

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ALGUNOS ESTUDIOS DE SUELOS DERIVADOS  
DE CENIZAS VOLCANICAS DEL TRANSECTO  
JALAPA-TEOCELO, VERACRUZ

T E S I S  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A

ROSA MARIA LORAN NUÑEZ

México, D. F.

1976



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 esta 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.

Esta tesis y el esfuerzo requerido para su elaboración los dedico con cariño y respeto, a mi madre, a mis hermanos y hermanas.

Al Sr. M. en C. Nicolás Aguilera H. Jefe del Departamento de Edafología del Instituto de Geología de la U.N.A.M.; gracias por las facilidades y dirección dadas para realizar esta tesis.

A mis compañeros de laboratorio y otras personas - que me han ayudado a desarrollar de una u otra manera este trabajo.

Al Sr. Director y el Consejo técnico del Instituto de Geología de la U.N.A.M. por las facilidades que me otorgó para este estudio.

Para ti Rolando, con cariño.

A las personas que hicieron la revisión de esta tesis;

Sr. M. en C. Nicolás Aguilera H. Jefe del Departamento de Edafología del Instituto de Geología y profesor de tiempo completo de la Facultad de Ciencias U.N.A.M.

Sr. M. en C. Rafael Martín del Campo y Sanchez. Director de Zoología e Investigador de Herpetología y Ornitología del Instituto de Biología - de la U.N.A.M.

M. en C. Norma Eugenia Garcia Calderón. Jefe -- del laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M.

M. en C. Ernestina Vallejo Gómez. Ayudante de - Investigador de la Sección Génesis Morfología y Clasificación de Suelos del Departamento de Edafología del Instituto de Geología de la U.N.A.M.

M. en C. Carlos Orlando de la Teja Angeles. Profesor de tiempo completo de la E.N.E.P. Cuautitlán U.N.A.M.

## INDICE

	Pág.
I.- INTRODUCCION.....	1
II.- REVISION DE BIBLIOGRAFIA.....	2
III.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA.....	14
Localización.....	14
Fisiografía.....	14
Hidrología.....	20
Geología.....	21
Clima.....	24
Vegetación.....	32
IV.- MATERIALES Y METODOS.....	33
Análisis Físicos.	
a.- Color en seco y húmedo.	
b.- Densidad aparente.	
c.- Densidad real.	
d.- Textura.	
Análisis Químicos.	
a.- pH.	
b.- Materia Orgánica.	
c.- Capacidad de Intercambio Catiónico - Total.	
d.- Determinación de Ca y Magnesio Inter cambiables.	
e.- Nutrientes N, P, K,.	
f.- Alofanò.	
V.- DISCUSION DE RESULTADOS.....	44
VI.- RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	51
VII.- LITERATURA CITADA.....	55-58

## INTRODUCCION

El suelo no es solo la acumulación de residuos de un -- proceso destructivo, sino un cuerpo natural desarrollado en -- donde han intervenido procesos destructivos y constructivos. - El suelo es entonces el resultado del desarrollo de procesos - de cambio que sufre el material parental (roca basal), por acción del clima y de organismos vegetales y animales a través - del tiempo.

Los suelos estudiados en este trabajo, se derivan del - intemperismo de las cenizas volcánicas, en las cuales se forma un material amorfo llamado alofano.

Este estudio está encaminado a reconocer las propieda-- des fisicoquímicas de los suelos de Jalapa a Teocelo y hacer - su clasificación, para así contribuir al conocimiento de los - suelos derivados de cenizas volcánicas que existen en nuestro país. Esto es de gran utilidad para la agricultura ya que ayudará a la planeación y el uso de éstos para obtener mejores -- cosechas, y conocer mejor la conservación de los mismos; el -- área de estudio corresponde a una parte de la región cafetalera del Estado de Veracruz.

## REVISION DE BIBLIOGRAFIA

Los suelos derivados de cenizas volcánicas que se han estudiado hasta el presente, se localizan por la parte del Pacífico en:

Japón (Kanno---1961; Egawa, Kobo, Ohmasa--1964), Nueva-Zelandia (Birrell, Taylor--1964), Hawaii (Swindale y Sherman--1964), en Sudamérica de una manera general (Wright--1964), y en particular en Chile (Besoain--1958-1969, Valdés 1969), Perú (Zavaleta--1969), Ecuador (Colmet Daaue--1969), Colombia (Luna-1969): En Centroamérica (Fossbender y Martini--1969), Norteamérica hasta Alaska (Flach--1964). Otras áreas estudiadas son -- Tanzania en Africa (citado por Cortés en 1966), Indonesia frente al Océano Indico (Tan--1964), y las Antillas entre el Caribe y el Atlántico (McConaghy--1969).

El primer estudio que se hizo en nuestro país fue el de Aguilera en 1954 (sobre un perfil en Jalisco). Estos suelos se localizan en México de norte a sur de la Sierra Madre Occidental, desde el estado de Chihuahua hasta el de Chiapas. En la Mesa Central se localizan en el Eje Volcánico formando macizos montañosos, Jalisco, Colima, Michoacán, Estado de Puebla y Veracruz. Otras regiones de México ubicadas en la Sierra Madre del Sur, los Estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco y Veracruz, (Aguilera, 1954, 1955, 1960, 1963, 1965, 1969).

Los "suelos de ando" son suelos derivados de cenizas -- volcánicas, el término Ando, data desde el año de 1945 (Thorp y Smith, 1949) y es de origen Japonés. En 1964 durante la primera reunión para la clasificación y correlación de los suelos derivados de cenizas volcánicas que se celebró en Tokio, Japón se llegó a la conclusión de que era el más adecuado para designar éstos suelos (AN que quiere decir obscuro y DO suelo).

Los suelos representativos típicos de cenizas volcánicas, los encontramos en climas templados o templados fríos, en zonas intertropicales y tropicales.

#### CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

Presentan alto contenido de aluminio intercambiable -- (Aguilera, 1965) y también alofano en la fracción arcillosa -- (Aomine, 1955; Birrel, 1952). Estos (aluminio y alofano) son afines para combinarse fuertemente con los ácidos húmicos y -- fúlvicos e impiden la actividad de los microorganismos, por lo que al aluminio y al alofano se les considera como responsables de la acumulación de humus en éstos suelos (Kanno, cit. -- por Guajardo 1966); son responsables también en gran parte de la fijación de grandes cantidades de fósforo.

Estos suelos tienen alta retención iónica, presentan -- un horizonte A obscuro, friable, relativamente grueso, poseen un contenido alto de materia orgánica, densidad aparente baja-

y poca pegajosidad, puede tener un horizonte B sin mostrar cantidad significativas de arcilla iluvial. Se encuentran bajo -- condiciones húmedas y subhúmedas.

#### MORFOLOGIA

Wright (1964), y Swindale y Sherman (1964). Dicen que se pueden presentar los perfiles AC, A(B)C o ABC con profundidades que oscilan desde 50 cm. hasta más de un metro.

A es muy oscuro con estructura fina granular o migajosa; B o C castaño amarillento, con estratificación formada por la sedimentación. Son jabonosos en el subsuelo, presentan bloque-subangular.

#### PROPIEDADES FISICAS

Birrel (1964), reconoce un alto contenido de humedad a través del perfil con densidad aparente de valores bajos (entre 0.45 y 0.75 g/ml.), mínima 0.3 g/ml. esto influye en una alta porosidad (65%-85%) y en una alta retención de agua.

En las capas superficiales (epipedon) son de color oscuro, aunque puede ser más claro en climas tropicales; de húmedo a seco, los valores y cromas tienden a aumentar de una a tres unidades (es decir, a aclararse), que es un cambio característico del Ando. El color del subsuelo es marrón o castaño amarillento. La textura es migajosa, desde moderadamente gruesa como migajón arenoso hasta moderadamente fina como migajón arc-

llo-limoso. Las cenizas riolíticas tienden a dar texturas gruesas; las andesitas a dar francos y las basálticas a dar finas o arcillosas. La determinación de la textura es difícil en estos suelos puesto que las arcillas son difíciles de dispersar, y en los suelos de los climas perhúmedos, se secan irreversiblemente en partículas más grandes.

#### PROPIEDADES QUIMICAS

Tienen alto contenido de materia orgánica. Va desde 5 - hasta 30% (Aguilera, 1965; Ohmasa, 1964). Estos compuestos como ya se dijo (compuestos húmicos) son relativamente resistentes a la descomposición microbiana, y se acumulan en mayor cantidad bajo un clima que favorece un buen crecimiento vegetativo y una descomposición orgánica lenta, alrededor de los 2000 m. en Centroamérica. La relación carbono/nitrógeno es alta. El pH, desde ligeramente ácido hasta cercano a la neutralidad. La capacidad de intercambio catiónico es alta desde 13 hasta 64 me/100g. (Vallejo y Aguilera 1967), (Allende, 1968).

La alta fijación de fósforo por la fracción activa de éstos suelos transformándolo en sales de fósforo insolubles, hace que las plantas que crecen en éstos suelos presenten deficiencias de fósforo. Por otro lado presentan deficiencia de nitrógeno ya que éste se mineraliza (conclusiones del Panel en Turrialba, 1969, cit. por Lee Johnson, 1970).

## MINERALOGIA

Estos suelos derivan de diferentes rocas volcánicas, -- pero cada uno o todos tienen en mayor o menor cantidad vídrio-volcánico. Este y los feldespatos (Pomerol y Fouet 1963) en un tipo de clima húmedo, con buenas condiciones de drenaje, la intemperización desarrolla con el tiempo, casi invariablemente, -- una serie mineralógica para formar arcillas: primero, alofano, un material considerado amorfo, y luego arcillas cristalinas -- como haloisita, metahaloisita, gibsita, y otras concluyendo -- con caolinoides (Besoain, 1969). Aunque generalmente, las arcillas de los suelos de cenizas volcánicas no sobrepasan el estado haloisítico.

La fracción arena (2mm-50), tiene minerales no volcánicos, con minerales ferromagnesianos propios de las cenizas -- (olivino, piroxenas, anfíbolos), magnetita, cuarzo y otras: -- cristobalita, y tridimita (Besoain, 1969).

La fracción limo, tiene bastante alofano como mineral -- secundario (Besoain, 1968); también presenta, gibsita y óxidos de fierro.

La fracción arcilla (2) formada por materiales secundarios y algunos primarios como: cristobalita, cuarzo y feldspatos de la fracción arcilla gruesa (2-0.2). (Besoain, 1969).

Los minerales secundarios se forman por la intemperización de las cenizas volcánicas en un clima húmedo con buenas --

condiciones de humedad y drenaje. En suelos juvenes predomina el alofano, en los suelos maduros, la haloisita/metahaloisita.

Es probable que el alofano ( $n \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) se forme en el suelo por varios mecanismos, pero básicamente éstos serían por coprecipitación de soluciones de geles o formación directa a partir de vídrios y feldespatos desordenados. El alofano es un mineral que se encuentra en los suelos de ando. Diversos autores (Birrell 1965). (Egawa 1960, Sudo 1964) conciben la formación de alofano a partir de la coprecipitación de soluciones o geles que contengan una alta proporción de sílice y alúmina liberados de minerales primarios. Fieldes (1966) dice que es posible que arcillas provenientes de la transformación directa de vídrios volcánicos puedan tener una estructura al azar, similar a la del alofano, independientemente de procesos que impliquen disolución o reprecipitación.

Se dice que el alofano tiene diferentes grados de estabilidad con reactivos específicos: Fieldes (1955) distinguió dos formas de alofano, alofano B que era sílice amorfo con partículas de tamaño muy pequeño, y alofano A que era sílice, alumina o aluminio combinados al azar, y el tamaño de las partículas era mayor. Jackson (1956) también distinguió dos formas de alofano, el alofano inestable, que era soluble en ácidos diluidos y álcalis y el alofano estable que era sólo ligeramente soluble. Yashinaga y Aomine (1962) separaron de los suelos de ando

dos minerales coloidales (de la fracción arcillosa), uno permaneció disperso en medios ácidos y alcalinos, mientras que el otro se flocculó en medio alcalino. El primero tenía una forma amorfa a los rayos X y se le consideró como alofano, y el segundo presentó cristalización y fue llamado Imogolita.

Se han hecho investigaciones mineralógicas de arcillas y se ha encontrado que el alofano es el material arcilloso que predomina en los suelos húmico-alofánicos (en la parte superficial u horizonte A). Estos suelos pueden dividirse en tres grupos y son:

- 1.- Suelos con abundante alofano.
- 2.- Suelos en que predomina el alofano, la Haloisita hidratada y la gibsita.
- 3.- Suelos con abundante alofano y haloisita hidratada.

Los primeros son suelos jóvenes. Los segundos son suelos viejos con reacciones fuertemente ácidas, y el tercero son suelos viejos que incluyen capas enterradas. Y en la fracción arcillosa separada de dichos suelos (húmico-alofánicos, se encuentra alofano, minerales caoliníticos, gibsita, goethita, hematita, ilita minerales de 14 Å (como aluminiovermiculita y de aluminio-clorita), también se encuentra sílice amorfo y sesquióxidos. Investigaciones recientes demuestran que la principal fuente de minerales alofánicos, son los vídrios volcánicos y en parte las plagioclasas (Kanno, 1962).

Algunos de los suelos volcánicos no presentan las características típicas mencionadas; esto se debe a las condiciones de clima y edad en que se formaron.

Sabemos por bibliografía que el café prospera en un suelo profundo, bien drenado, que no sea ni demasiado ligero ni demasiado pesado. Los limos volcánicos son ideales. La reacción del suelo debe ser más bien ácida. Una variación del pH de 4.2 a 5.1 se considera lo mejor para el café arábigo en Brasil y para café robusta en el Africa Oriental.

Los suelos deben ser desmenuzables, migajosos, de origen Laterístico o Volcánico y consecuentemente, de color café, chocolate, rojos o "Terra Rossa."

Por lo anteriormente dicho, se observa la importancia del cultivo de café en dichos suelos, por lo que se considera necesario hablar un poco más acerca de ésto, y a continuación mencionaremos algo general.

#### Resumen Histórico.

Aunque, el café se originó en el cercano Oriente, actualmente el 80% de la producción mundial proviene del hemisferio occidental. Incluyendolo dentro de las bebidas no alcoholicas de mayor consumo junto con el cacao y el té.

Puesto que Africa es el hogar de tantas especies económicas de café se debe considerar su historia para descubrir el probable origen de su uso; En 1862 Speke y Grant visitando - -

Uganda, observaron cerca de las viviendas de la tribu Baganda cultivos de café robusto. El uso que éstos le daban era de tipo ceremonial en los ritos de hermandad de la sangre. Los cafés robusta y liberiano en sus diferentes formas se encuentran a través de una vasta área del Africa Occidental en donde no se reportó su uso por ningún explorador. El café liberiano fue mencionado por Afzelius como cultivado en Sierra Leona en 1792.

El café "Sheri" derivado de Coffea excelsa se descubrió en 1904, Coffea stenophylla G. Don. llamado también café de -- "Tierras altas" de Sierra Leona fue puesto bajo cultivo por -- los portugueses. Ninguno de éstos cafés llegó a tener la importancia mundial del café árabe, el cual muchos autores dan a -- Abisinia (Africa) como su lugar de origen.

No se sabe la forma en que el café más comercial pudo haber sido llevado dentro de Arabia, y haberse cultivado en Jardines de Tierras altas de donde pudo haberse propagado al estado silvestre. No hay informes fidedignos de que se haya encontrado en estado silvestre de Coffea arabica L. en el país que le ha dado su nombre.

Posteriormente (por 1600) el café fue introducido de Turquía a Francia por el italiano Pietra Della Valle.

A raíz del descubrimiento del Nuevo Mundo y la colonización de América y Asi los países Europeos introdujeron su cultivo en la mayor parte de los países reconocidos actualmente -

como productores mundiales del café como son: Brasil, (50% de producción mundial), Colombia, México, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Cuba, Haití, Ecuador y Venezuela. En el Hemisferio Oriental tenemos a la India, Indonesia, Asia y Angola. En Africa, el Congo Belga, Etipopia, Africa occidental Francesa, Kenia, - Madagascar, Ruanda-Urundi, Tanganyika y Uganda.

Especies y variedades del café.

El género Coffea consta de 25 a 40 especies en Asia y - Africa tropicales; pertenece a la tribu Coffeoideae de la familia Rubiaceae.

Hay 4 especies que se cultivan ampliamente y constituyen los cafés del comercio; Café arabigo (Coffea arabica L.) - café robusta (Coffea canephora Pierre ex Froehner), café liberiano (Coffea liberica Mull ex Hiern) y café excelsa (Coffea excelsa A. Chev); además existe una gran cantidad de otras especies llamadas económicas, que se plantan en escalas locales y normalmente no entran a los canales comerciales.

A continuación mencionaremos únicamente las variedades del Coffea arabica ya que en ellas se incluyen las mencionadas en los cultivos de los sitios de muestreo.

Coffea arabica variedad

Coffea arabica arabiga

Coffea arabica maragagipe (Hort)

Coffea arabica amarilla (Hort ex Froehner)

Coffea arabica angustifolia (Roxb)

Coffea arabica laurina (Smeathman)

Coffea arabica bourbon

Clima.

El medio ambiente ejerce mucha influencia y comprende, desde luego, todo lo que rodea al objeto en discusión.

En primer lugar, por ejemplo las plantas están adaptadas a una u otra clase de suelo.

El mejor café se produce en aquellas areas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 m.s.n.m. donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a 3000 mm. y la temperatura media anual es de 16°C a 22°C. Aunque, claro, hay excepciones; por ejemplo encontramos cultivos a una altitud de 800 a 1200 m. (Brasil), aunque el producto es de menor calidad, en México la altitud varia de 793 a 991 m. (Veracruz) y la precipitación varia de 1486 a 2476 mm.

La intensidad de la luz y su duración pueden ser muy importantes, pudiendo haber periodos en los que la insolación y el tiempo seco sean esenciales para la formación de madera y de yemas florales o para permitir la libre distribución de polen seco, cuando abren las flores.

Se considera que el cafeto requiere una humedad medianamente alta, a excepción del café excelsa, el cuál prospera en-

regiones algo más secas, siendo la humedad benéfica excepto -- cuando las flores se están abriendo y el polen maduro para la fertilización.

Otra característica importante para su desarrollo es el suelo, además influye la temperatura de éste como lo menciona-Russell en 1968.

En los trópicos para proteger los cultivos de raíces su perfciales, tales como el cacao y el café contra las temperaturas elevadas que se presentan durante la estación seca, plan tan entre estos cultivos árboles de sombra altos y de raíces - profundas.

## DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

El transecto que se muestreo va de Jalapa a Teocelo del Estado de Veracruz, y geográficamente se localiza de 19° 25' a 19°30' de latitud Norte y de 96°51' a 96°55' de longitud Oeste. Políticamente se incluyen en el Estado de Veracruz.

La zona de estudio se puede considerar como un cuadrilátero irregular formado de la siguiente manera: de Jalapa Veracruz, tenemos a la localidad Casa Blanca; del Municipio de Coatepec, se encuentran Consolapan, Xico, Texolo, Alborada y Tuizamapan; por último, el Municipio de Teocelo; todos pertenecen al Estado de Veracruz.

## FISIOGRAFIA

En esta area se encuentran dos provincias fisiográficas: La Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. A continuación se menciona la fisiografía de cada uno de los sitios de muestreo.

### Perfil No. 1

Sitio localizado a una altitud de 900 m.s.n.m., más o menos plano, cuya pendiente tiende hacia el sureste. Las elevaciones más cercanas al lugar son, hacia el este, el Cerro Chavarrillo, con 1150 m.s.n.m.; hacia el norte, encontramos terreno ondulado con pendiente ascendente; hacia el noroeste se localiza el Cofre de Perote con 4282 m.s.n.m.; hacia el sur, en-

contramos terreno más accidentado que pertenece a uno de los ramales de la Sierra Madre Oriental con pendientes mayores al 50%.

#### Perfil No. 2

Se localiza en un terreno con pequeñas ondulaciones con pendiente hacia el Oriente; esta pendiente es bastante pequeña como de 5% más o menos. Entre las elevaciones mayores que se encuentran más cercanas, encontramos, hacia el noroeste, el Cerro Mabobos, con una altura de aproximadamente 1250 m.s.n.m.; hacia el norte se observa el terreno con las mismas características del lugar; hacia el sur disminuye gradualmente la pendiente; hacia el sureste se localiza el Cerro de Chavarrillo con 1150 m.s.n.m., y hacia el oeste podemos ver el Cofre de Perote.

#### Perfil No. 3

Se localiza al norte de Teocelo (4.5 km. sobre la carretera) rumbo al poblado de San Marcos, al pie de una elevación de 1400 m.s.n.m. (sin nombre). Es un terreno dominado por cerros de poca elevación y de forma redondeada; hacia el oriente desciende gradualmente la pendiente; al sur encontramos la Barranca de Texolo; hacia el noroeste el Cofre de Perote, y hacia el poniente el Cerro Tlanalapa.

#### Perfil 4

Se encuentra en la zona de transición de la Sierra Ma--

dre hacia la planicie costera, la cual es gradual y por ello se presenta mayor cantidad de pequeñas elevaciones: se encuentra hacia el poniente, más o menos a 2 km. del poblado de Teocelo; hacia el norte encontramos el río que baja de la parte oeste y noroeste de ése lugar (a unos 3 km. más o menos), hacia el oeste está el cerro Tlanalapa (de 3650 m.s.n.m.); hacia el noroeste el Cofre de Perote, y hacia el oriente la vertiente del Golfo.

Perfil No. 5

Se localiza en la transición de la Sierra Madre hacia la planicie costera (del Golfo de México). Terreno muy accidentado, se puede considerar como parte integrante de la Sierra Madre Oriental. El sitio de muestreo se localiza al sur de la ranchería de Texolo y a unos 500 m. antes de llegar a la caída de agua del Río Texolo, el cual forma la Barranca del mismo nombre. Hacia el norte, sur y oriente, se encuentran pequeñas elevaciones que disminuyen de tamaño hasta llegar a la planicie costera del Golfo (parte oriental del lugar) Hacia el noroeste se encuentra el Cofre de Perote.

Perfil No. 6

También se encuentra en la zona de transición. Terreno dominado por cerros de poca altura. El sitio de muestreo se encuentra a los bordes del cauce de un río (Consolapan), hacia el poniente encontramos el Cofre de Perote, hacia el norte, --

oriente y al sur, lo que domina es el terreno ondulado formado por cerros de baja altura. El cerro de mayor altitud se encuentra al sureste del lugar (Cerro Mabobos con 1250 m.s.n.m.).

Perfil No. 7

Se localiza hacia el Norte del poblado de Xico cercano a la Barranca. Terreno ondulado con praderas y cafetos. El lugar se presenta, observándolo a gran escala, en forma de "U", - cuyos brazos apuntan hacia el oriente, donde va descendiendo - gradualmente la pendiente. Por otra parte, hacia el norte, sur y oeste, el terreno que encontramos es muy accidentado y es -- más elevado; hacia el sur de Xico encontramos otra barranca, - paralela a la del norte, llamada Barranca Taxolo.

Perfil No. 8

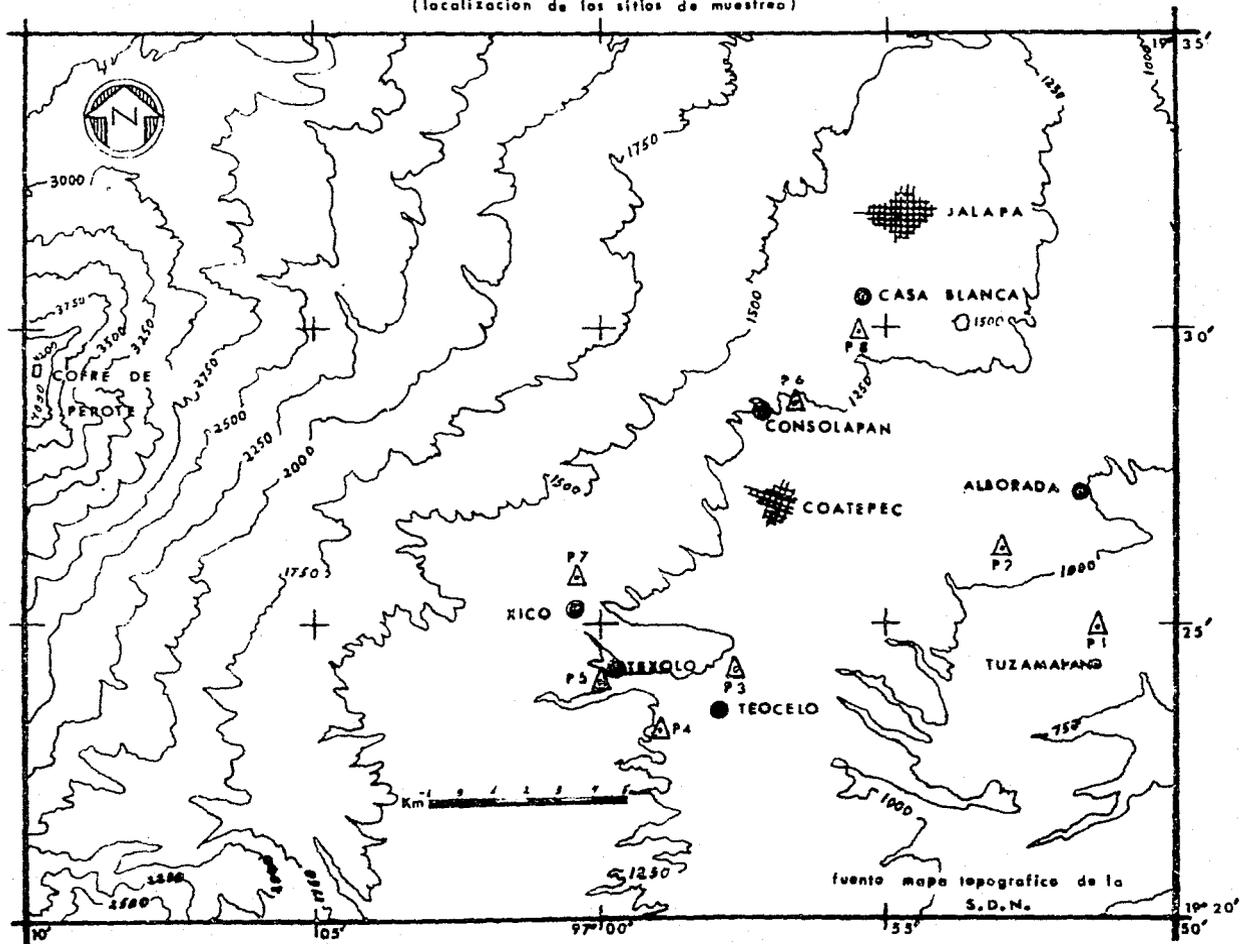
Lugar con relieve ondulado, hacia el oriente se localiza una elevación de 1500 m.s.n.m. (sin nombre), al sureste el cerro Mabobos; hacia el poniente encontramos al Cofre de Perote; hacia el Norte se extiende el terreno al mismo nivel (terrazza). Fisiográficamente, el gran conjunto, es parte de las - faldas del Cofre de Perote, las cuales terminan en la llanura - costera del Golfo de México.

## LOCALIZACION DE LOS SITIOS DE MUESTREO

En la página siguiente se presenta el mapa topográfico, en el cual estan marcados los sitios de muestreo, Se colectaron ocho perfiles y están incluidos en el transecto Jalapa, -- Teocelo, Veracruz. Las cotas en las que se encuentran los sitios de muestreo van de 900 m.s.n.m. a 1400 m.s.n.m. y se distribuyen de la siguiente manera:

Lugar	m.s.n.m.	Latitud norte	Longitud oeste
1.- Tuzampan	900	19°25'	96°51'
2.- Alborada	1014	19°26'	96°54'
3.- Teocelo	1200	19°24'	96°57'
4.- Teocelo	1250	19°23'	96°59'
5.- Texolo	1250	19°24'	96°59'
6.- Consolapan	1250	19°29'	96°55'
7.- Xico	1300	19°25'	97°02'
8.- Casa Blanca	1400	19°30'	96°55'

MAPA TOPOGRAFICO  
(localizacion de los sitios de muestreo)



61

## HIDROLOGIA

Los ríos que se localizan en el Estado de Veracruz, pertenecen a la vertiente del Golfo de México; los más importantes son: el Pánuco, que desemboca junto con el Tamesí (límite con Tamaulipas), el Tempoal y el Chicayán (que son afluentes del Pánuco), Tuxpan, Cazonas, Tecolutla, Nautla, Actopan, La Antigua, Jamapa, Cotaxtla, Blanco, Papaloapan, San Juan, Coatzacoalcos y Tonalá. Entre las lagunas más importantes encontramos las del Pueblo Viejo. Tamos, Tortugas, y Chairel, y en la parte central de la Sierra de los Tuxtlas, la de Catemaco.

Los ríos que se localizan en el área de estudio son el Río Texolo y el Río Consolapan, los cuáles tienen poco cauce y ambos son afluentes del Río Jalcomulco, el cual se origina en el Cofre de Perote, en la curva de nivel de 2000 m.s.n.m.

## GEOLOGIA

Las formaciones que afloran en esta zona comprende desde el Jurásico medio e inferior (?), hasta el Reciente. (La zona a la que nos referimos es a la de Jalapa, en general, ya -- que se han efectuado pocos trabajos de explotación y se han hecho en áreas limitadas, es decir, al iniciarse los trabajos de perforación de pozos con fines exploratorios en la planicie -- costera, los estudios geológicos se limitaron a una franja que abarca únicamente el frente de la sierra, levantando secciones con el fin de establecer las bases, aunque de una manera tentativa, de la estratigrafía en esta área).

La zona mencionada es una pequeña porción de la Sierra-Madre Oriental, cuyo cuerpo lo forman rocas sedimentarias y rocas ígneas, tanto de origen marino como continental. Se consideran continentales las comprendidas en el Jurásico medio e inferior (?) y de origen marino, batial y nerítico, las comprendidas en el Jurásico superior.

Las rocas sedimentarias están formadas por arcillas arenas, calizas y margas.

Las rocas ígneas se encuentran ampliamente distribuidas y cubren grandes extensiones; las de tipo extrusivo, compuestas por material volcánico, andesitas, riolitas y basaltos, -- son las más numerosas y azolvan el modelo topográfico antiguo-

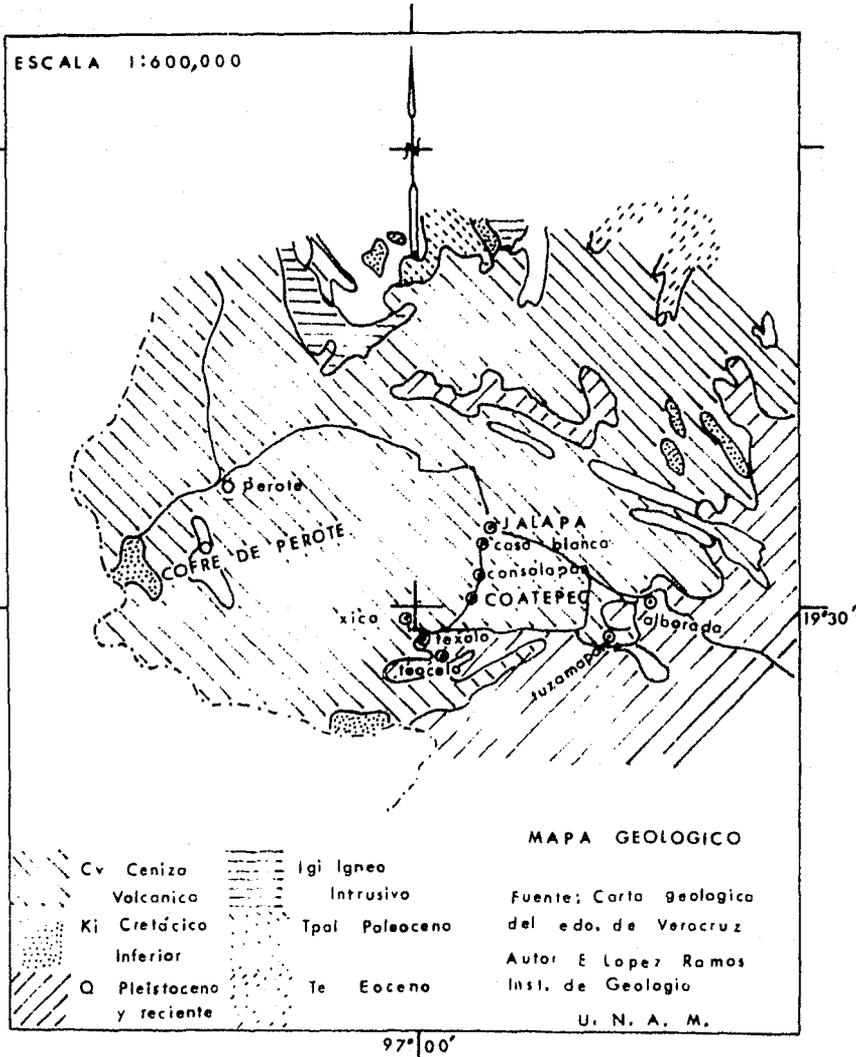
de la región; las de tipo intrusivo, compuestas por granitos y granodioritas, se hallan más restringidas en su distribución, ya que sólo se observaron intrusionando a los lechos rojos en la región de Las Truchas, Las Minas y Mecacalco, en la Zona de Jalapa-Teziutlán.

Litológicamente consiste su parte inferior de una serie de arenas cuarcíferas de color ocre rojizo, micacitas, gravas y cuarcitas, y algunos conglomerados formados de cantos de granitos y granodioritas. Estos conglomerados desaparecen hacia arriba. La parte superior de los Lechos Rojos está constituida por arcillas arenosas y arenas micáceas, burdamente estratificadas; el color dominante es el rojo. Estas formaciones pertenecen al Jurásico Medio e Inferior (?).

#### Plio-Pleistoceno.

Los depósitos del Plio-Pleistoceno, están constituídos esencialmente por material volcánico, cenizas, arenas, tobas y conglomerados formados por gravas de basalto y cuarcita. La coloración general de estos depósitos varía del café oscuro y rojizo al negro, en las arenas y cenizas volcánicas y en los conglomerados predominan los colores amarillo ocre.

En la siguiente página se muestra el mapa geológico de la zona, en el cual observamos que la zona estudiada presenta Ceniza Volcánica (una parte) y la otra es del Pleistoceno y Reciente.



## CLIMATOLOGIA DE LA ZONA

Se localizan dos tipos de climas diferentes.

1.- Semicálido húmedo del tipo (A)C(fm)a(i')g que incluye a Casa Blanca, Consolapan, Coatepec, Xico y Texolo. Este clima es el más caliente de los templados C con temperatura media anual mayor de 18°C y la del mes más frío menor de 18°C, con lluvia todo el año, porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual, menor de 18 ((A)C(fm)).

a; verano cálido, temperatura media del mes más caliente mayor de 22°C.

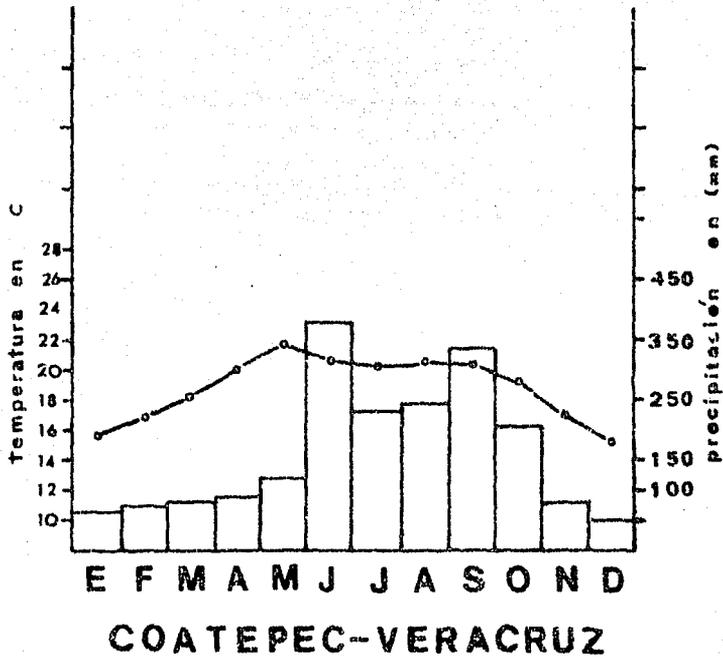
i'; con poca oscilación térmica, entre 5° y 7°C.

g; marcha de temperatura de tipo Ganges.

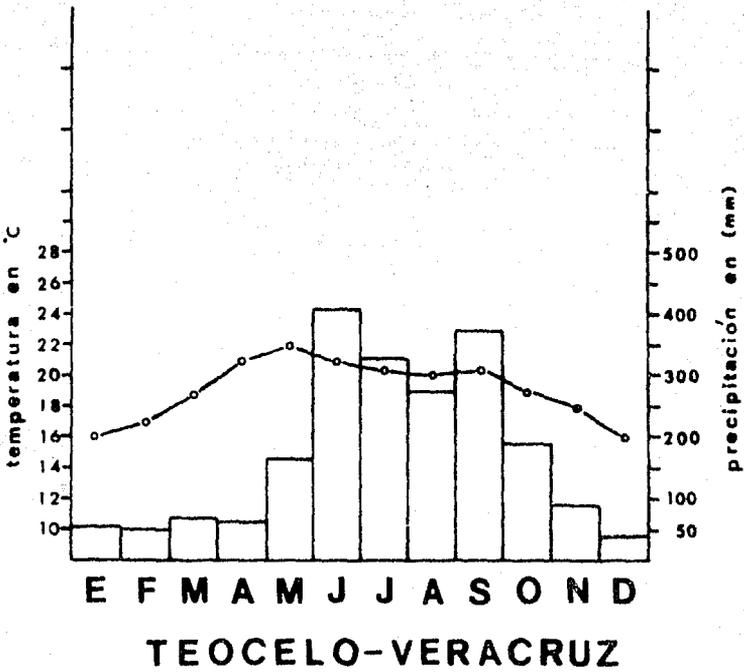
2.- Semicálido húmedo del tipo (A)C(m)a(i')g que incluye a Alborada, Tuzamapan y Teocelo.

(A)C(m); es un clima templado con tendencia a tropical y se le llama semicálido, con temperatura entre 18° y 22°C, -- temperatura del mes más frío 18°C, la precipitación del mes -- más seco menor de 40 mm. porcentaje de lluvia invernal entre -- 5 y 10.2 de la anual.

En las páginas siguientes se muestran las gráficas de precipitación y temperatura promedios en un año, de las estaciones climatológicas más cercanas a los lugares en los cuales se hizo el muestreo.



latitud 10° 27'  
 longitud 99° 57'  
 altitud 1,365 mts  
 temperatura media anual 18.9 C  
 precipitación anual 1,957. mm



latitud 19°24'

longitud 96°57'

altitud 1,218 mts

temperatura media anual 19.5 °C

precipitación anual 2,173 mm

## MAPA CLIMATICO

Climatología. La importancia del clima para este estudio en general, se funda en que influye tanto en la vegetación (macro y micro-flora) como en el suelo. Afecta al suelo por la intemperización física y química de los minerales, e indirectamente por medio de la acción biológica de los organismos que gobiernan.

Efecto del clima sobre el suelo:

La meteorización de las rocas varía según el clima (Pomeroy y Fouet, -1963). La desintegración física es fuerte en climas fríos, con formación de arenas que permanecen inalteradas por la muy poca actividad química. En climas templados, a causa de la "corrosión" freática, las andesitas dan suelos arcillosos bastante pesados y relativamente pobres, y los productos de proyección o cineritas originan suelos gruesos. En climas tropicales lluviosos, la alteración mecánica es débil, pero la acción química se vuelve muy fuerte, con la formación de suelos ácidos, ricos en hidratos de aluminio y hierro y sesquióxidos.

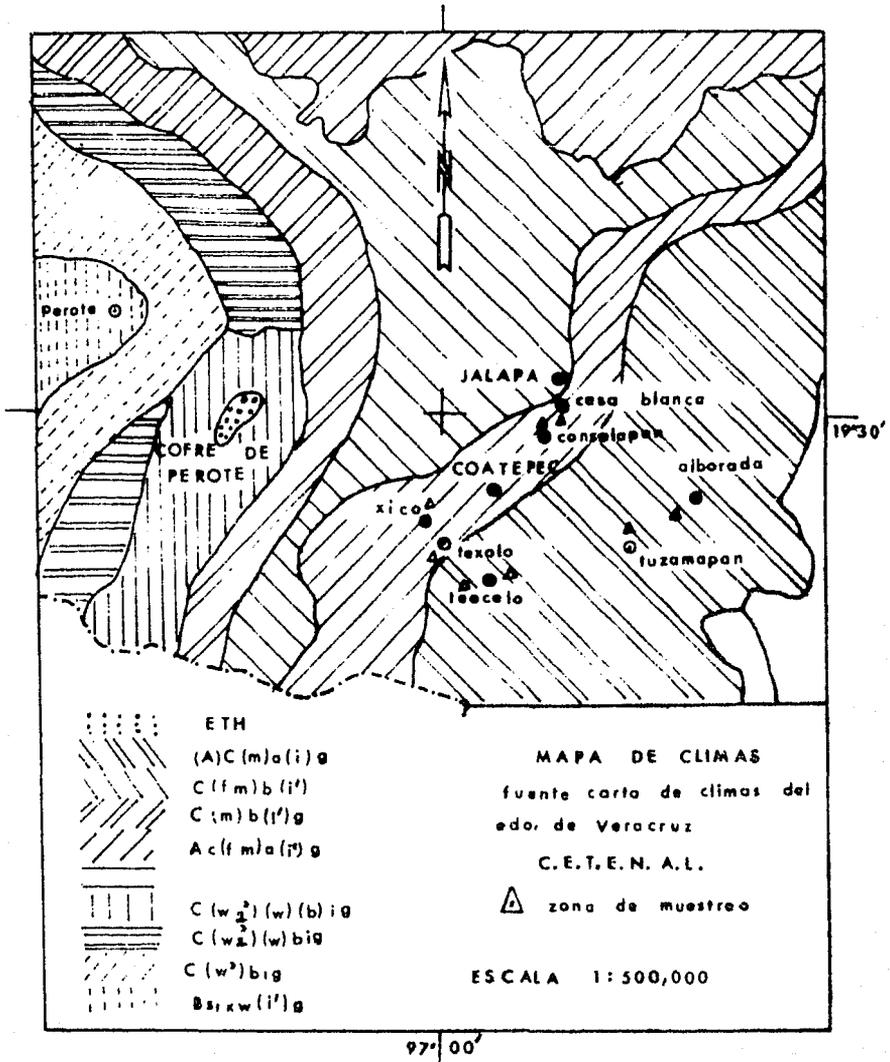
El clima va a estar determinado por varios factores como son:

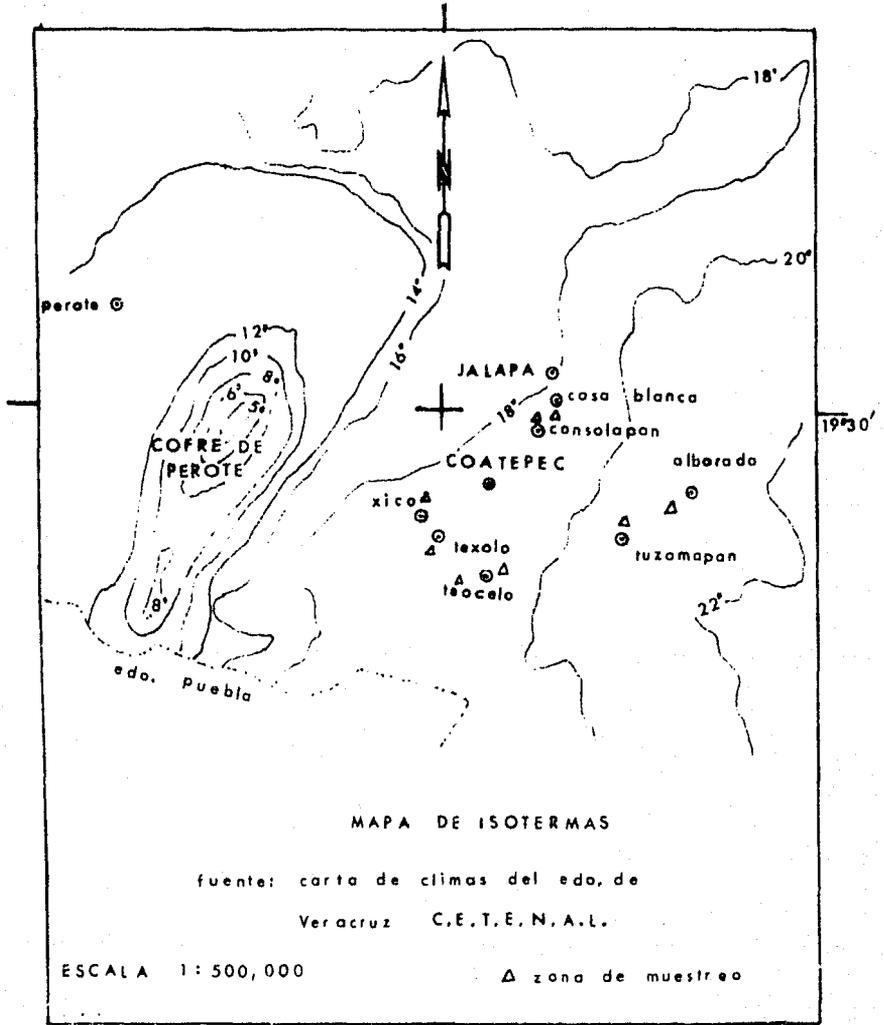
Temperatura (Isotermas)

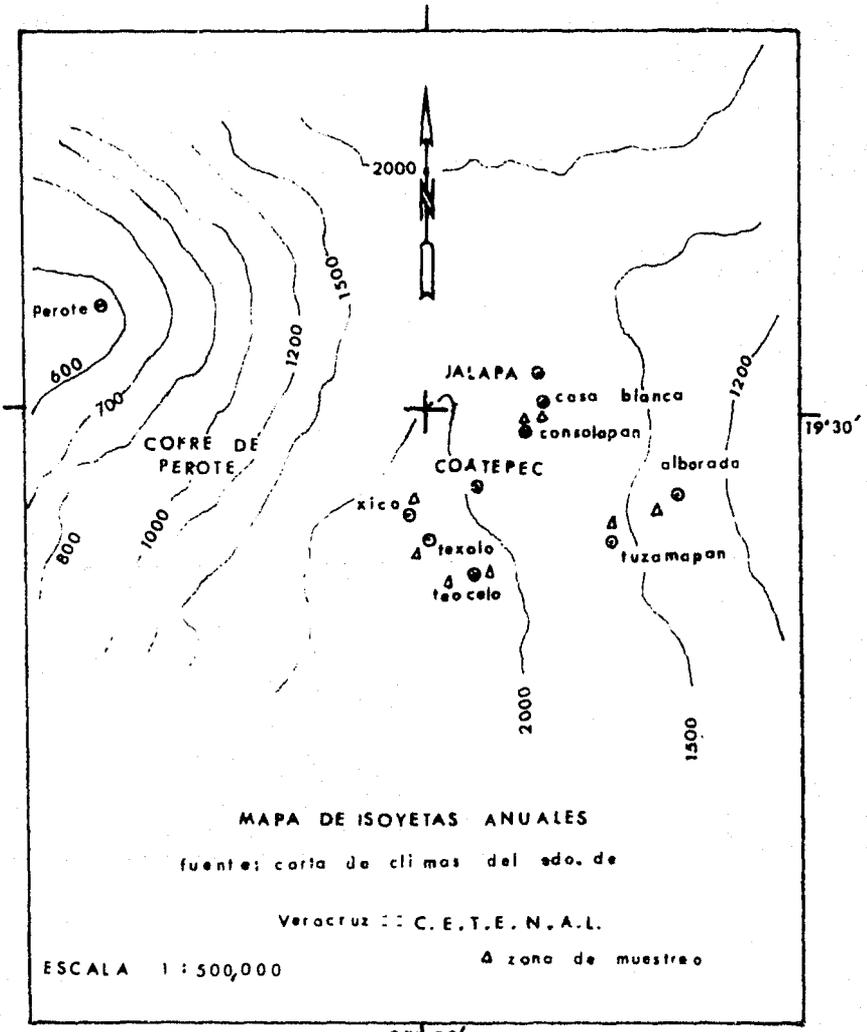
Precipitación pluvial anual en mm. (isoyetas)

Altura sobre el nivel del mar, que nos va a dar las diferentes presiones.

De acuerdo con lo anteriormente dicho se observa que el clima es de gran importancia; y enseguida se presenta el mapa-climático de la zona de trabajo. Posteriormente se muestra el mapa correspondiente a las isotermas que nos presenta las temperaturas promedio anuales existentes en la zona de trabajo, - que van de 18°C a 22°C; estas diferencias en las temperaturas-promedio, van a determinar el establecimiento de vegetación, - ya sea nativa o bien de cultivos; por otro lado, se observa -- que la temperatura más baja corresponde a la parte más alta sobre el nivel del mar de la zona de estudio, y la temperatura - más alta corresponde a la altura más baja (sobre el nivel del-mar) de la misma zona; y por último, se muestra el mapa correspondiente a las Isoyetas que nos muestra los promedios de precipitación anual, en el cual podemos ver que la precipitación-va de 2000 mm. a 1200 mm.







MAPA DE ISOYETAS ANUALES

fuente: carta de climas del edo. de

Veracruz - C. E. T. E. N. A. L.

ESCALA 1 : 500,000

Δ zona de muestreo

97° 00'

## VEGETACION

Los sitios de muestreo se establecieron en zonas de cultivo, y la vegetación cultivada es la siguiente:

1.- Tuzamapan. En éste lugar se cultivan variedades del Coffea arabica ("café") como son: arábiga, y bourbon; entre éstas variedades se encuentran sembrados naranjos, mandarina, -- mandarina tangerina, chalahuite e higueras, los cuales se utilizan para dar sombra a los cafetos. También se cultiva caña de azúcar.

2.- En Alborada se encuentra la misma vegetación, excepto la caña de azúcar.

3.- Teocelo Se siembran las mismas variedades de café, nada más que aquí encontramos como plantas de sombra plátanos (campechanos, morados, guineo y largo), higueras y naranjos.

4.- Teocelo, vegetación igual que la anterior.

5.- Texolo, vegetación igual que la anterior.

6.- Consolapan vegetación igual a la anterior y helechos.

7.- Xico, la misma de 3,4, y 5.

8.- Casa Blanca. Se encuentran cultivos de caña de azúcar, café, y una parte que está abandonada, tiene pastos y helechos.

## MATERIALES Y METODOS

Colecta de las muestras: los sitios de muestreo fueron escogidos al azar después de un estudio preliminar de las zonas de vegetación y de las zonas climáticas, incluyendo relieve y el origen geológicos, particularmente zona con Cenizas -- Volcánicas. La localización de dichos sitios se hizo en mapa topográfico del Departamento de la Defensa Nacional.

El muestreo se hizo de 10 cm. en 10 cm., tomando aproximadamente 2 kg. de suelo por cada 10 cm. en cada uno de los perfiles realizados. La profundidad de cada perfil en algunos casos varía, ya que en algunos se encontraba la roca madre (o material parental) a escasa profundidad, y en otros no por lo que se profundizó hasta los dos metros.

Una vez tomadas las muestras, se pusieron a secar al aire, para tamizarlas con el tamiz de 2.5 mm. de abertura, Una vez hecho lo anterior, se procedió a determinar las propiedades físicas y químicas de cada una.

### Análisis Físicos.

a) Color en seco y en húmedo, por comparación con las tablas Munsell y M. Oyama, H. Takahara.

b) Densidad aparente, por el método de la probeta.

c) Densidad real por el método del picnómetro.

d) Textura; por el método de Bouyoucos 1951.

### Análisis químicos.

a) pH con el potenciómetro Beckman Zeromatic, empleando una relación suelo-agua destilada 1:2,5 y 1:5.0 y suelo-KCl 1N, pH 7 de 1:2.5

b) Materia Orgánica por el método de Walkley y Black mo dificado por Walkley (1947).

c) Determinación de Capacidad de Intercambio Catiónico-Total, con el método de centrifugación empleando  $\text{CaCl}_2$  1N pH 7 como solvente lavando después con alcohol etílico y eluyendo - con NaCl 1N pH 7. Se titula con versenato 0.02 N.

d) Determinación de  $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ . Se utilizó el método - de centrifugación con acetato de sodio 1 n pH 7.

Para  $\text{Ca}^{++}$  se tomaron 10 ml. de alícuota, se agregaron 5-ml. de Na(OH) al 5%, se le agregó com indicador Murexida y se- tituló con versenato 0.02N.

Para  $\text{Mg}^{++}$ . Se tomó una alícuota de 10 ml. a la cual se- le agregaron 10 ml. de la solución Buffer de pH 10 y 5 gotas - de cianuro de potasio al 2% y 5 gotas de clorhidrato de hidroxí lamina, como indicador se usó negro de eriocromo, se tituló -- con versenato 0.02N.

e) Nutrimientos N.P.K. por el método de Morgan.

f) Alofano, se determinó por el método de Fieldes y Pe- rrot (1966), agregando al suelo NaF, pH 9.4 fenolftaleína como indicador.

## RESULTADOS

Los resultados de los análisis fisicoquímicos, se muestran en los cuadros de los números 1 al 8.

Para los datos exactos de localización, - altitud, etc., consultar la descripción - general.

CUADRO # 1 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICOQUIMI

Prof. cms.	Color Seco	Color Húmedo	D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	% Arena	% Limo	% Arc.	Textura	% M.O.	PH H <sub>2</sub>
0-13	10 YR 5/3 Café	10 YR 3/2 Café Grisaceo Muy Oscuro	0.985	2.14	37.5	32.5	30.0	Migajón Arcilloso	12.65	5.
13-23	10 YR 5/3 Café	10 YR 3/2 Café Grisaceo Muy Oscuro	1.035	2.63	37.5	30.0	32.5	Migajón Arcilloso	13.07	5.
23-33	10 YR 5/3 Café	10 Yr 3/4 Café Oscuro	1.054	2.27	35.0	25.0	40.0	Migajón Arcilloso	1.49	5.
33-43	10 YR 5/4 Café Ama- rillante	10 YR 3/3 Café Oscuro	0.995	2.17	40.0	25.0	35.0	Migajón Arcilloso	1.63	5.
43-53	10 YR 5/4 Café Ama- rillante	10 YR 3/3 Café Oscuro	0.825	2.38	57.5	25.0	17.5	Migajón Arenoso	1.26	5.
53-63	10 YR 7/2 Gris Cla- ro	10 YR 5/4 Café Amari- llento	1.070	2.32	40.0	17.5	42.5	Migajón Arcilloso	1.12	5.
63-73	10 YR 6/3 Café pa- lido	10 YR 4/4 Café Amarillen- to Oscuro	0.915	2.17	60.0	15.0	25.0	Migajón Arcillo-Ar- noso	0.98	5.
73-83	10 YR 6/3 Café palido	10 YR 4/4 Café Amarillen- to Oscuro	0.914	2.18	60.0	16.0	24.0	Migajón Arcillo-Are- noso	0.98	5.

## CO DEL PERFIL # 1

0	1:2.5	pH	ClCT	Ca++	Mg++	NUTRIENTES			p.p.m.	
	KCl	1:5 H <sub>2</sub> O	meq 100g	meq 100g	meq 100g	NO <sub>3</sub>	Fós- foro	Pota sio	Alo- fano	
65	4.83	5.6	12.3	1.3	4	12	--	60	-	
75	4.85	6.1	8.0	0.6	5	6	< 12	60	-	
90	5.1	6.0	8.73	0.4	7	3	< 12	60	+	
80	5.0	5.9	9.56	0.3	5	3	< 12	60	+	
75	4.82	5.6	9.15	0.2	3	3	< 12	120	+	
80	4.9	5.8	9.15	0.3	5	3	< 12	60	-	
60	4.4	5.6	8.32	0.3	5	3	< 12	60	-	
40	4.4	5.6	8.10	0.3	5	3	< 12	60	-	

CUADRO # 2 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO QUIM

Prof. cms.	Color		D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	% Arena	% Limo	% Arc.	Textura	% M.O.	pH 1:2.5	
	Seco	Húmedo								H <sub>2</sub> O	KCl
0-11	10YR 5/3 Café	10YR 3/4 Café Amari- llento Obsc.	0.90	2.31	25.0	37.5	37.5	Migajón Arcilloso	2.35	5.7	5.2
11-21	10YR 5/3 Café	10YR 3/4 Café Amari- llento Obsc.	0.98	2.63	25.0	27.5	47.5	Arcilla	1.84	4.9	4.2
21-31	10YR 5/3 Café	10YR 3/4 Café Amari- llento Obsc.	1.10	2.27	22.5	35.0	42.5	Arcilla	1.44	5.5	4.6
31-41	10YR 5/2 Café Gri saceo	10YR 3/2 Café Grisaceo muy Oscuro	1.10	2.17	15.0	40.0	45.0	Arcillo Limoso	1.44	5.8	4.7
41-51	10YR 5/2 Café Gri saceo	10YR 3/2 Café Grisaceo muy Oscuro	1.10	2.38	25.0	45.0	30.0	Migajón Arcilloso	0.40	5.9	4.7
51-61	10YR 5/3 Café ama rillento opaco	10YR 3/2 Café Grisaceo muy Oscuro	1.04	2.32	35.0	37.5	27.5	Franco	0.20	5.9	4.8
61-71	10YR 5/4 Café ama rillento opaco	10YR 3/4 Café Oscuro	1.10	2.17	37.0	40.5	22.5	Franco	0.20	5.5	4.7

MICO DEL PERFIL # 2

	pH	ClCT meq 100g	Ca <sup>++</sup> meq 100g	Mg <sup>++</sup> meq 100g	NUTRIENTES		p.p.m.	
	1:5 H <sub>2</sub> O				NO <sub>3</sub>	Fós - foro	Pota-- sio	Alofano
	5.9	15.0	7	2	25	< 12	< 120	-
	5.0	11.64	4	2	6	< 12	< 120	+
	5.6	11.44	6	2	3	< 12	< 120	+
	5.8	9.36	4	4	-	< 12	< 120	+
	5.9	9.15	4	4	-	< 12	< 120	+
	6.0	8.96	3	4	3	< 12	< 120	+
	5.7	9.98	3	4	3	< 12	< 120	+

CUADRO # 3 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO DEL

Prof. cms.	Color		D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. <sub>3</sub> g/cm	% Arena	% Limo	% Arc.	Textura	% M.O.	pH H <sub>2</sub> O	1:2.5 KCl
	Seco	Húmedo									
0-10	7.5YR 3/2 Café Obscuro	7.5YR 2/1 Negro	0.51	1.47	40	32.5	27.5	Franco	2.1488	5.7	4.85
10-20	7.5YR 3/3 Café Obscuro	7.5YR 2/1 Negro	0.74	2.20	52.5	25.0	22.5	Migajón Arenoso Ag cilloso	2.820	5.5	4.6
20-30	7.5YR 3/3 Café Obscuro	7.5YR 2/1 Negro	0.78	2.08	47.5	32.5	20.0	Franco	1.880	5.5	4.5
30-40	7.5YR 3/3 Café Obscuro	7.5YR 2/2 Negro par dusco	0.77	2.17	60.0	25.0	15.0	Migajón Arenoso	1.544	5.5	4.5
40-50	7.5YR 3/4 Café Obscuro	7.5YR 2/2 Negro par dusco	0.78	2.20	67.5	22.5	10.0	Migajón Arenoso	1.343	5.6	4.45
50-60	7.5YR 3/4 Café Obscuro	7.5YR 2/2 Negro par dusco	0.75	2.08	62.5	27.5	10.0	Migajón Arenoso	1.2087	5.5	4.5
60-70	7.5YR 3/4 Café Obscuro	7.5YR 2/3 Café muy- oscuro	0.82	2.17	75.0	17.5	7.5	Migajón Arenoso	0.9429	5.6	4.6
70-80	7.5YR 4/3 Café	7.5YR 3/3 Café obs- curo	0.76	2.33	67.5	20.0	12.5	Migajón Arenoso	0.942	5.55	4.5
80-90	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 3/3 Café Obs- curo	0.76	2.20	60.0	25.0	15.0	Migajón Arenoso	0.604	5.6	4.55
90-100	7.5YR 3/4 Café Obscuro	7.5YR 2/2 Negro par dusco	0.80	2.33	50.0	30.0	20.0	Migajón Arenoso	0.6714	5.9	4.7
100-110	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 3/4 Café obs- curo	0.84	2.33	50.0	35.0	15.0	Franco	0.335	5.85	4.7
110-120	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/3 Café Obs- curo	0.77	2.20	50.0	37.5	12.5	Franco	0.2685	5.9	4.9
120-130	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 3/4 Café Obs- curo	0.79	2.17	47.5	37.5	15.0	Franco	0.0671	5.8	4.9
130-140	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 3/4 Café Obs- curo	0.78	2.17	45.0	37.5	17.5	Franco	0.408	5.8	4.9
140-150	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 4/4 Café	0.73	2.17	65.0	27.5	7.5	Franco	0.0672	5.9	5.0
150-160	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 4/4 Café	0.73	2.04	47.5	37.5	15.0	Migajón Arenoso	0.0282	6.0	5.1
160-170	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 4/4 Café	0.72	2.20	65.0	27.5	7.5	Migajón Arenoso	0.0282	6.05	5.1
170-180	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 4/4 Café	0.72	2.08	65.0	27.5	7.5	Migajón Arenoso	0.0281	6.0	5.15

PERFIL # 3

PH	ClCT l:5 H <sub>2</sub> O	Ca++ meq 100g	Mg++ meq 100g	NUTRIENTES			p.p.m.
				NO <sub>3</sub>	Fos- foro	Pota- sio	
6.0	26.4	13	3	12	--	180	---
5.8	19.6	8	2	12	12	250	++++
5.6	14.8	5	1	3	<12	120	++++
5.7	14.4	5	1	3	<12	120	++++
5.6	17.4	5	2	3	<12	60	++++
5.4	17.4	5	2	3	<12	60	++++
5.7	17.4	6	2	3	--	60	++++
5.5	17.0	6	3	3	--	60	++++
5.6	16.4	6	3	3	<12	60	++++
5.9	16.0	6	3	3	<12	60	++++
5.8	14.8	7	2	3	<12	60	++++
6.0	15.0	7	2	3	--	120	++++
6.2	19.2	7	2	3	--	60	++++
6.1	17.0	7	2	3	--	60	++++
6.1	18.0	7	3	3	--	60	++++
6.2	19.0	7	2	3	--	120	++++
6.3	16.0	7	2	3	--	120	++++
6.2	16.0	9	2	3	--	120	++++

:	Color		D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	%	%	%	Textura	% M.C	1:2.5 KCl	pH 1:5 H <sub>2</sub> O	CICP meq 100g	Ca++ meq 100g	Mg++ meq 100g	NUTRIENTES p.p.m.				
	Seco	Húmedo													NO <sub>3</sub>	Fos- foro	Pota- sio	Alu- fano	
10	7.5YR 3/3 Café Obsc.	7.5YR 2/1 Negro	0.80	1.09	67.5	25.0	7.5	Migajón Arenoso	11.4	4.6	5.35	27.6	12.0	3	3	< 12	120	-	
20	7.5YR 3/3 Café Obsc.	7.5YR 2/1 Negro	0.79	2.0	55.0	32.5	12.5	Migajón Arenoso	14.8	5.4	5.9	28.6	14	9	3	< 12	120	-	
30	7.5YR 3/4 Café Obsc.	7.5YR 2/1 Negro	0.81	2.0	47.5	30.0	22.5	Franco	6.57	4.8	5.6	22.8	9	6	6	< 12	60	+++	
40	7.5YR 3/3 Café Obsc.	7.5YR 2/2 Negro pardusco	0.78	2.3	57.5	30.0	12.5	Migajón Arenoso	4.99	4.7	5.5	22.2	8	7	-	< 12	60	+++	
50	7.5YR 3/3 Café Obsc.	7.5YR 2/2 Negro pardusco	0.81	2.0	92.5	35.0	22.5	Franco	3.28	4.7	5.4	22.2	6	3	-	< 12	60	+++	
60	7.5YR 3/4 Café Obsc.	7.5YR 2/2 Negro pardusco	0.80	2.0	40.0	35.0	25.0	Franco	3.36	5	4.7	5.5	21.2	7	2	-	< 12	< 60	+++
70	7.5YR 3/4 Café Obsc.	7.5YR 2/2 Negro pardusco	0.75	2.0	45.0	35.0	20.0	Franco	2.58	5	4.6	5.45	21.2	6	6	-	< 12	< 60	+++
80	7.5YR 3/4 Café Obsc.	7.5YR 2/2 Negro pardusco	0.75	1.9	45.0	35.0	20.0	Franco	2.75	5	4.6	5.45	19.6	6	4	-	< 12	< 60	+++
90	7.5YR 3/3 Café Obsc.	7.5YR 2/3 Café muy Obsc.	0.76	2.09	52.5	30.0	17.5	Franco	3.66	5.1	4.55	5.3	19.4	6	7	3	< 12	-	+++
100	7.5YR 3/3 Café Obsc.	7.5YR 2/3 Café muy Obsc.	0.79	2.04	47.5	30.0	22.5	Franco	2.89	5.2	4.5	5.4	19.0	5	7	< 3	< 12	-	+++
110	7.5YR 3/4 Café Obsc.	7.5YR 3/2 Negro pardusco	0.78	2.0	50.0	30.0	20.0	Franco	2.15	5.3	4.5	5.3	18.8	5	7	6	< 12	< 60	++
120	7.5YR 3/4 Café Obsc.	7.5YR 3/2 Negro pardusco	0.82	2.0	47.5	30.0	22.5	Franco	1.98	5.3	4.5	5.3	18.6	5	4	6	< 12	< 60	+++
130	7.5YR 3/4 Café Obsc.	7.5YR 3/2 Negro pardusco	0.78	1.96	50.0	27.5	22.5	Migajón Arci- llo arenoso	1.82	5.35	4.6	5.3	18.6	6	6	6	< 12	-	+++
140	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 3/3 Café Obsc.	0.74	1.90	50.0	35.0	15.0	Franco	1.68	5.4	4.5	5.4	18.4	5	6	3	< 12	-	++
150	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 3/3 Café Obsc.	0.82	1.90	57.5	27.5	15.0	Migajón Arenoso	1.68	5.5	4.5	5.3	18.0	5	5	3	< 12	< 60	++
160	7.5YR 4/3 Café	7.5YR 3/3 Café Obsc.	0.75	1.90	55.0	25.0	20.0	Migajón Arenoso	1.67	5.3	4.5	5.25	18.0	5	4	3	< 12	< 60	++
170	7.5YR 4/3 Café	7.5YR 3/3 Café Obsc.	0.75	1.90	55.0	25.0	20.0	Migajón Arenoso	1.07	5.4	4.4	5.3	17.6	5	4	3	< 12	< 60	++
180	7.5YR 4/3 Café	7.5YR 4/4 Café	0.90	2.0	52.5	25.0	22.5	Migajón Arenoso	0.60	5.4	4.4	5.3	17.4	5	4	-	< 12	< 60	++
190	7.5YR 4/3 Café	7.5YR 4/4 Café	0.91	2.0	55.0	25.0	20.0	Migajón Arci- llo arenoso	0.60	5.3	4.4	5.35	17.5	5	4	-	< 12	< 60	++
200	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 4/4 Café	0.93	2.3	55.0	25.0	20.0	Migajón Arenoso	0.46	5.4	4.5	5.45	17.4	5	4	-	< 12	< 60	+

CUADRO # 5 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO DEL PERFIL # 5

Prof. cms.	Color		D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	% Arena	% Limo	% Arc.	Textura	% M.O.	pH 1:2.5		pH 1:5 H <sub>2</sub> O	CICL meq/100g	Ca++ meq/100g	Mg++ meq/100g	NUTRIENTES			p.p.m.	
	Seco	Húmedo								H <sub>2</sub> O	KCl					NO <sub>3</sub>	Fósforo	Potasio	Alumino	
0-10	7.5YR 4/2 Café Grisáceo	7.5YR 2/1 Café Negroscuro	0.72	2.0	70	22.5	7.5	Migajón Arenoso	10.38	5.8	4.9	5.8	23.6	10	3	6	<12	60	+++	
10-20	7.5YR 4/3 Café Oscuro	7.5YR 3/1 Café Oscuro	0.76	2.2	65	25.0	10.0	Migajón Arenoso	9.09	5.8	4.7	5.8	22.0	5	1	-	<12	<60	+++	
20-30	7.5YR 4/3 Café Oscuro	7.5YR 3/2 Café Oscuro	0.72	2.0	62.5	27.5	7.5	Migajón Arenoso	4.95	6.0	4.6	5.7	22.6	4	3	6	<12	<60	+++	
30-40	7.5YR 3/3 Café Oscuro	7.5YR 3/2 Café Oscuro	0.76	2.0	75	17.5	7.5	Migajón Arenoso	6.52	5.9	4.7	5.65	20.8	3	2	6	--	<60	+++	
40-50	7.5YR 4/3 Café Oscuro	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.72	1.96	70	22.5	7.5	Migajón Arenoso	3.60	5.9	4.6	5.7	20.2	4	1	3	--	<60	+++	
50-60	7.5YR 4/4 Café	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.70	1.9	70	25.0	5.0	Migajón Arenoso	3.12	6.2	4.7	6.0	21.2	4	3	-	<12	<60	+++	
60-70	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.68	2.1	67.5	25.0	7.5	Migajón Arenoso	0.95	6.3	4.9	6.1	23.0	4	2	3	<12	<60	+++	
70-80	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.70	2.1	65.0	25.0	10.0	Migajón Arenoso	0.60	6.3	4.9	6.3	20.0	4	2	-	<12	<60	+++	
80-90	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.70	1.9	50.0	37.5	12.5	Franco	0.14	6.3	4.9	6.2	17.0	4	3	-	--	<60	+++	
90-100	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.70	2.2	55.0	30.0	15.0	Migajón Arenoso	0.34	6.3	4.7	6.2	16.0	5	5	-	--	<60	+++	
100-110	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.69	2.1	52.5	30.0	17.5	Migajón Arenoso	0.40	6.1	4.6	6.3	17.0	4	7	3	<12	60	++	
110-120	7.5YR 5/4 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.76	2.0	50.0	32.5	17.5	Migajón Arenoso	0.10	6.1	4.5	6.1	16.0	4	5	6	<12	60	+++	
120-130	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.78	2.0	47.5	32.5	20.0	Franco	0.14	6.0	4.5	6.1	16.4	4	7	6	<12	60	++	
130-140	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.79	2.1	45.0	35.0	20.0	Franco	0.27	6.2	4.6	6.1	16.4	3	6	-	<12	60	++	
140-150	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.73	2.1	45.0	37.5	17.5	Franco	0.10	6.0	4.6	6.2	15.6	3	6	3	<12	60	++	
150-160	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.79	2.1	50.0	32.5	17.5	Franco	0.14	6.5	4.6	6.3	15.6	3	8	6	<12	60	++	
160-170	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.75	2.0	42.5	32.5	25.0	Franco	0.34	6.1	4.7	6.2	15.6	3	6	6	<12	60	++	
170-180	7.5YR 5/3 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.73	2.0	45.0	32.5	22.5	Franco	0.27	6.5	4.6	6.2	15.4	3	6	6	<12	60	++	
180-190	7.5YR 5/2 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.80	2.0	50.0	30.0	20.0	Franco	0.20	6.6	4.6	6.3	15.4	4	7	6	<12	60	+	
190-200	7.5YR 5/2 Café Opaco	7.5YR 3/4 Café Oscuro	0.75	2.0	42.5	35.0	22.5	Franco	0.10	6.6	4.7	6.2	15.4	3	6	6	<12	60	+	

CUADRO # 6 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO DEL PERFIL # 6

Prof. cms.	Color Seco	Color Húmedo	D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	% Arena	% Limo	% Arc.	Textura	% M.O.	pH 1:2.5 H <sub>2</sub> O	pH 1:5 KCl	pH 1:5 H <sub>2</sub> O	CICT meq/100g	Ca++ meq/100g	Mg++ meq/100g	NUTRIENTES NO <sub>3</sub>	Fósforo	Potasio p.p.m.	Aluminio p.p.m.
0-10	5YR 3/1 Gris muy obsc	5YR 2/1 Negro	0.63	1.72	57.5	32.5	10.0	Migajón Arenoso	11.536	7.25	6.7	7.2	33.03	15	10	3	<12	60	+++
10-20	5YR 3/2 Café Rojizo Obscuro	5YR 2/2 Café ro jizo -- obscur	0.73	1.85	60.0	30.0	10.0	Migajón Arenoso	8.407	7.2	6.1	7.1	21.6	10	5	3	<12	60	+++
20-30	7.5YR 2/2 Café obscuro	5YR 2/2 Café ro jizo -- obscur	0.76	1.92	62.5	28.75	8.75	Migajón Arenoso	7.870	7.0	6.05	6.7	22.5	9	5	<3	<12	60	+++
30-40	7.5YR 2/3 Café muy Obsc	5YR 2/2 Café ro jizo -- obscur	0.76	1.85	57.5	32.5	10.0	Migajón Arenoso	8.541	7.1	6.1	7.1	23.94	9	5	3	<12	60	+++
40-50	7.5YR 2/3 Café muy Obsc	5YR 2/3 Café ro jizo -- obscur	0.71	1.98	60.0	30.0	10.0	Migajón Arenoso	6.178	6.8	5.9	6.5	20.16	9	5	3	<12	60	+++
50-60	10YR 5/2 Café Grisaceo Amarillento	7.5YR 3/3 Café Obs- curo	0.74	2.08	57.5	27.5	15.0	Migajón Arenoso	2.511	6.75	5.7	6.7	17.55	6	5	3	<12	120	++
60-70	10YR 6/2 Café Grisaceo Amarillento	7.5YR 3/3 Café Obs- curo	0.75	2.08	52.5	30.0	17.5	Migajón Arenoso	1.222	6.15	5.4	5.9	18.27	7	5	<3	<12	120	+

CUADRO # 7 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO DEL PERFIL # 7

Prof. cms.	Seco	Húmedo	D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	%	%	%	Textura	% M.O.	pH		CICT meq 100g	Ca++ meq 100g	Mg++ meq 100g	NUTRIENTES			p.p.m.	
										H <sub>2</sub> O	KCl				NO <sub>3</sub>	Fós- foro	Pota- sio		Alo- fano
0-10	10YR 6/3 Café Palido	10YR 4/4 Café Amarrillento Obsc.	0.88	2.04	52.5	25.0	22.5	Migajón Arcillo Arenoso	1.12	6.1	5.1	6.0	8.39	3	2	<3	-	60	++++
0-20	10YR 4/3 Café Oscuro	10YR 2/2 Café muy Obsc.	0.625	1.85	47.0	40.5	12.5	Franco	9.47	5.4	4.45	5.2	18.92	8	5	6	<12	60	++++
0-30	10YR 4/3 Café Oscuro	10YR 2/2 Café muy Obsc.	0.66	1.88	47.0	42.5	10.0	Franco	3.19	5.4	4.5	5.2	18.51	2	1	3	<12	60	++++
0-40	10YR 5/3 Café	10YR 3/2 Café Grisaceo -- muy Obscuro	0.735	1.96	47.0	40.5	12.5	Franco	5.08	5.7	4.7	5.55	13.10	3	2	3	<12	60	++++
0-50	10YR 6/2 Gris Pardo Claro	10YR 3/3 Café Obscuro	0.80	1.96	57.0	25.5	17.5	Migajón Arenoso	2.94	5.75	4.5	5.5	10.40	5	3	3	<12	60	++++

CUADRO # 8 DATOS OBTENIDOS DEL ANALISIS FISICO QUIMICO DEL PERFIL # 8

Prof. cms.	Color		D.A. g/cm <sup>3</sup>	D.R. g/cm <sup>3</sup>	% Arena	% Limo	% Arc.	Textura	% M.O.	pH H <sub>2</sub> O	1:2.5 KCl	pH 1:5 H <sub>2</sub> O	CICT $\frac{mg}{100g}$	Ca++ $\frac{mg}{100g}$	Mg++ $\frac{mg}{100g}$	NUTRIENTES p.p.m.			
	Seco	Húmedo														NO <sub>3</sub>	Fósforo	Potasio	Alofano
0- 10	7.5YR 3/3 café Obsc.	7.5YR 2/1 Negro	0.82	2.2	52.5	32.5	15.0	Migajón Arenoso	6.178	6.4	5.75	6.4	18.0	9	3	<3	<12	60	+++
10- 20	7.5YR 3/2 café Obsc.	7.5YR 2/1 Negro	0.83	2.08	55.0	27.5	17.5	Migajón Arenoso	4.89	6.1	5.3	6.2	14.94	8	4	<3	<12	60	+++
20- 30	7.5YR 4/4 café	7.5YR 3/4 café Obscuro	0.80	2.2	47.5	25.0	27.5	Migajón Arcilla Arenoso	3.60	5.5	4.7	5.5	13.6	8	2	3	<12	120	+++
30- 40	7.5YR 4/6 café	7.5YR 4/4 café	0.72	2.1	52.5	20.0	27.5	Migajón Arcilla Arenoso	1.76	5.1	4.7	5.1	15.4	6	6	3	<12	120	+++
40- 50	7.5YR 4/4 café	7.5YR 4/6 café	0.77	2.1	42.5	27.5	30.0	Migajón Arcilla Arenoso	1.69	5.3	4.1	5.2	14.0	5	5	<3	<12	120	+++
50- 60	7.5YR 4/4 café	7.5YR 3/4 café Obscuro	0.75	2.1	35.0	27.5	37.5	Migajón Arcilla Arenoso	1.09	5.3	4.2	5.2	13.7	5	6	<3	<12	120	+++
60- 70	7.5YR 5/4 café opaco	7.5YR 4/6 café	0.74	2.2	45.0	17.5	37.5	Migajón Arcilla Arenoso	0.54	5.5	4.1	5.5	12.8	5	5	<3	<12	120	+++
70- 80	7.5YR 5/4 café opaco	7.5YR 4/6 café	0.64	2.1	47.5	17.5	35.0	Migajón Arcilla Arenoso	0.47	5.4	4.1	5.5	12.2	4	5	<3	<12	120	+++
80- 90	7.5YR 6/4 café opaco	7.5YR 4/4 café	0.72	2.1	37.5	37.5	25.0	Franco	0.27	5.3	4.0	5.3	12.1	4	5	<3	<12	180	+++
90-100	7.5YR 5/6 café claro	7.5YR 4/4 café	0.71	2.2	35.0	37.5	27.5	Migajón Arcilla lloso	0.34	5.4	4.1	5.4	10.8	3	5	<3	<12	180	+++
100-110	7.5YR 5/6 café claro	7.5YR 4/6 café Obscuro	0.72	2.0	42.5	22.5	32.5	Migajón Arcilla lloso	0.34	5.4	4.2	5.4	10.4	3	5	<3	<12	180	+++
110-120	7.5YR 6/6 Amarillo - Rojizo	7.5YR 4/4 café	0.79	2.2	42.5	27.5	30.0	Migajón Arcilla lloso	0.82	5.4	4.2	5.3	10.3	3	5	-	<12	180	+++
120-130	7.5YR 5/6 café Claro	7.5YR 4/6 café Obscuro	0.72	2.08	57.5	17.5	25.0	Migajón Arcilla-Arenoso	0.47	5.5	4.2	5.4	8.2	3	3	-	<12	120	+++
130-140	7.5YR 5/4 café	7.5YR 4/6 café Obscuro	0.72	2.1	42.5	27.5	30.0	Migajón Arcilla lloso	0.40	5.6	4.2	5.5	10.3	3	4	3	<12	120	+++
140-150	7.5YR 5/4 café	7.5YR 4/6 café Obscuro	0.75	2.1	45.0	27.5	27.5	Migajón Arcilla Arenoso	0.54	5.2	4.3	5.4	10.4	3	4	<3	-	120	+++
150-160	7.5YR 5/6 café Claro	7.5YR 4/4 café	0.74	2.04	45.0	17.5	37.5	Migajón Arcilla Arenoso	0.54	5.7	4.3	5.3	10.0	3	4	-	-	120	+++
160-170	7.5YR 5/6 café claro	7.5YR 4/6 café Obscuro	0.75	2.08	37.5	7.5	55.0	Arcilla	0.40	5.6	4.3	5.7	10.0	3	4	-	-	120	+++
170-180	7.5YR 5/6 café Claro	7.5YR 4/6 café Obscuro	0.73	2.24	35.0	10.0	55.0	Arcilla	0.34	5.6	4.3	5.6	10.4	3	4	-	-	120	+++
180-190	7.5YR 5/4 café	7.5YR 4/6 café Obscuro	0.73	2.2	35.0	10.0	55.0	Arcilla	0.20	5.7	4.4	5.5	10.4	3	4	-	-	120	+++
190-200	7.5YR 5/4 café	7.5YR 4/4 café	0.73	2.3	35.0	10.0	55.0	Arcilla	0.10	5.6	4.4	5.6	10.4	3	4	-	-	120	+++

## DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Por las observaciones de gabinete, de campo y los resultados de los análisis de laboratorio, la zona de estudio se puede dividir en dos: en una primera zona, donde se localizan los perfiles Nos. 1 y 2, y una segunda zona, con los perfiles de 3 al 8. Las diferencias que se encuentran en los suelos, son un producto directo de la acción climática, puesto que el material parental original, pertenece a depósitos de cenizas volcánicas.

En la primera zona, encontramos que la temperatura media anual varía de 20°C a 22°C y la precipitación media anual de -- 1200 a 1500 mm.; en la segunda zona encontramos por el contrario temperaturas que van de 18°C a 20°C y precipitación de 1500 a -- 2000 mm. como mínimo. Esto va de acuerdo también con la fisiografía, ya que en la correspondiente a la zona No. 1 son terrenos -- con poca pendiente (más-menos 5%), con una altitud máxima de -- 1014 m.s.n.m.; en cuanto a la segunda zona, la fisiografía es -- más accidentada y la altitud máxima es de 1400 m.

Por clasificación de suelos, la zona cae dentro del orden de los Inseptisoles, encontrando como esquema general del perfil, en la parte superior, una acumulación de hojas del cultivo del -- lugar (café, naranjo, plátano, etc.,) que se puede considerar en términos generales como un horizonte orgánico O1 y en algunos ca -- sos como O1 más O2.

Dentro de los horizontes propiamente dichos encontramos--

al horizonte A con sus respectivos subhorizontes o sin ellos; - éste horizonte A es realmente un Ap, ya que ha estado sometido a cultivo; a continuación encontramos al horizonte C, el cual en varios sitios se puede subdividir. En un solo caso se encontró un estrato endurecido, impermeable y de color café.

De acuerdo con la clasificación del U.S.D.A. (7a. Aproximación), las siguientes características definen el orden:

1.- Los Inseptisoles, son suelos con uno o más horizontes de diagnóstico.

2.- Se encuentran en zonas con depósitos jóvenes más no recientes, empezando a diferenciarse bien sus horizontes.

3.- Puede tener valores menores de un milimhos por cm. a 25°C en una solución extrída por pasta de esturación.

4.- Puede contener uno o más de los siguientes horizontes: Hístico, Umbrico u Ocrico (epipedones); Cámbico, Fragipan o Duripan (horizontes de diagnóstico).

5.- Este Orden de suelos puede tener un color claro u oscuro en los horizontes superficiales.

6.- El intemperismo no puede ser intensivo en el total de los minerales intemperizables, como para que desaparezca totalmente la fracción limo-arenosa o que todo el alofano y arcillas 2:1 estén ausentes.

7.- Las texturas típicamente, deben ser uniformes o muy cercana a la uniformidad.

8.- La vegetación nativa, más frecuente son la bosques, los cuáles se localizan desde las zonas boreales hasta las selvas tropicales lluviosas.

En el perfil No. 1 se observaron los horizontes  $A_{1p}$ ,  $A_{2p}$  y  $C_1$  el  $A_{1p}$  presenta colores café grisáceo muy oscuro, textura migajón arcillosa, estructura poliédrica subangular, con profundidad de 0-20 cms. El horizonte  $A_{2p}$  tiene un color café oscuro, textura migajón arcillosa, estructura poliédrica-subangular, con profundidad de 20-60 cms. El  $C_1$  tiene color café amarillento oscuro, textura migajón arcillo arenosa., En el horizonte  $A_{2p}$ , se encontraron hongos, se observaron raíces en todo el perfil, se encontraron macro y micro poros. En el horizonte  $C_1$ , se encontraron concreciones veteadas de fierro.

Propiedades químicas del perfil, tiene bastante Materia orgánica, pH ligeramente ácidos, la capacidad de intercambio catiónico total va de 8.1 a 12.3 meq/100g., la cantidad de fósforo es mínima, hay muy poco a lofano, el cuál se puede considerar como residual del material parental, dominando otras características, por lo cuál se le clasifica como un OCHREPT.

Perfil No. 2 Tiene los siguientes horizontes:

$A_{1p}$ ,  $A_{2p}$ ,  $C_1$  y  $C_{lt}$ ; el horizonte  $A_{1p}$ ,  $A_{2p}$  y  $C_1$  presentan características similares a los del perfil anterior, pero el horizonte  $C_{lt}$ , tiene un color café oscuro, textura franca y tiene acumulación de arcilla, lo que permite que se forme una

capa dura por acumulación de sales; este último tiene la profundidad de 60-70 cms. Tiene el perfil en general, muy poco alofano. Los pH son un poco bajos, la C.I.C.T. es de 8.9 a 15.0 meq/100g.; como se observa, estas características son similares a las del perfil anterior, y no son típicas de los suelos de ando, se les incluye a éstos en el grupo Ochrept.

En el perfil No. 3 se observaron los horizontes  $A_{1p}$ ,  $A_{2p}$ ,  $A_3$ ,  $IIA_2$ ,  $IIA_3$  y  $C_1$ ; el horizonte  $A_{1p}$  presenta colores negros (en húmedo), con materia orgánica, tiene una profundidad de 30 cm., el horizonte  $A_{2p}$ , tiene colores cafés negruscos, textura migajón arenosa; con estructura granular, se observan raíces, larvas de coleópteros, lombrices de tierra y algunas hormigas, tiene una profundidad de 70 cm.,. En el  $A_3$  se observan colores cafés oscuros, y textura migajón arenosa, hay raíces y lombrices de tierra su profundidad es de 70 a 90 cms.. En  $IIA_2$  hay una discontinuidad en la que se ilumina arcilla, presenta colores cafés oscuros y su profundidad es de 90 a 120 cms. En el horizonte  $IIA_3$  hay acumulación de arcilla, pero en menor cantidad que en el anterior, encontramos raíces y larvas de coleópteros, se observaron colores cafés oscuros, su profundidad es de 120 a 140 cms.. En el horizonte  $C_1$  se ven colores cafés, presenta textura migajón arenosa, y tiene una profundidad de 140 a 180 cms.

En cuanto a las características químicas de este perfil,

se observa que tiene un pH ligeramente ácido, su capacidad de intercambio catiónico total va de 14.8 a 26.4 meq/100g.. Por lo tanto, estos valores caen dentro del rango de los suelos de ando. Por otro lado, se puede ver en los resultados que el perfil tiene bastante alofano.

En el perfil No. 4 se observaron los horizontes A<sub>op</sub>, A<sub>1p</sub>, A<sub>2p</sub>, A<sub>3</sub> y C<sub>1</sub>; el horizonte A<sub>op</sub> tiene colores negros, textura migajón arenosa, gran cantidad de materia orgánica, tiene una profundidad de 20 cms.. En el horizonte A<sub>1p</sub>, con colores oscuros, textura migajón arenosa, estructura granular, y una profundidad de 20 a 40 cms. En el A<sub>2p</sub>, se observan colores cafés muy oscuros, estructura friable, tiene una profundidad de 40 a 110 cms. El horizonte A<sub>3</sub> tiene colores cafés oscuros, textura migajón arenosa con profundidad de 110 a 160 cms. El horizonte C<sub>1</sub> presenta colores cafés, textura migajón arenosa, con profundidad de 160 a 200 cms.

Propiedades químicas, presenta pH ligeramente ácido, capacidad de intercambio catiónico total de 17.4 a 28.6 meq/100g. dichas características concuerdan con las propiedades de los suelos de ando ya que también el perfil presenta gran cantidad de alofano.

Con respecto a la vegetación, en los perfiles anteriores se encuentra sembrado Coffea arabica arabiga y Coffea arabica bourbon, como ya se mencionó en el capítulo de vegetación.

En el No. 3 el cultivo es muy intenso, en el 4 es menor.

Perfil No. 5 presenta los horizontes Aop, Alp, A2p, y - Cl. El horizonte Aop tiene una profundidad de 0-20 cms. El Alp es de 20-60 cms. El A2p tiene de 60-120 cms. y el Cl de 120-200 cms. de profundidad; éste perfil reúne las mismas características que el perfil No. 4, es decir, se nota que el cultivo de café se introdujo a éstos lugares hace poco; en cambio en el lugar que se hizo el perfil No. 3, ya tiene bastante tiempo -- que se cultiva; además, reúne las características generales -- antes citadas tanto físicas como químicas de los suelos de ando.

Perfil No. 6 presenta los horizontes Aop, Alp y Cl. El Aop, tiene colores cafés oscuros, gran cantidad de materia orgánica, densidad aparente baja, textura migajón arenosa, tiene una profundidad de 0-20 cms. El horizonte Alp también presenta colores cafés oscuros, tiene estructura igual que el anterior (granular), textura migajón arenosa. El horizonte Cl tiene colores cafés grisáceo-amarillentos con una textura migajón arenosa.

Tiene pH neutro a ligeramente ácido; su capacidad de intercambio catiónico total tiene un rango de 17.5 a 33.0 meq/100g. la materia orgánica está distribuída en el perfil con una variación de 1.2 a 11.5%; el a lofano está distribuído de mayor a menor cantidad, a medida que el perfil se hace más profundo.

Perfil No. 7 tiene los siguientes horizontes: Clp, --- IIAp, IIA1 y Cl; el horizonte Clp, se nota que se formó por de pósito de las partes más altas de este lugar, tiene un color - café amarillento obscuro, con textura migajón-arcillo arenosa. El porcentaje de materia orgánica es bajo en relación con los demás, tiene profundidad de 0-10 cms. El horizonte IIAp, es un horizonte enterrado, con textura franca, estructura poliédrica subangular. El horizonte IIA1 presenta colores cafés muy oscuros, estructura poliédrica subangular, textura franca, (hay -- gran cantidad de raíces en todo el perfil); también encontra-- mos hormigas. El Cl presenta colores cafés grisáceos muy oscuros; encontramos cantos rodados que constituyen parte del mate rial parental; tiene una profundidad de 30 a 50 cms.

Este perfil tiene densidades aparentes bajas, pH ligeramente ácidos, capacidad de intercambio catiónico total entre - 8.3 y 18.9 meq/100g., bastante alofano, poco fósforo, lo que - nos indica que pertenece a los suelos de ando.

Perfil No. 8. Presenta los horizontes Alp, A2p, A3p, Cl y C2; el Alp tiene una profundidad de 0-30 cms. A2p, con textura migajón areno-arcillosa y una profundidad de 30-60 cm. El A3p tiene de 60 a 90 cms. de profundidad. El C2, tiene una profundi dad de 170-200 cms. con textura migajón arcillosa. Este perfil presenta las características físicas y químicas de los suelos- de ando.

## RESUMEN Y CONCLUSIONES

Por los datos que se exponen en los resultados consideramos que se puede llegar a concluir lo siguiente:

En primer lugar que los requerimientos del café en la zona de estudio pueden ser limitativos en cuanto a factores climáticos más que a factores edáficos, los cuales se pueden corregir o mejorar con los medios agrícolas actuales en cuanto a manejo y fertilización.

En la zona que se denominó No. 1, que se localiza al sureste de Jalapa, aunque la precipitación es menor, la temperatura media anual mínima es de 20°C, la intemperización de las cenizas volcánicas ha sido mayor, detectándose concentraciones mínimas de alofano, restos de la transformación de las cenizas volcánicas proyectadas por la actividad volcánica. Los suelos tienden a una coloración café, café grisáceo hasta café amarillento y café rojizo claro en seco, presentándose un moteado de óxidos e hidróxidos de fierro de un color café amarillento-claro y café rojizo, principalmente.

Con lo que respecta a la zona No. 2, localizada entre Jalapa, Xico y Teocelo, con una precipitación de 2000 mm. y una temperatura de 18°C como mínimo, aunque la precipitación es mayor; la acción de descomposición de las cenizas volcánicas ha sido menor que en el caso anterior, detectándose perfectamente

bien al alofano; éstos suelos, son más oscuros, encontrándose colores desde café grisáceo amarillento, café rojizo, café amarillento hasta café oscuro e incluso negro; su densidad aparente inferior a un gramo/cm<sup>3</sup>; en cambio, en la zona No. 1 oscila entre uno y 1.1 gr/cm<sup>3</sup>.

Se les clasifica a los primeros en el suborden OCHR y a los segundos en el suborden AND.

El perfil No. 1 y el No. 2, Tuzamapan, y Alborada respectivamente, se clasifican de la siguiente manera:

#### 7a Aproximación

Orden: Inceptisol

Suborden: Ochrept

Gran Grupo: Eutrochrept,

Características del Gran Grupo según la 7a Aproximación.

Los ochrepts son suelos que también han sido llamados - suelos cafés ácidos; también se les ha denominado Regosoles y Litosoles.

Se caracterizan por un horizonte delgado Al o Ap sobre un horizonte cámbico, pocos tienen un epipedón úmbrico por la delgadez del solum, Los ochrepts se localizan en regiones húmedas a subhúmedas desde el ártico hasta los trópicos.

Puede definírseles también como suelos que aunque contienen arcillas y óxidos e hidróxidos libres, están en menor porcentaje que los requeridos para el horizonte óxico.

El perfil No. 3, localizado en el norte de Teocelo, rumbo al poblado de San Marcos, se clasifica como sigue:

7a Aproximación

Orden: Inceptisol

Suborden: Andept

Gran Grupo: Mollandept

Este perfil es profundo con clima semicálido; presenta bajo contenido de nutrientes, principalmente de fósforo y nitratos. Es un terreno dominado por cerros de poca elevación, en el que se cultiva café y los campesinos lo fertilizan con fósforos. Se observa macrofauna en todo el perfil, gran cantidad de raíces y bastantes macro y microporos.

Características del Gran Grupo según la 7a Aproximación.

Su estructura es suficientemente fuerte, tanto que es muy duro cuando seco.

El suelo es quebradizo al frotarlo; tiene colores con un cromax de 4 o menor y sus valores van de 3.5 cuando húmedos y 5.5 en seco.

El rango carbono-nitrógeno es de 17 o menor si son vírgenes y 13 o menor si se ha comenzado a cultivar; normalmente, el C/N decrece con la profundidad del epipedon móllico y los valores van de 8 a 10.

La saturación de bases es sobre el 50 %.

El contenido mínimo de carbono orgánico es de 0.5% y 1%

de materia orgánica en todo el perfil, si el horizonte superficial es obscuro y tiene menos de 17.5 cm. de grosor; el contenido de materia orgánica es de 0.58, el epipedon móllico puede contener menor cantidad de materia orgánica.

Perfil No. 4. Se localiza al sur de Teocelo, Ver.; se clasifica igual que el anterior (perfil No. 3).

En éste notamos que al aumentar la profundidad, la cantidad de alofano disminuye (ver datos en los resultados), por lo que en este aspecto difiere con el anterior, ya que en este último la cantidad de alofano es constante en todo el perfil.

Perfil No. 5. Este se localiza en Texolo, es un terreno muy accidentado, se puede considerar como parte integrante de la Sierra Madre Oriental. Se cultiva café de las especies y variedades ya mencionadas.

Se le clasifica igual que el anterior, y presenta las características del grupo.

Los perfiles 6, 7 y 8 presentan las características físicas y químicas igual que los anteriores, (3, 4 y 5) por lo que se les clasifica dentro del mismo Gran Grupo (Mollandep).

## LITERATURA CITADA

Aguilera, H. N. 1963 . Algunas Consideraciones, Características Génesis y Clasificación de los suelos de Ando, Memorias del Ier. Congreso de las Ciencias del Suelo pp. 233-240.

Aguilera H. N. 1965 . Suelos de Ando, Génesis, Morfología Clasificación, Series de Investigación No. 6 Colegio de Post-Graduados, Chapingo, México.

Aguilera H. N. 1969 . "Distribución Geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de México". Panel sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina, Centro de enseñanza e Investigación, Inst. Interamer. de Cien. Agr. de la OEA, Turrialba, Costa Rica.

Allende, L. R. 1968 . Introducción al estudio de Suelos derivados de Cenizas Volcánicas o de Ando del Volcán La Malinche, México, Tesis. Biólogo. U.N.A.M.

Besoain, M. E. 1968. Mineralogía de las Arcillas de los Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de Chile. Panel sobre Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina, Centro de enseñanza e Investigación de Turrialba Costa Rica B. I.

Birrel, K. S. 1964. Some Properties of Volcanic Ash. - Soil Report of de Meeting on the Classification and Correlation on Soils from Volcanic Ash. World Soils Resource report No. 14 F.A.O. Rome 74 pp.

Bouyoucos, G. J. 1963. Directions for making Mechanical Analysis of soil by Hydrometer Method. Soil Sci. 42: 25-30.

Conjuste, L. 1964. Suelos de El Palmar, Veracruz, Seminario Colegio de Post-graduados Chapingo, Méx. 2-20.

Cervantes, R. G. 1965. Génesis y Clasificación de algunos suelos de la Meseta Tarasca, Edo. de Michoacán, Colegio de Postgraduados Chapingo, México.

Cuanalo, de la C. H. 1965. Los grandes Grupos de Suelos de la región de Tuxtepec, Oaxaca, Tesis de M. en C. Colegio de Postgraduados Chapingo, Méx.

Chiang, C. F. 1970. La Vegetación de Córdoba, Veracruz-Tesis Biólogo. U.N.A.M. Fac. Ciencias.

Derruau, M. 1966. Geomorfología. Ariel, S. A. Barcelona 442.

Fieldes, M. y Perrot, K. W. 1966. The nature of Allophanes in Soils, part III Rapid field and Laboratory test. No. 2 - Jo. Sci. 9: 623-629.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana) U.N.A.M. Méx.

García C., N. E. 1970. Estudios Edafológicos de Suelos-Derivados de Cenizas Volcánicas del Popocatepetl, Edo. de Puebla Tesis. Biólogo U.N.A.M. Fac. Ciencias.

Hayama, T. M. L. 1971. Estudio de Suelos derivados de - Cenizas Volcánicas del Nevado de Toluca Edo. de Méx. Tesis Biólogo U.N.A.M.

Guillén, R. A. 1971. Algunos aspectos de Suelos de Ando en la región de Uruapan, Michoacán, Tesis. Biólogo, U.N.A.M.

Hiroishi, S. S. 1974. Estudios de algunos Perfiles de - Suelos derivados de Cenizas Volcánicas. Xitle, Teutli, Chichinautzin y el Cerro Tres Cumbres Méx. Tesis. Biólogo U.N.A.M.

Kobo, K. 1964. Properties of Volcanic Ash. Soils report The meeting on the Classification and Correlation of Soils - - from Volcanic Ash. World Science Resource, report No. 14 F.

A. O. Rome 71-73.

Klaus, W. F. 1969. The Use The 7th Aproximation for the Clasifiration of Soils from Volcanic Ash. Head, Soil Survey Laboratory, Soil Conservation Service U.S. Departament of Agruculture, Riverside, California.

Johnson, G.E.L. 1970. Morfología génesis y Clasificación de algunos Perfiles de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas-del Pico de Orizaba, Ver. Tesis. Biólogo U.N.A.M.

Lunt, H. A; Jacobson , H.G.M. y Swanson C.L.W. 1958. -- The Morgan Soil Testing System The Connessicut Agricultura Experiment Station, New Haven.

Lyon, T. L.; u Buckman. 1941 Naturaleza y propiedades de los Suelos version al español de la tercera edición por Villegas, S. M. Chapingo, Méx.

Macias, V. M. 1959. Carta de Suelos de la República Mexicana Publicada en 1962 en la Geografía General de México por Tamayo. Instituto de Investigaciones Económicas Méx. D. F.

Martini, J. A. y Jaramillo L. R. 1974. Solis Derived -- from Volcanic Ash. in Central América 2. Solis More Developed-- than Andepts UNDP/F.A.O. To IICA Turrialba Costa Rica and Ticos Frutera San José de Costa Rica, Solis Sci Vol, 120, No. 5 pp - 376-384.

M. Oyama, H. Takehara. 1967. Standard Soil Color Charts. Japan.

Munell Soll Color Chart. 1954. Edition Munsell Color -- Company Inc. Baltimore 2, Maryland U.S.A.

Navarro. G. J. 1976. Algunos Estudios de Suelos de Ando del Nevado de Toluca Méx. Tesis Biólogo U.N.A.M.

Ochse, J Soule, Jr M. 1974. Cultivo y Mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Limusa. México. 1382.

Ortiz V. B. 1973 Edafología. Patena A. C. Chapingo. Méx.

Russell, E. W. 1968. Las Condiciones del Suelo y el Crecimiento de las Plantas. Aguilar S. A. Madrid. España. 795.

Shimada, M. K. 1972. Estudios de Algunos Perfiles de -- Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de Ando del Ajusco, -- D.F. México. Tesis Biólogo. U.N.A.M.

Swindale, L. D.; y Sherman G. 1964. Hawaiian Soils From Volcanic Ash. Report on the Meeting on the Classification and Correlation of Soils From Volcanic Ash. World Soils Resources-Rep. No. 14 F.A.O., Rome.

Torres O. G.I. 1976. Algunos Estudios de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas del Transecto Teziutlan, Puebla a Jalapa Veracruz. Tesis. Biólogo. U.N.A.M.

Vallejo, G. E. 1968. Algunos estudios de Perfiles de -- Suelos de Ando de la parte Noreste del Popocatepetl, Edo. de -- Morelos, Méx. Tesis Biólogo. U.N.A.M.

Viniegras, O. F. 1950. Breve Análisis Geológico de la - Cuenca de Veracruz, Convención Técnica Petrolera, México.

Walkley A. L. 1947. y Black A. 1947. A Rapid Determination of Solis Organic Matter. Jour. Agric. Sci. 25:598-63-257.

Wright, A.C. 1964. The Andosols or Humic Allophane Soils of South America. Report. on the Meeting on the Classification and Correlation of Soils from Volcanic Ash. World Soils Resource Report. No. 14 F.A.O. Rome.

Wooding, R. G. 1951. Soils Their Origin, Constitution - and Classification, 4a. Edi. Thomas Murby & Co. Great Britain.