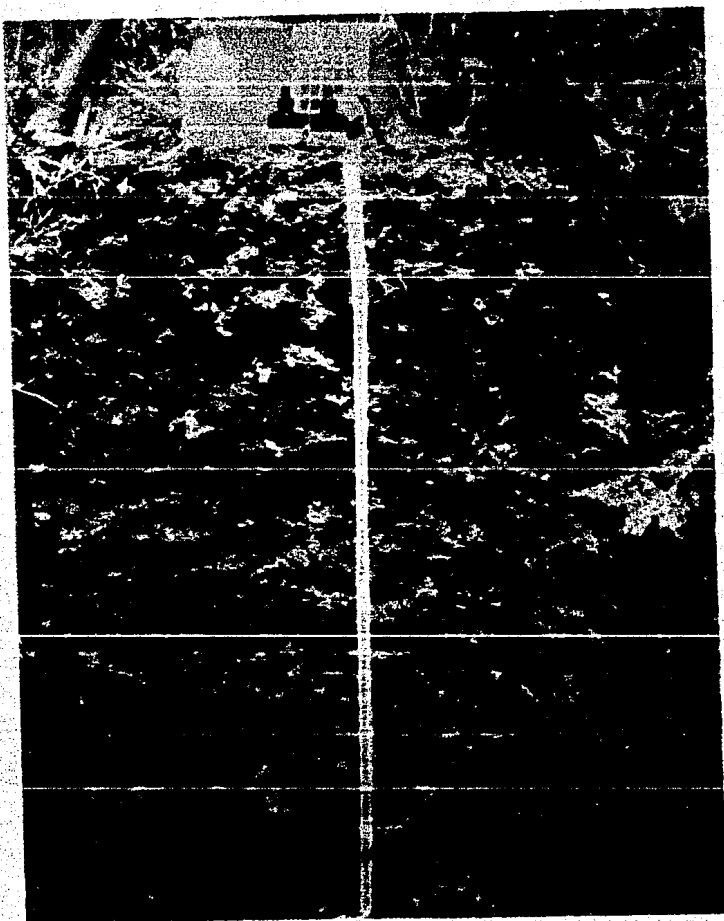
**PERFIL REPRESENTATIVO DE UN LUVISOL GLÉYICO**

**(Perfil No. 28)**



PERFIL REPRESENTATIVO DE UN GLEYSOL VERTICO

(Perfil No. 27)



**PERFIL REPRESENTATIVO DE UN VERTISOL CROMICO**

**(Perfil No. 25)**