



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIOS EDAFOLOGICOS DE CAFETALES EN FINCAS
DE HUEYTAMALCO ESTADO DE PUEBLA

TESIS

Que para obtener el título de

B I O L O G O

p r e s e n t a

MARIA GUADALUPE GARCIA HERNANDEZ

1 9 8 2



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.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

I N D I C E

	pag.
1.- RESUMEN	1
2.- INTRODUCCION	3
3.- ANTECEDENTES	5
3.1 Café	
3.2 Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas	
4.- DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA	20
4.1 Localización	
4.2 Fisiografía	
4.3 Hidrografía	
4.4 Geología	
4.5 Clima	
4.6 Suelos	
4.7 Vegetación	
5.- MATERIALES Y METODOS	37
5.1 Campo	
5.2 Laboratorio	
5.2.1 análisis Físicos	
a Color en seco y húmedo	
b Densidad aparente	
c Densidad real	
d Textura	

5.2.2 Análisis químicos

38

- a pH
- b Materia orgánica
- c Capacidad de Intercambio Catiónico Total
- d Cationes intercambiables
 - d.1 Calcio
 - d.2 Magnesio
 - d.3 Potasio
- e NUTRIENTES
 - e.1 Nitratos
 - e.2 Fósforo
- f Amorfos
 - f.1 Atofano

6.- RESULTADOS Y DISCUSION	40
7.- CLASIFICACION Y CONCLUSIONES	80
8.- BIBLIOGRAFIA	83

1 RESUMEN

En este trabajo se estudiaron ocho perfiles de suelo cultivado con café, ya que este constituye una de las mayores exportaciones de México, y con el fin, de caracterizar y clasificar los suelos de dicha zona.

Los suelos se encuentran localizados en las cotas que van de 250 a 1670 m.s.n.m. Geográficamente se encuentran ubicados entre los paralelos $19^{\circ} 51'$ y $20^{\circ} 09'$ de Latitud Norte y entre los meridianos $97^{\circ} 15'$ y $97^{\circ} 26'$ Longitud Oeste en el municipio de Hueytamalco estado de Puebla, el cual pertenece a la Cuenca Cafetalera de Tlapacoyan Veracruz.

Se colectaron un total de 149 muestras a las cuales se les practicaron los análisis físicos y químicos para la determinación de: Color, densidad aparente, densidad real, textura, materia orgánica, pH, capacidad de intercambio catiónico total, nitratos y fósforo asimilables, calcio, magnesio y potasio intercambiables y aluminio.

El clima es (A) Cf (a), semicálido, el más cálido de los templados, con una temperatura media anual de 18°C y con un porcentaje de precipitación anual de 2,286.5 a 3,657.0 mm.

La zona presenta una topografía irregular, desde terrenos casi planos y pendientes suaves hasta los muy accidentados.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas y derivan de materiales parentales andesíticos, basálticos y piroclásticos, estos se encuentran cubriendo las calizas originales del Cretá-

Los sitios de muestreo son aptos para el cultivo del café debido a que los factores, climáticos, edafológicos y altimétricos característicos de esa zona son los adecuados.

Los suelos colectados fueron clasificados de acuerdo con el sistema de clasificación de la Séptima Aproximación de U.S. D.A. y con base a los análisis de laboratorio, en las observaciones hechas en el campo. Estos suelos se clasificaron dentro del Orden Inceptisol, Suborden Andept, Gran grupo Ochrandept y Molandept.

El suelo es un cuerpo natural, tridimensional, dinámico, que se halla presente sobre la superficie de la tierra, es un medio para el desarrollo de las plantas y cuyas características están determinadas por las fuerzas del clima y de los organismos vivos que actúan sobre el material original, y que son modificados por el relieve, durante un período de tiempo.

El conocimiento de los recursos naturales de una nación es una parte fundamental para la planeación de su desarrollo.

Los estudios de clasificación de suelos en México, se puede considerar insuficientes debido a diferentes causas como son la variabilidad tan grande de los suelos nacionales y la carencia de técnicos especializados en estudios Pedológicos.

Además no se ha considerado la importancia de los estudios de clasificación de los suelos, como el mejor camino para especificar una planeación agrícola en función de los modernos conceptos de la ciencia del suelo.

En la actualidad se tiene graves problemas en la agricultura algunos de ellos se derivan de la falta de conocimientos detallados sobre las propiedades del suelo y por no darles el manejo adecuado y efectivo.

Las propiedades físicas, químicas, biológicas y mineralógicas del suelo determinan, entre otras, la productividad de éstos.

El conocimiento de las propiedades físicas permite cono -

cer mejor las actividades agrícolas vitales, como el laboreo, la fertilización y el manejo de los residuos de las cosechas.

Los suelos derivados de Cenizas Volcánicas y los andosoles, se han formado por el intemperismo de las cenizas depositadas en regiones con clima húmedo o semihúmedo, siendo éste uno de los factores más importantes de su formación, presentando estas características físicas, químicas, mineralógicas y bióticas específicas.

Estas características hacen de los suelos derivados de cenizas volcánicas, zonas aptas para el cultivo del café, siendo éste muy importante dentro de la economía nacional, ya que grandes áreas se dedican a su producción, la cuál es para consumo interno y para exportación.

En la actualidad México ocupa el cuarto lugar dentro de los productores mundiales de éste cultivo, este tiene un gran significado para la economía, debido a que representa el 10 % de los ingresos a nivel nacional.

El presente trabajo tiene como objetivo principal, determinar las propiedades físicas y químicas, caracterizar y clasificar los suelos de ocho perfiles, pertenecientes a diferentes poblados del municipio de Hueytamalco estado de Puebla, los cuales pertenecen a la cuenca cafetalera de Tlapacoyan Veracruz con el fin de contribuir al conocimiento de los suelos derivados de cenizas volcánicas existentes en el país.

3 ANTECEDENTES

3.1 Café

La palabra francesa café proviene de la lengua turca "Cah vé" y del árabe "Cahúa"; es originario de Arabia según algunos autores, pero más probablemente de la alta Etiopía (Abisinia, Africa), en donde se encontraron mayor número de especies silvestres habitando en forma de sub-bosque. (10)

Su historia es desconocida, se pierde en fantasías y leyendas que se remontan antes de la era cristiana.

El café se conoció en Europa en 1582 por Rauwalf que lo trajo de Alipo, y para 1624 los venecianos lo importaban en gran cantidad.

En Londres fue abierto el primer café público por el año de 1690 por un griego de nombre Resse y para 1693 existían alrededor de 300 cafes publicos.

Por el año de 1748 el café fue introducido en Cuba por el Sr. Don José Antonio Gelabert que trajo la semilla a Santo Domingo fue enviado también a Venezuela; Algunos autores atribuyen el mérito de la introducción del café a América, al caballero De Clino Decheux, aunque Augusto Chevalier desmiente este hecho histórico.

De acuerdo con la obra "El café" editada por la Sección de Economía Nacional, se dice que en México el café fue introducido en el año de 1790, y que existieron tres principales focos de diseminación en el país.

Algunos autores consideran que fue Córdoba Veracruz, la primera zona donde se cultivó el café procedente de Cuba a fi-

nes del siglo XVIII por el año de 1790, sin embargo este cultivo se propagó debido a la guerra de independencia y no fue hasta el año de 1817 cuando Don Juan Antonio Gómez importó plantas nuevas de Cuba. Habiéndose propagado por todo el norte del estado de Veracruz, Sierra Norte de Oaxaca, Puebla, Hidalgo y San Luis Potosí.

Uruapan, Michoacan fue el segundo foco de diseminación del café; habiéndose introducido por el Gral. Mariano Michelena quién a su regreso de Londres, trajo consigo, semillas de café procedentes del puerto de Moka en Arabia por el año de 1828, proyectándose posteriormente a Colima, Jalisco, Nayarit y Guerrero.

Por el año de 1846 aparece el tercer foco en la zona del Soconusco en el estado de Chiapas y procedente de Guatemala. Esta introducción se le atribuye al Italiano Gerónimo Manchimelly quien importó unos arbustos de San Pablo, Guatemala (15).

GENERALIDADES

El café forma parte de la gran familia de las Rubiáceas, de la que constituye el género *Coffea*, establecido por De Jussieu (1735). El profesor Augusto Chevalier cita alrededor de sesenta especies en su agrupación sistemática (1929). Más tarde esta cifra ha aumentado con varias nuevas especies descubiertas en todo el mundo en estos últimos años, especialmente en Madagascar, y es probable que las investigaciones que actualmente se realizan permitan enriquecer aún más este inventario.

Se puede considerar que en la actualidad se explotan en todo el mundo fundamentalmente dos especies: *Coffea arabica* L. y *Coffea canephora* Pierre, producen por lo menos el 98 % de las cosechas mundiales (10).

ECOLOGIA

Los factores ecológicos (clima, suelo, etc.); ejercen una influencia muy notable sobre el cafeto, hasta el punto de que no es posible su cultivo si no se cumplen cierto número, de condiciones.

La sencibilidad del cafeto a algunos de estos factores es tal, que se les puede considerar como factores vitales limitantes. Pero superadas estas limitaciones, este arbusto no carece de posibilidades de adaptación a ecologías muy variadas.

Factores Climáticos, son la temperatura, el agua, la iluminación y los vientos.

La zona cafetalera mexicana está situada aproximadamente entre los $14^{\circ}50'$ y 22° de latitud norte y en alturas comprendidas entre los 200 y 1600 m.s.n.m.

El cafeto requiere, para su desarrollo normal, un medio en el que no existan grandes variaciones entre las temperaturas diurnas y nocturnas registradas a través del año, considerándose se como temperatura media óptima, la comprendida entre 18° y 24° C. Una precipitación pluvial, normalmente distribuida en la mayor parte de los meses del año, de 1500 milímetros en adelante, un período de sequía de más de tres meses puede afectar en algunos casos, la productividad del cafeto.

La humedad relativa de 70 a 90 % en épocas de lluvia y de 40 a 50 % en época de sequía.

La ausencia de vientos cuya duración y velocidad pueden causar trastornos en la plantación como la defoliación, marchitamiento prematuro de la flor, caída del fruto.

La presencia de nubosidad en la mayor parte del año, como factor que en algunos casos puede facilitar una disminución en la intensidad del sombrero empleando, lo que se refleja, en un aumento de la producción en los costos de cultivo.

Los suelos de las zonas cafetaleras del país provienen de diferentes rocas volcánicas, las cuales experimentaron considerables transformaciones, por la acción de los agentes del intemperismo a través de los siglos, dando origen a los suelos actualmente conocidos.

Por su textura, podemos clasificarlos en: arenosos, proceden de la desintegración de rocas clásticas principalmente, y sus propiedades son: porosas, con drenaje excesivo, pobres en elementos nutritivos, materia orgánica, de color blancuzco y de fácil erosión.

Arcillosos. Estos provienen de tepetates, basaltos, andesitas, tobas volcánicas, y son ricos en elementos minerales, pero con drenaje deficiente. Al presentarse la precipitación pluvial, el agua no se infiltra con facilidad sino que corre sobre la superficie ocasionando la erosión. Para mejorar en parte sus condiciones físicas, es necesario aplicar grandes cantidades de mejoradores (materia orgánica y cal) principalmente, a la vez que se efectúan algunos drenes.

Migajones arenosos. Se originan por arenas y cenizas volcánicas, con subsuelo del mismo material y de gran profundidad estos suelos son blandos, porosos, de buen drenaje, de color negro cuando están húmedos, y ricos en materia orgánica. Por otro lado son pobres en elementos minerales, tienen poco poder retentivo de humedad y escasa facultad para retener los elementos nutrientes, ya que están expuestos intensamente a la acci-

ón de la percolación.

Existe otro tipo de suelos que aún cuando contienen arcilla, poseen buen drenaje, son fáciles de trabajar, profundos y de color rojo, debido a su alto contenido de fierro. Estos suelos son denominados lateríticos y se encuentran en menor proporción en muestreo cafetalero. (14)

EL CAFE EN AMERICA

Los principales productores de café (exclusivamente C. arabica) de América latina son: Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México y San Salvador. Se clasifican en segundo lugar la República Dominicana, Ecuador, Haití, Honduras, Nicaragua, Perú y Venezuela.

Siendo Brasil el primer productor de café del mundo, sus exportaciones representaban antes de la guerra, los dos tercios del total de las cantidades exportadas por el total de países productores.

En México las regiones cafetaleras se encuentran en la zona montañosa del sur, especialmente en los estados de Oaxaca, Chiapas y Veracruz.

Las plantaciones cubren alrededor de 300.000 ha., y las grandes propiedades son poco numerosas.

Los rendimientos varían entre 200 y 500 Kg/ha, dadas las diversas condiciones climáticas que se dan en estas regiones altas.

Los cafés mexicanos son de excelente calidad y ciertos cruídos son considerados entre los mejores cafés del mundo.

Las exportaciones se realizan en gran parte (90 %) por la

costa atlántica (Veracruz y Coahuila de Zaragoza). (10)

VÍAS DE COMUNICACION Y MERCADOS DE CONSUMO

Incuestionablemente no se puede prescindir en la actualidad de una red cada vez más amplia de vías de comunicación para sostener el ritmo acelerado de nuestro comercio.

La cereza del café, producto inmediato del campo, a diferencia de otros productos, necesita de transporte rápido hacia los beneficios para evitar fermentaciones no controladas que merman del 1 al 3 % peso total de la masa y que además dañan la calidad del producto.

Teniendo en consideración que México como tercer productor de café exporta el 83 % (estadística de 1957) de su producción total hacia mercados extranjeros, E.E.U.U. y Europa principalmente, y además zonas que se encuentran en cierto grado disperso dentro de los paralelos 14°30' y 23° latitud norte. Objetándose entonces, la necesidad que, tienen de ampliar cada vez más el número de caminos vecinales y de penetración que fluyan a las arterias de primer orden que conducen a los principales puertos de embarque y aduanas fronterizas.

Los principales mercados importadores de café son hasta hoy por su orden de importancia para México Brasil y otros: Estados Unidos, Alemania, Suiza, Francia, Italia, Suecia, Dinamarca, Japón y Austria.

3.2 SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCÁNICAS

Definición e Historia

Los estudios realizados en el presente trabajo, se hicieron en cafetales plantados sobre suelos derivados de cenizas volcánicas, estos suelos, reciben diversos nombres de los distintos países, sin embargo, es de notar a este respecto que en la reunión para la clasificación y correlación de los suelos derivados de cenizas volcánicas, celebrado en Tokyo (Japón) en el año de 1964, se llegó a la conclusión de que "Suelos de Ando", era el más adecuado. Ando es un vocablo derivado del Japones "An", que significa oscuro y "do", que quiere decir suelo.

En el Japón el primer nombre local llegó a ser reemplazado por el de "Humico de Alofano". Ohmura (1964) llama a aquellos suelos derivados de cenizas volcánicas ricos de humus y de color negro, "Europpku", afirmando que corresponden al del suelo de Ando utilizando, por los científicos americanos.

El término alofánico se restringe solamente al grupo de suelos derivados de cenizas volcánicas puesto que otros suelos formados de diferentes materiales parentales, también contienen cantidades considerables de alofano.

Las cenizas emitidas de las erupciones volcánicas son compuestas finamente divididos de material ígneo (andesítico, basáltico, o neolítico) que contienen entre otros minerales, feldspatos, vidrio y minerales ferromagnesianos que al ser depositados están sujetos a los agentes del intemperismo que ocasionan cambios graduales en el material que formará el suelo (Kanno, 1962).

Las cenizas volcánicas constituyen el material parental

de una gran diversidad de suelos, algunos de los cuales pueden originarse también de otros materiales parentales, siempre que las condiciones pedogenéticas de clima, topografía, organismos y tiempo sean propicias.

La intemperización de las cenizas volcánicas se caracteriza por la producción de grandes cantidades de alofano, aluminio libre y otros compuestos, dando como resultado suelos con propiedades físicas y químicas peculiares, dependientes de la naturaleza o composición de la ceniza, y de los minerales formados.

DISTRIBUCION

Los andosoles se distribuyen en las áreas fisiográficas formadas por los procesos de vulcanismo, en donde influyen las cenizas volcánicas, estas pueden ser recientes hasta fines del terciario tardío. Por lo anterior existen andosoles en los países que han estado sujetos, a diversos fenómenos vulcanológicos, como ejemplo tenemos Nueva Zelandia, Hawai, América Central, en la zona volcánica de los E.E.U.U. México en el Asia en Japón, las Filipinas y en Indonesia.

En México, generalmente se encuentran a lo largo de la cordillera Neovolcánica formada por masisos montañosos que abarcan los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, México, Veracruz y Puebla, Sierra Madre Oriental y Occidental, cubriendo aproximadamente una cuarta parte de la superficie total del país. (Aguilera, 1969).

En la República Mexicana las primeras investigaciones de estos suelos fueron realizadas en 1954 por Aguilera, en el Estado de Jalisco. Posteriormente se hicieron estudios sobre la

sierra y meseta Tarasca (Moncada 1960; Aguilera 1961; Cervantes y Aguilera, 1965), en la Malinche (Allende, 1968), en el Popocatepetl (Aceves y Aguilera, 1967), en la cuenca de México (Valdez y Flores, 1969), en el Pico de Orizaba (Jonson, 1970), en el Iztaccihuatl (Cortés y Hernández, en 1966), en Cholula, Puebla (Flores, 1972), en el Chichinautzin, Xitle, Teuhtli, (Hiroishi, 1974), entre otros.

Resumiendo conceptos de varios autores se llegó a la conclusión de que bajo el nombre de Ando o Húmico de Alofano se agrupan aquellos suelos minerales en los cuales, la fracción activa es denominada por el material amorfo (mínimo en un 50 %). Birrel (1964) propuso un mínimo de 50 % de material amorfo para la determinación de suelo con dominancia de alofano; También presentan una alta capacidad de retención, un contenido alto de materia orgánica, presentan un horizonte A oscuro, friable relativamente grueso; poca pegajosidad y una densidad aparente baja. Pueden tener un horizonte B sin mostrar cantidades significativas de arcilla iluvial. se encuentran bajo condiciones húmedas y subhúmedas.

Las propiedades características de éstos suelos, derivados de cenizas volcánicas, pueden agruparse en la siguiente forma: características morfológicas, propiedades físicas, mineralógicas, propiedades químicas.

CARACTERÍSTICAS MORFOLOGICAS

Los perfiles presentan generalmente los horizontes A-C, A (B) C y ABC Aguilera (1959-1961), (Wright, 1864), (Swindale y Sherman 1964), con profundidades que van de 50 cm. hasta más de 100 cm.

El horizonte A, puede ser muy profundo, algunas veces mayor de los 100 cm. de color pardo oscuro o negro por efectos del alto contenido de materia orgánica o por el intemperismo de las cenizas volcánicas, presenta estructura fina, migajosa, pegajosa y plástica; sin motes ni concreciones ni piedras pero si con abundantes raíces (Martini, 1969). La textura es media y puede variar de Franco-arenoso, franco, franco-limosa, franco-arcillo-limosa o franco arcillosa.

El horizonte B ó C es de color claro, pardo amarillento pardo gris o gris amarillento, la consistencia es ligeramente plástica; la estructura es media, sin motes, concreciones o piedras y con muy pocas raíces. (Martini, 1969).

En estos suelos es frecuente encontrar uno o dos horizontes endurecidos, pueden estar presentes, por lo general son deposicionales y sus propiedades intrínsecas, pueden llegar a reducirse o acentuarse, con los procesos formadores del suelo. A menudo se encuentran horizontes enterrados por una capa de ceniza lo suficientemente gruesa como para originar un nuevo horizonte superior. Aguilera (1969).

Los suelos están en la mayoría de los casos, bien drenados y bien aireados.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Porosidad total es generalmente alta, con una variación de 68 a 85 %, Youngber, (1965).

Presentan buen drenaje, un buen contenido de agua por lo que no presentan acumulación de sales solubles, ni carbonatos libres, alto contenido de humedad natural. (Martini, 1969).

En cuanto a la textura se refiere, los suelos derivados

de cenizas volcánicas muestran partículas de tamaño más grande que en otros suelos y esta propiedad puede estar relacionada a la existencia de materiales amorfos coloidales. Exámenes al microscopio electrónico han indicado la presencia de partículas entre 50 y 100 \AA (Birrel y Pielde, 1952), Aguilera (1953, 1961).

Densidad aparente muy baja, sus valores oscilan entre 0.45 y 0.75 gr/ml; debido a la alta porosidad que presentan.

Los valores de Densidad real varían entre 2.7 y 2.9 gr/ml esto se explica a un alto contenido de óxidos de hierro. La densidad real es baja si el contenido de materia orgánica es alto.

En términos generales, la fracción arena fina de los suelos de cenizas volcánicas observadas al microscopio, incluye minerales claros como el cuarzo, pagioclasas, biotita, pomez, fragmentos de vidrio volcánico, ópalo, y algunos minerales pesados como el olivino, hiperstena, augita, horblenda y magnetita, etc.

PROPIEDADES QUIMICAS

La fracción arcillosa separada de los suelos muestra una relación sílice: Alúmina con valores alrededor de 2 cuando contiene minerales del grupo del caolín, de 1 a 2 cuando predomina el alofano y superior a 3 si la montmorilonita ocurre en cantidades apreciables (Birrel, 1964).

El pH es generalmente ácido hasta cercano a la neutralidad los valores oscilan entre 5.0 y 6.0 debido a la capacidad amortiguadora del alofano, cuando contiene buenas cantidades de montmorilonita presenta valores cercanos a la neutralidad,

y valores de 4.5 cuando los suelos se han lavado excesivamente. Cuando más bajo sea el pH y mayor la acidez cambiabile mayor será la capacidad del suelo para fijar los fosfatos; la solubilidad de micronutrientes, actividad microbiana, nodulación de leguminosas, disponibilidad de micronutrientes, toxicidad de algunos elementos químicos (Al^{3+} , Na^+ , Mn^{2+} , Fe^{2+} .) y en cambios de oxidación de las formas de nitrógeno en el suelo (Scherkel, 1969) y (Kobo, 1964).

La capacidad de intercambio catiónico total, en este tipo de suelos se presenta una alta capacidad de intercambio catiónico total, Aguilera (1965) la cual varía de 15 a 60 mq/100 gr y 30 a 60 mq/100 gr. según Kobo (1964), para el horizonte superficial, estos valores se deben al alto contenido de humus y alofano en el horizonte.

La fracción arcillosa con dominancia de alofano tiene una alta capacidad de intercambio catiónico Wright (1964), (Birrel y Fieldes, 1952).

El porcentaje de materia orgánica es alto en su parte superficial, estos valores se deben al alto contenido de nitrógeno en forma estable de 0.2 a 0.7 %.

El alto contenido de materia orgánica favorece la retención de nutrimentos, favorece y mejora la estructura de los suelos, ayuda a mantener cierta humedad.

La gran cantidad de materia orgánica se debe también la fertilidad y alta capacidad de retención de agua de estos suelos, el clima húmedo templado, bajo el cual abundan los andosoles, permite una descomposición lenta de materia orgánica y el abundante crecimiento vegetativo.

El contenido de nitrógeno en los suelos derivados de cent-

zas volcánicas, es moderadamente alto debido a la estabilidad de la materia orgánica, los andosoles tienen poco nitrógeno disponible para los cultivos, Birrel (1964).

La relación C/N es alta para los andosoles, el promedio para los horizontes varía de 14,17 y 3 para A, B y C respectivamente, la relación C/N es mayor en el sub-suelo que en el suelo, lo cual puede deberse a la presencia de suelos enterrados o a la alta fijación de la materia orgánica por los minerales amorfos del sub-suelo. Además los altos valores para la relación C/N, están generalmente asociados con niveles altos de materia orgánica poco descompuesta, según Martini (1969).

MINERALOGIA

La mineralogía de los suelos derivados de cenizas volcánicas se encuentra rica en minerales piromagnesianos principalmente piroxenas, cuarzo, plagioclasas, vidrio volcánico, piroxenas, micas, feldespatos, hornblenda, magnetita; las cenizas al intemperizarse forma haloisita, el alofano y otros minerales amorfos. Estos minerales se pueden localizar en las capas profundas de los perfiles o en las capas superiores si se trata de suelos juvenes, o bien por contaminaciones de recientes emisiones volcánicas que alteran el perfil (Aguilera, 1969).

La mineralogía depende de la clase de cenizas ya sea de basalto, andesita o riolita así como del material dominante en las cenizas.

La fracción arena fina de (2 mm - 50) , contiene minerales claros y propios de suelos no volcánicos.

En la fracción limosa (50 - 2) , esta constituida por materiales primarios, principalmente las plagioclasas, vidrios

volcánicos, como material secundario presenta un elevado contenido de alofano, resultado de coagulación o cementación de una matriz férrica amorfa o de componentes orgánicos. (Besoin, 1968), en esta matriz pseudomórfica presenta con frecuencia, gibsitita y óxidos de hierro y varios silicatos que tienden a acumularse en la fracción de limo fino (Besoin, 1969).

Aparentemente, el alofano es el producto de la coprecipitación de las gelatinas de silicio y aluminio ($n\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), o formación directa a partir de vidrios y feldespatos de sordenados.

En el caso de los andosoles esta reacción se justifica por la presencia de vidrios volcánicos que a su vez determinan la relación en que se encuentra el silicio y el aluminio generalmente entre 1 y 2, y el estado mineralógico.

La fracción arcilla (2), es el producto del intemperismo que actúa sobre los minerales primarios, originando minerales secundarios de los cuales esta constituida principalmente y algunos primarios como: cristobalita, cuarzo, feldespatos, (Besoin, 1969).

Los minerales secundarios amorfos estan principalmente el alofano ya que es el más abundante y predomina dentro de la fracción arcillosa de los andosoles.

Los minerales secundarios se forman por la intemperización de las cenizas volcánicas en condiciones de buen drenaje y humedad. En los suelos juvenes predomina el alofano, en los maduros, la haloisita/ metahaloisita.

En un tipo de clima húmedo, con buenas condiciones de drenaje, la intemperización de las cenizas volcánicas desarrolla con el tiempo, casi invariablemente, una serie mineralógica

que comienza con el alofano y concluye con caolinoides. (Deso_u
in, 1969), formandose el alofano a través de varios mecanismos
en el suelo, resultando el alofano B? AB y A, después la halo_i
sita/metahaloisita, y existe una tendencia natural a formar
caolinita.

4 . DESCRIPCION GENERAL DE LA ZONA

4.1 Localización

El área de estudio se localiza en la porción Noreste del estado de Puebla, y comprende las fincas cafetaleras, Torreci-llas, Mecatepec y Canoas pertenecientes al municipio de Hueyta malco, área que se encuentra comprendida en la cuenca cafetalera de Tlapacoyan Veracruz.

Se encuentra situada geográficamente entre los paralelos $19^{\circ} 53'$ y $20^{\circ} 09'$ de latitud Norte y entre los meridianos $97^{\circ} 16'$ y $97^{\circ} 26'$ longitud Oeste.

La latitud, de la zona estudiada varía de 250 m a 1670 me-tros sobre el nivel del mar.

Forma parte de la provincia fisiográfica denominada Sie-rra Madre Oriental, presentando un relieve que varía desde lo-merios muy leves hasta grandes montañas con pendientes muy es-carpadas.

4.2 Fisiografía

El relieve irregular del Estado obedece a fenómenos de origen tectónico y orogénico, que se han presentado, quedando al norte y al este limitado por la Sierra Madre Oriental, al sur la parte norte de la Mixteca Baja, al Oeste por la Sierra Nevada, la región volcánica de la Malinche en los límites con Tlaxcala.

Provincia de la Sierra Norte de Puebla, que esta limitada al norte, por la región del declive del Golfo, al sur por la

región de los llanos de San Juan, al Este por el Estado de Veracruz, al Oeste por el Estado de Hidalgo y al Suroeste por el Estado de Tlaxcala.

Esta región comprende casi totalmente toda la Sierra Norte del Estado, desde Huauchinango hasta Teziutlán, limitando la llanura costera del Golfo de México, formando las serranías de Teztlán Tlatlaquitepec, Zacapoaxtla, Tetela, Chignahuapan, Zacatlán.

Esta sierra está formada por las sierras más o menos individuales, paralelas, comprimidas las unas contra las otras y como resultado de intensos plegamientos y afallamientos o de movimientos más complejos.

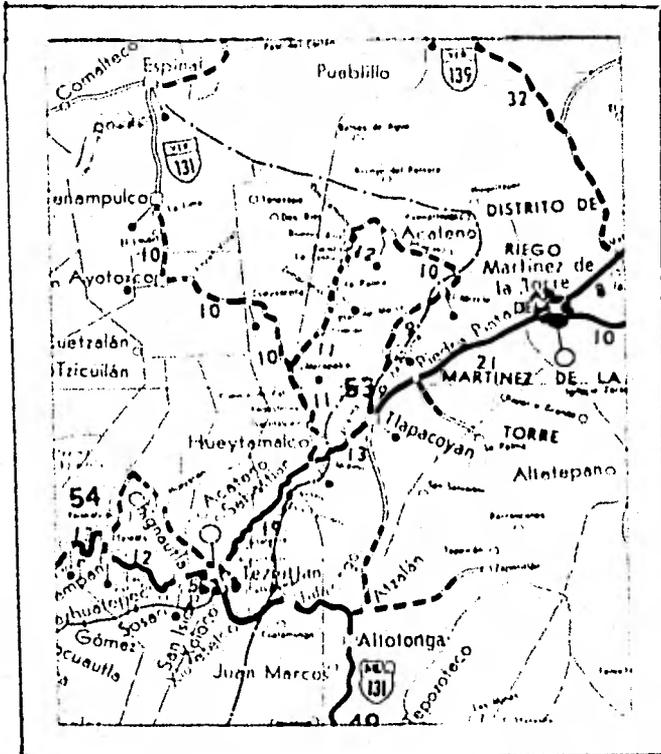
Son frecuentes las fallas de empuje escalonadas, así como los largos anticlinales separados por sinclinales más o menos afallados. (Fuentes 1972).

La parte Oriental del Estado está formada por la Sierra de Quimixtlán, Sierra Negra, Sierra de Zongolica y la Sierra de Amuxco, destacándose entre la Sierra de Quimixtlán y la Sierra Negra de Orizaba, que forma parte del límite entre Puebla y Veracruz.

Al occidente la Sierra Nevada que forma parte del Sistema volcánico transversal, de norte a sur se localizan sus volcanes principales: el Tlaloc, de 4,190 m.s.n.m., el Pelapón, de 3,115 m.s.n.m., y el Popocatepetl con 5,452 m.s.n.m.

Las elevaciones más importantes del Estado de Puebla son: el Cerro de Orizaba o Citlaltepetl, con una altitud de 5,747 m. Este está formado por andesita e hiperstena, observándose en algunas partes obsidiana negra.

LOCALIZACION



El popocatepétl, tiene una altitud de 5,452 m. es el volcán más joven de la Sierra Nevada, tiene una forma de un cono interrumpido por un pico en el lado Noroeste Fico mayor; y otro más pequeño por el lado Suroeste Malinzo del Diablo, está formado por andesita e hiperstena.

Se une al Itzacihuatl por medio del llano de pelagallinas y los cerros de las Linas y Venacho.

El Cerro Apatlaco se encuentra dentro de los pies del Itzacihuatl, presenta una altura máxima de 3,386m, tuvo su origen a fines del mioceno, está formado por lava andesítica de hornblenda e hiperstena sobre un núcleo de dacitas. (18).

La Malinche o Matlalcoyatl, es un volcán apagado con una altitud de 4,461 m.s.n.m.

Cerro Negro, es la contraparte del Pico de Crizaba en la Sierra Oriental, tiene una altura de 3,588 m.s.n.m.

Cerro Chinteéc, se encuentra en el municipio de Teziutlán se eleva a 3,065 m.s.n.m.

Peñon del Rosario se encuentra en el límite con el estado de Tlaxcala, tiene una elevación de 3,217 m.s.n.m.

Cerro Vigia Alto, se encuentra en el municipio de Teziutlán. se eleva a 3,065 m.s.n.m.

Cerro Chichintepc, este cerro presenta una altitud de 3 180 m.s.n.m. y destaca sobre el valle de Tehuacán

La Sierra Coltepec, la Sierra de Forno; La prolongación de la sierra Madre Oriental que forma, en la Sierra Norte, las sierras de Peritlán, la Tlanquitepec, Zacapoaxtla, Tetela, Chignahuapan, Zacatlán y Huauchinango.

El segundo sistema orográfico lo forma la Sierra Ne-

vada y limita al estado por el Occidente.

Al sur del Estado se localiza el tercer sistema orográfico llamado Mixteca Baja.

Respecto al área de estudio podemos decir está comprendida en la provincia Pisiográfica de la Sierra Madre Oriental, en la subprovincia de las Sierras Bajas, su altitud máxima en esta formación es de 2,000 m, aproximadamente. Esta área se encuentra como zonas de lomeríos y Valles, y sus partes transicionales hacia la Sierra Alta, son graduales. (34)

La provincia de la Sierra de Chincoquiaco- Teziutlán está formada por el levantamiento de Teziutlán y se orienta aproximadamente de Oeste a Este, en casi una continuación del flanco sur del macizo de Teziutlán. Es esencialmente volcánicos, tanto en corrientes lávicas como en masas de rocas efusivas y materiales piroclásticos principalmente conglomerados, tobas y cenizas, dejando como resultado agudas crestas y profundas barrancas donde corrientes turbulentas se deslizan en pendientes rápidas y cascadas de consideración, quedando en el fondo de las barrancas desde las rocas más antiguas del Mesozóico hasta las del terciario.

En las zonas marginales de la Sierra la elevación va disminuyendo paulatinamente hasta formar superficies más o menos onduladas y terrazas escalonadas alrededor de la Sierra, en su transición hacia las planicies costeras, sobresaliendo esporádicamente elevaciones mayores, debido a antiguos cuellos o aparatos volcánicos y algunos vestigios de corrientes de lava, en forma de amplias mesetas, con ligera inclinación, dominante siempre hacia la costa del Golfo de México (perteneciente a la subprovincia de Sierras Altas y consiste de rocas sedimentari-

as Jurásicas y Cretásicas, principalmente calizas plegadas, formando anticlinales y sinclinales abruptos y esculpidos). (18).

4,3 HIDROGRAFIA

En el estado de Puebla existen dos principales vertientes hidrográficas, la vertiente septentrional y la meridional.

La septentrional, formada por las distintas cuencas parciales de los ríos que desembocan en el Golfo de México como Pantepec (Tuxpan), San Marcos (Cazones), Necaxa (Tecolutla), afluentes del Necaxa: el Laxaralpa, el Apulco y otros, de la Cuenca del Papaloapan.

La Meridional o del río Tehuacán que también desemboca en el Golfo, sus afluentes del río Salado y de la pequeña corriente de San Gabriel Chilas se une al río Tomellín y juntos cortan la Sierra de Zongolica, penetrando al Estado de Veracruz con el nombre de Papaloapan. (Fuentes, 1972). Existe una tercera vertiente, que es la del río Atoyac, que desemboca en el Océano Pacífico por medio de la cuenca del río Balsas.

Los ríos Vinazco y Pantepec, riegan la región de Huauchinango, el segundo forma parte de límites del Estado de Hidalgo atraviesa la entidad de Puebla y penetra a Veracruz con el nombre de río Tuxpan, que vierte su caudal sobre el Golfo de México.

En el Estado de Hidalgo, de la Sierra de Pahuatlán se desprende el río San Marcos, el cual recibe numerosas afluentes que aumentan su caudal, y penetra a Veracruz.

Al sur de Huauchinango, nace con el nombre de Totolapa el río Necaxa, que corre entre abruptas montañas y se precipita despeñándose hasta el fondo de profundas barrancas, formando las cascadas llamadas: Salto Chico y Salto Grande, que son aprovechadas en la generación de energía eléctrica para surtir principalmente al Distrito Federal.

Se encuentra a su paso las presas de la laguna, Necaxa y Tenango que se alimentan con sus aguas, recogiendo el caudal de pequeños afluentes y despues corrientes caudalosas del Zempoala, Apulco, Tlatlahuqui y Laxaxalpan; con el caudal de estos ríos, el Necaxa sigue por el territorio veracruzano, en donde recibe el río Tecolutla, que desemboca en la barra de Tecolutla.

En la Sierra Norte también existen gran cantidad de ríos secundarios y arroyos; entre los más importantes tenemos de Oeste a Este: el Hondo, el Blanco, el San Andres, el de Baños, el Ajajalpan, el Tenayuca, el Chignahuapan, y otros.

La hidrografía del Estado se complementa con los depósitos lacustres y los manantiales existentes.

Las lagunas de San Felipe Xochiltepec y de Epatlán en Izúcar Matamoros; la de Chignahuapan; los jagueyes de Chiapulco Anzures y San Baltazar en el Valle de Puebla; las lagunas Aljofouca; Alchihhica, Freciosa y Tecuitlapán en los llanos de San Juan, son todos ejemplos de depósitos lacustres.

En el estado existen bastantes manantiales, los más famosos son los de San Lorenzo, el Riego, Garci.Crespo y otros, en Tehuacán (Carrasco, 1930). También existen los manantiales termales sulfurosos, a los cuales se les atribuye propiedades cu-

rativas. De estos, los más nombrados son los de Villa Juárez y Tlapehuala en Huachinango; las de Jicolapa y Tomatlán en Zacatlán, los de Tlacomulco y Quetzalpan en Chignahuapan (Maderey-1967).

La zona de estudio se encuentra irrigada por ríos que pertenecen a la cuenca norte, la cual está integrada por más ríos que caracterizan, por ser jóvenes, impetuosos y con gran cantidad de caídas o saltos; dentro de éstos, los más importantes son los que pertenecen a la región Hidrológica Tuxpan - Nautla que se localiza en la parte central de la vertiente directa al mar de la Sierra Madre Oriental, cubre además una porción importante del estado de Puebla y áreas menores de los Estados de Hidalgo y Tlaxcala. Las principales corrientes que incluye son: Los ríos Tuxpan y Cazones, los arroyos Fuente de Piedras y Boca Eumendio, los ríos Tenistepec, Tecolutla, Nautla, Colipa, Jochique, Flataner, río Santa Ana y Barranca Hernández. (18).

4.4 GEOLOGIA

En el estado de Puebla se encuentra una gran diversidad de rocas que pertenecen a casi todas las **éras** geológicas.

La era Azoica esta representada hacia el sur del Estado, en donde se han encontrado rocas constituidas principalmente por granitos, gneiss y esquistos. Estas rocas, en su mayoría demuestran la existencia de un metamorfismo intenso que afecta a toda esta región y constituyen el denominado masizo arcaico, constituido por las rocas más antiguas del país y se localiza en gran parte del Estado de Oaxaca, Este y Noroeste del Estado de Guerrero y Sur de Puebla.

Las formaciones azoicas se encuentran en algunos puntos a travezados por intrusiones de granito de grandes elementos.

Las formaciones mesozoicas del Estado de Puebla, pertenecen a los períodos: Triásico, Jurásico y Cretásico. Los períodos triásico y Jurásico se encuentran poco representados, pero en cambio el último, está bastante desarrollado.

Las rocas del Jurásico que se encuentran en esta zona, son por lo general poco coherentes, fácilmente deleznales e imperfectamente apizarradas, y están representadas por las series del Jurásico superior e inferior. Las rocas del Jurásico inferior son pizarras arcillosas y micáceas. La serie básica esta representada en la serranía de Huauchinango de la Sierra Norte, por las plantas fósiles del género Otozamites principalmente. El jurásico superior se compone de calizas y pizarras y se localiza en el Sur de la Sierra Norte.

Las formaciones Cretásicas consisten esencialmente en ca-

lizas compactas, con fósiles poco abundantes y esquistos calcáreos y calcáreo arcillosos, sin fósiles, que alternan con conglomerados también desprovistos de fósiles.

El cretácico inferior está constituido por pizarras arcillosas de color gris, pizarras margosas y esféricas amarillentas, areniscas calcáreas verdes y margas con abundante arenisca, también verdes. Este está perfectamente caracterizada en la Sierra de Mongolica y contiene equinodermos, corales, esponjas espinosas, lamelibranquios, gasteropodos y cefalópodos.

La serie mesocretácica consiste en calizas compactas, de color blanquesino sucio generalmente, gris ceniciento, azulado o negrusco, algunas acompañadas de nódulos de pedernal. En la Sierra de Amozoc, Sierra Madre Oriental, Sierra de Zacapoaxtla Zapotitlán, de Tenzo y de Saltepec.

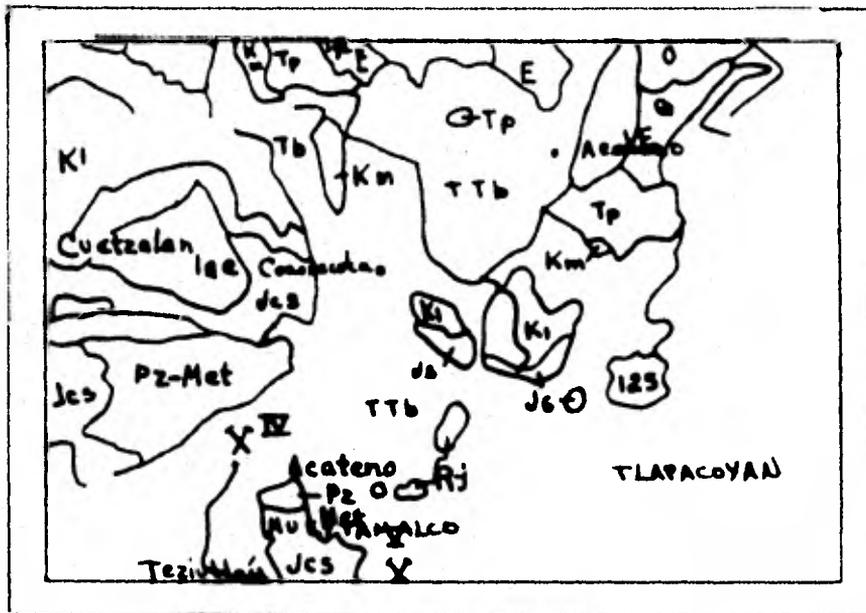
Las formaciones se encuentran representando al Cretácico superior son de capas delgadas y de corta extensión, compuestas por calizas grises, dispuestas en lechos delgados, sin pedernal y con intercalaciones de pizarras calcáreas, arcillosas y margosas.

Durante el Cenozoico, fenómenos volcánicos importantes afectaron la región, puede decirse que en la parte situada al norte del paralelo 20° N, los fenómenos de intrusión fueron más frecuentes que los eruptivos, y al sur del mismo paralelo estos últimos tienen una importancia excepcional. Las intrusiones muy numerosas, no tuvieron caracteres batolíticos, sino que se manifiestan en filones, diques y lacolitos.

Entre los paralelos 19° y 20° N, grandes cantidades de material volcánico cubren la Sierra Madre Oriental. A consecuen-

MAPA GEOLOGICO

30



- JCS BATONIANO
- JS TITHONIANO-OXFORDIANO
- Iga CENOZOICO-Igneo Extrusivo
- TTb TERCARIO-Tobas indiferenciadas
- Tb Tobas, ignimbritas y cenizas volcánicas alteradas
- Pz Met-Paleozoico Esquistos y filitas
- Km CRETACICO MAESTRICHTIANO
- Ki CRETACICO MEDIO ALBIACO-CENONIANO

cia del desarrollo de diversas fracturas, sobre la parte más elevada de las calizas plegadas se formaron algunos conos ande síticos.

El terciario está representado por rocas sedimentarias como conglomerados brechas y tobas volcánicas, margas con arenisca y yesíferas, y las rocas ígneas son efusivas que ocupan con siderables extensiones superficiales.

La actividad volcánica durante el terciario fue de larga duración y gran energía. hacia el sur del estado, formó colinas de carácter eruptivo, pero sus manifestaciones son aisladas en cambio en la región central, por todas partes se encuentran vestigios de ellas.

En esta región, las tobas y las cenizas ocupan extensiones considerables.

En la zona noreste del área de estudio se encuentra representado el Paleoceno por el grupo Chicontepec el cual se encuentra desde Tancanhutic, San Luis Potosí hasta Teziutlán. Fue en una franja de 250 Km de longitud paralela a los pliegues frontales de la Sierra Madre Oriental (8).

Esta formación está compuesta predominantemente por arenizas de color gris obscuro con intercalaciones de margas arenosas de color más obscuro en bandas delgadas, una serie alterna de capas de areniscas calcáreas y lutitas y margas de aguas poco profundas.

El área de estudio se caracteriza por ser un área de intensa actividad volcánica correspondiente a fines del Mesozoico (Cretácico inferior) y al terciario (Paleoceno y Eoceno).

En la parte noroeste de Hueytamalco cerca del poblado se encuentra un afloramiento de calizas que corresponden al Cretácico, actualmente este afloramiento se explota como un banco de materiales y calera.

En la región de Coaxacota se encuentran formaciones sedimentarias correspondientes al paleoceno los cuales debido a las condiciones climáticas han perdido sus características morfológicas.

Por lo que en la zona de estudio se encuentran dominando los materiales sedimentarios e ígneos.

4.5 CLIMA

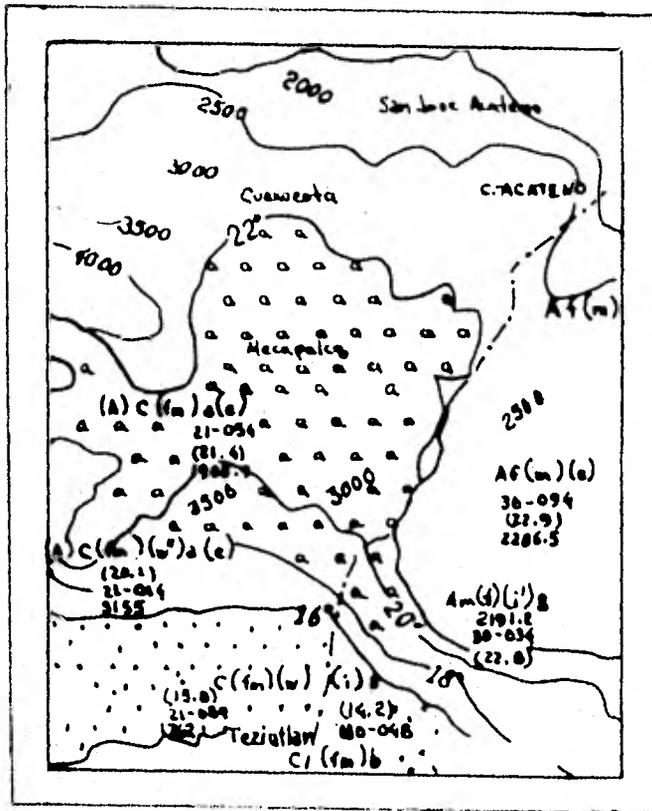
El clima es uno de los factores que va a determinar la formación de un suelo, el clima esta determinado por varios factores: temperatura (Isotermas), precipitación.

La zona de estudio comprende dos tipos de climas semicálidos (8), son los más cálidos de los templados C, presentan una temperatura promedio anual mayor de 18°C, pero superior a -3°C La temperatura promedio del mes más caliente es superior a los 22°C. Presentan lluvias durante todo el año, uniformemente repartidas, es decir sin estación seca bien definida. El porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual es menor de 18°C Los veranos son cálidos y los inviernos benignos (20).

El clima (A) C (fm) (W'') a (E) se caracteriza por presentar dos máximos de lluvia separada por dos estaciones secas: una larga en la mitad fría del año y la otra corta en la mitad de la temporada lluviosa.

Este tipo de clima se presenta en la parte norte de la zo

MAPA CLIMATICO



a (A) C (fm) a (e)

⋯ C (fm) (w) (i)

na de estudio.

El Afm es el clima cálido-húmedo con lluvias todo el año con precipitación del mes más seco mayor de 60 mm, el porcentaje de lluvia invernal con respecto a la anual de menos de 18 %.

En esta zona se presenta una temperatura media anual de 22.9°C, la precipitación anual es de 99.8 mm, el porcentaje de lluvia invernal es de 11.77, con régimen de lluvias intermedio la precipitación anual es de 2,286 mm.

En la parte sur del área presenta clima (A) C f (m) W' a- (i)g, el cual se caracteriza por tener una temperatura media anual de 21.3°C es un clima templado o semicálido, ya que la temperatura media anual es mayor de 18°C, tiene un cociente de precipitación térmica o invernal menor de 18%, presenta poca oscilación térmica. La precipitación anual es de 3,657.10 mm, se presenta por lo tanto un clima semicálido.

El clima de la zona de estudio fué tomada de acuerdo a la clasificación de clima elaborada por Köpen y modificada por García.

4.6 SUELOS

El suelo es uno de los recursos naturales, que determinan en gran medida, la riqueza de un lugar, siempre y cuando se le dé un buen manejo y uso adecuado. Pero para lograr esto se necesita realizar una serie de investigaciones que nos ayuden a conocer las características de los suelos y así poderlos usar adecuadamente.

En el estado de Puebla se encuentra una gran variedad de suelos.

Según el mapa de suelos de la República Mexicana elaborado por Aguilera en 1977, en el Estado de Puebla existen los siguientes grandes grupos de suelos: Litosol, Regosol, Derivados de cenizas volcánicas, Oxisoles (lateríticos), Aridisol, Rendzinas grises, rojas y negras, Xerorendzinas y Vertisoles.

Según este mismo mapa, en nuestra área de estudio encontramos como suelos dominantes, a los suelos derivados de cenizas volcánicas.

El principal uso que se le da a el suelo del área de estudio es el uso agrícola con cultivos perennes, siendo los principales el café y el destinado a la ganadería.

4.7 VEGETACION

El suelo y el clima son los factores principales que en conjunto, determinan la existencia de una vegetación natural, característica.

El área de estudio es un cafetal, con árboles de sombra del género Inga, y la vegetación que se observa en esta zona es el Bosque Caducifolio, el cual está constituido por árboles que pierden sus hojas en mayor o menor proporción durante el invierno.

La clase más difundida, es el bosque de Liquidámbar, que con otros árboles esta formando bosques mixtos de liquidámbar y encinos o los de liquidámbar con elementos de bosque bajo perrenifolio.

En las grandes zonas de montañas al Noroeste de Puebla y Noroeste de Veracruz la neblina es característica recibiendo la vegetación de esta zona el nombre de "bosque de niebla", con un promedio de 20 días de neblina. Siendo evidente la mayor humedad y menor la iluminación, estos dos factores se relacionan con la flora tan característica de estos lugares.

En este encontramos como formas de vida a las epífitas, se encuentran en abundancia las Orquidáceas y Bromeliáceas, los helechos arbóreos son característicos de este tipo de vegetación que se presenta en la zona sur del área de estudio.

La mayoría de los sitios de muestreo se encuentran cultivados con café.

En el estado de Puebla se cultivan las especies Coffea arabica, en sus variedades Typica, Bourbon, Caturra, siendo las más productivas la Caturra y Bourbon, y las más resistentes a las plagas Caturra y de tallo más frágil Bourbon.

En el bosque de Liquidambar styraciflua los árboles más comunes que se presentan son: Samanea mexicana; Etila thalictroides mexicana; Prinus samydoidea; Turpinia insignis; Viburnum acutifolium; Nyssa sylvatica; Phoebe helicterifolia; Alchornea latifolia; Bumelia mexicana; las especies dominantes son: Liquidambar styraciflua; Nyssa sylvatica; Carpinus caroliniana; Tilia mexicana; Ternstroemia pringlei; Fagus mexicana; Cetra virginiana; Creopanax xalapensis; Bocconia arborea; Cornus disciflora; Myrica mexicana; y los géneros: Meliosoma sp; Engelhard sp; Podocarpus sp; Weinmannia sp. (35)

5.1 CAMIO

Para la realización del presente trabajo, se colectaron 149 muestras de suelo correspondientes a ocho perfiles de suelos cultivados con café.

Los sitios de muestreo fueron escogidos con base a productividad, color del suelo, relación con otros cultivos, la topografía y la altitud.

Los perfiles fueron: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16. 17. 18. 19. 20. 21. 22. 23. 24. 25. 26. 27. 28. 29. 30. 31. 32. 33. 34. 35. 36. 37. 38. 39. 40. 41. 42. 43. 44. 45. 46. 47. 48. 49. 50. 51. 52. 53. 54. 55. 56. 57. 58. 59. 60. 61. 62. 63. 64. 65. 66. 67. 68. 69. 70. 71. 72. 73. 74. 75. 76. 77. 78. 79. 80. 81. 82. 83. 84. 85. 86. 87. 88. 89. 90. 91. 92. 93. 94. 95. 96. 97. 98. 99. 100. 101. 102. 103. 104. 105. 106. 107. 108. 109. 110. 111. 112. 113. 114. 115. 116. 117. 118. 119. 120. 121. 122. 123. 124. 125. 126. 127. 128. 129. 130. 131. 132. 133. 134. 135. 136. 137. 138. 139. 140. 141. 142. 143. 144. 145. 146. 147. 148. 149.

Finca Tarrecillo (tres perfiles), Finca Mesatepec (un perfil), Finca Canana (cuatro perfiles).

Las dimensiones de los perfiles fueron de dos metros de profundidad en seis de los perfiles, en los otros dos fue de 1 90 y 110 cm. respectivamente, ya que se encontró a esa profundidad material parental. Se colectó cada diez centímetros en cada uno de los perfiles. La cantidad aproximada de suelo por muestra fue de 2 Kg. Obteniéndose un total de 149 muestras colectadas.

Posteriormente las muestras de suelo fueron secadas al aire tomando las debidas precauciones para evitar la contaminación de éstas, una vez secas se tamizaron para lo cual se empleó un tamíz de 2 mm. de abertura, para evitar el paso de gravas y de algunos agregados mayores. Las muestras se guardaron

en bolsas de polietileno para posteriormente determinar sus propiedades fisicoquímicas, mediante el uso de diversos métodos o técnicas cualitativas y cuantitativas.

5.2 LABORATORIO

5.2.1 Análisis Físicos

- a Color en seco y húmedo se determinó por comparación con las Tablas Munsell de color (1954).
- b Densidad aparente se determinó por el método de la probeta.
- c Densidad real por el método del picnómetro.
- d Textura se determinó por el método de Bouyoucos (1962)

5.2.2 Análisis Químicos

- a pH se determinó en un potenciómetro, Beckman Zeromatic, usando una relación suelo-agua destilada 1:2.5 y una relación suelo-KCl 1N pH 7 de 1:2.5.
- b Materia orgánica se obtuvo por el método de Walkley y Black modificado por Walkley (1947).
- c Capacidad de Intercambio Cationico Total se determinó por el método de centrifugación, saturando con CaCl_2 1N pH 7, y lavando con alcohol etílico y eluyendo con NaCl 1N pH 7, se titula con versenato 0.02 N (Jackson) (1964).

a Cationes Intercambiables

- d.1, d.2 Calcio y Magnesio se determinaron por el método de centrifugación, utilizando acetato de amonio 1N pH 7, el calcio y el magnesio eluidos se determinaron por el método

del versenato.

d.3 Potasio por flamometría, utilizando acetato de amonio 1N pH 7, para la extracción por agitación, para su determinación se empleó un flamómetro Coleman Junior. (Black,- 1965).

e Nutrimientos

e.1 Nitratos se determinó por el método colorimétrico del ácido fenoldisulfónico (Jackson) (1964).

f Amorfos

f.1 Alofano se determinó por el método (semi-cuantitativo) de Fieldes y Ferrot (1966), utilizando NaP 1N y fenoftaleína como indicador.

6 RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos y la gráfica correspondiente a cada perfil se muestran en las páginas subsiguientes a la descripción.

En la finca Torrecillas, se encuentra localizada a 20 Km de Hueytamalco a una altitud de 500 m.s.n.m; se hicieron 2 perfiles, el primero de ellos T_1 se hizo en una pequeña ladera que presenta un 37 % de pendiente, en ésta finca se cultiva café y los árboles de sombra son cítricos (extrangeriana), en este se tomaron muestras hasta una profundidad de 110 cm, ya que a esa profundidad se presente material parental.

El perfil presenta un solo horizonte el A y sus subhorizontes A_{10p} , A_{12p} , A_2 , A_1 .

El subhorizonte A_{10p} se encuentra representado a una profundidad de 0 - 30 cm. presenta color gris rojizo obscuro, 4/2 5YR en seco, en húmedo 3/2 5YR, las tonalidades oscuras son debidas al contenido de materia orgánica, la cual se presenta en un 3.11 %.

La textura muestra cantidades semejantes en arena, limo y arcilla. El pH es extremadamente ácido 3.9-4.4 en agua y en solución salina es extremadamente ácido. La capacidad de intercambio catiónico total es de 14 mg/100 gr. este es por lo tanto bajo. Los contenidos de aléano son bajos. Las bases intercambiables presentan valores de 5 mg/100 gr. para el calcio, en el magnesio de 3,2 mg/100 gr.

El subhorizonte A_{12p} se encuentra de 30 - 50 cm de profundidad, presenta coloraciones más claras, rojas amarillentas 4/6 y 5/8 5YR, en húmedo se presentan las mismas tonalidades. La materia orgánica se encuentra en un 3.14 y 3.9 %. La textura es arcillosa. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 14 mq/100 gr. El pH es fuertemente ácido 4.3 - 4.4 en agua y en KCl es extremadamente ácido 3.3 - 3.4. El contenido de alofano es bajo.

En el subhorizonte A_2 se presenta de 50 - 80 cm de profundidad, presenta tonalidades rojas amarillentas en seco 5/6 5YR. El contenido de materia orgánica es bajo 0.69 - 0.20 %. La textura es arcillosa. El pH es fuertemente ácido 4.3 - 4.5 en agua y en KCl es extremadamente ácido 3.3 - 3.5. La capacidad de intercambio de cationes es baja 9.0 mq/100 gr. El contenido de alofano es medio y moderado.

El subhorizonte A_1 se encuentra representado de 80 - 110 cm de profundidad, presenta color rojo amarillento 5/6 5YR en seco y húmedo. Los valores del porcentaje de materia orgánica son de 0.2 %. La textura es franco arcillosa y franca. El pH en agua destilada es fuertemente ácido 4.4, en KCl es extremadamente ácido 3.5. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 5 y 5.2 mq/100gr. El contenido de alofano es medio y moderado.

Los resultados de densidad aparente varían heterogéneamente en todo el perfil de 0.80 - 0.96 g/cc

La densidad real varía de 2.27 - 2.39 g/cc

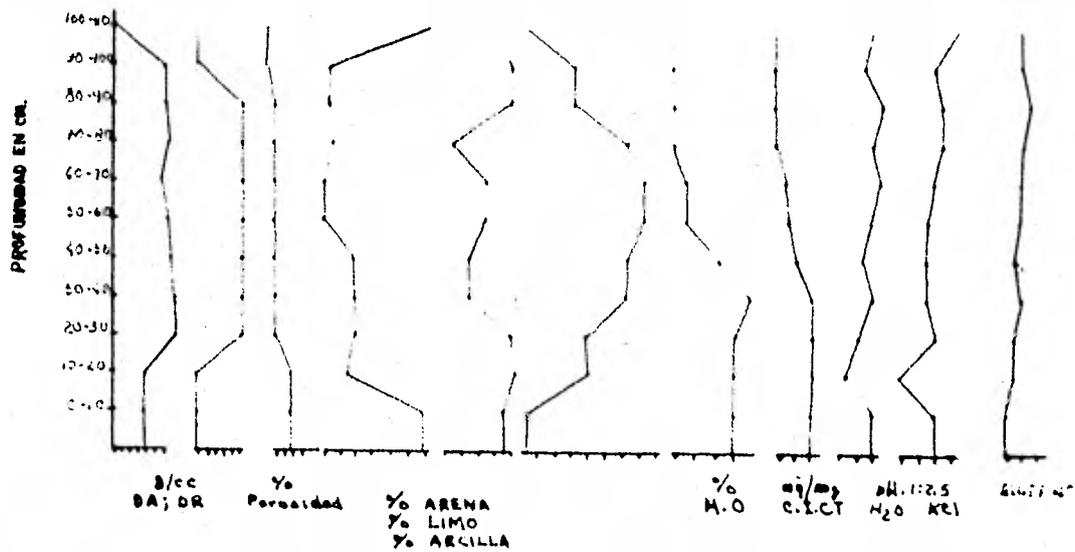
El porcentaje de porosidad presenta valores muy semejan-

tes en todo el perfil; en general se observa una disminución en los valores de materia orgánica, calcio y magnesio conforme aumenta la profundidad del perfil.

TABLA DE RESULTADOS FISICO-QUIMICOS
FINCA CAFETALERA TORREBOLLAS PERFIL T₁

PROF. (cm)	COLOR		DENSIDAD		POROSIDAD %	TEXTURA			CLA-SIF.	M.O %	p.H		C.I. C.T.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	N-NO ₃	POSP.	ALOV		
	seco	húmedo	ap. g/cc	real g/cc		aren. %	l. %	arc. %			H ₂ O 2:1	REL 1:2.5								mg/100g	
0 - 10	4/2	5YR	3/2	5YR	.88	2.27	61	50	34	16	fran.	3.11	4.4	3.4	13.4	5	3	4.9	2	.2	-
10 - 20	4/2	"	3/2	"	.88	2.27	61	34	37	31	fran.	3.14	3.9	3.0	14.0	5	2	4.2	2	.2	X
20 - 30	4/2	"	3/2	"	.96	2.30	59	34	36	30	fran. arc.	3.14	4.2	2.8	14.0	5	2	4.2	1	.2	X
30 - 40	4/6	"	4/4	"	.96	2.38	59	34	26	40	arc.	3.9	4.4	3.3	14.0	5	2	4.9	1	.2	XX
40 - 50	5/0	"	4/6	"	.95	2.38	59	34	26	40	fran.	2.2	4.3	3.3	9.3	2	2	4.2	1	.1	X
50 - 60	5/6	"	4/6	"	.95	2.38	59	26	30	44	arc.	0.6	4.4	3.3	8.0	2	2	2.6	1	.04	XX
60 - 70	5/6	"	4/6	"	.92	2.38	59	26	30	44	arc.	0.6	4.5	3.4	7.5	2	2	2.6	-	-	XX
70 - 80	5/6	"	4/6	"	.95	2.38	59	28	22	40	arc.	0.2	4.4	3.5	5.2	1	2	1.6	-	-	XX
80 - 90	5/6	"	4/6	"	.94	2.38	59	37	36	27	fran.	0.2	4.5	3.5	5.2	1	1	1.5	-	-	XX
90 - 100	5/6	"	4/6	"	.93	2.27	50	37	30	27	arc.	0.2	4.3	3.4	5.0	1	1	1.5	-	-	XI
100-110	5/8	"	4/6	"	.80	2.27	61	51	33	16	fran.	0.2	4.4	3.7	5.0	1	1	1.5	-	-	XX

Perfil T₁



El perfil T₂ se hizo en una finca cafetalera, la cuál se encuentra localizada a 7,400 m de Resistencia, tiene una pendiente de 35 % y una altitud de 1520 m.s.n.m.

En este se encuentra un perfil enterrado.

En el perfil se presentan los horizontes A y C, y los subhorizontes A_{0p}, A₁₀, A₂, C₁.

El subhorizonte A_{0p} se encuentra representado de 0 - 20 cm de profundidad. El color es pardo rojizo obscuro 2.5/2 5YR y negro 2.5/1 5YR en seco, en húmedo se presentan negros 3-1 5YR, El contenido de materia orgánica es de 11.2 % y 10.35 %, la cuál nos presenta valores altos. La textura es Franco arenoso. La capacidad de intercambio catiónico presenta valores medios de 24 y 23.5 mg/100 gr. El pH en agua presenta una acidez que va de media a muy débil 5.4 - 6.2 y en KCl de fuertemente ácidos a medianamente ácidos 4.5 - 5. El contenido de alofano es alto.

El subhorizonte A₁₀ se encuentra de 20 - 40 cm. de profundidad. El color varía de negro a pardo rojizo obscuro 2.5/1 5YR a 3.5/2 5YR en seco en húmedo es negro 3/1 5YR. El porcentaje de materia orgánica es medio y varía de 6.03 % a 5.17 %. La textura presenta valores de franco arenoso. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 11.7 y 11.5 mg/100 gr. El pH en agua destilada presenta una acidez muy débil 6.5 - 6.7, en KCl es medianamente ácido 5.5 - 5.7. El contenido de alofano es medio.

El subhorizonte A₂ se presenta de 40 - 70 cm de profundidad. Tiene una coloración de pardo rojizo, obscuro 2.5/2 5YR

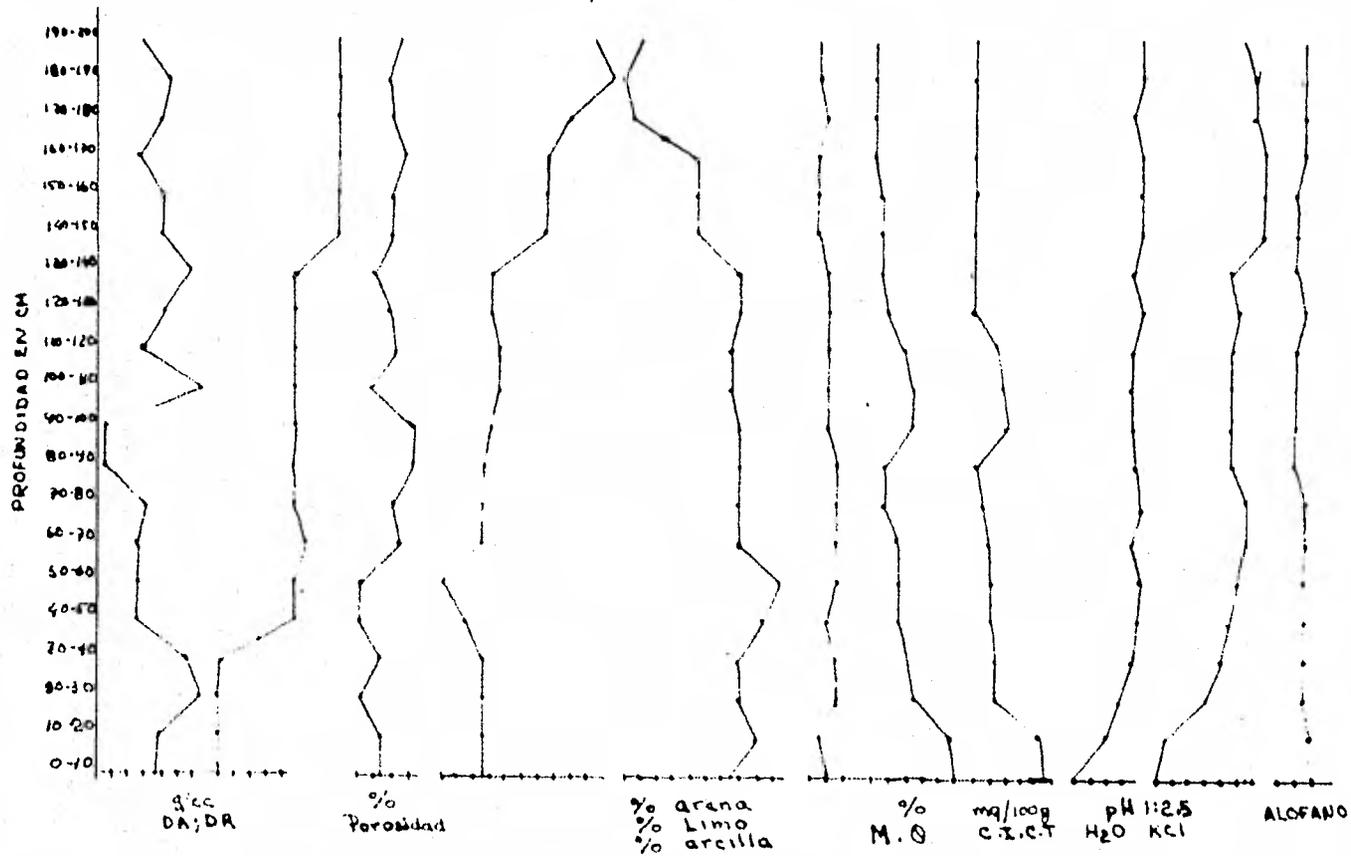
ca es bajo 3.4 a 2.1 %. La capacidad de intercambio catiónico⁴⁶ total es bajo 11.0 - 6.5 mq/100 gr. El pH presenta valores neutros en agua destilada y en KCl son ligeramente ácidos 6.2. El contenido de alofano es moderado.

El subhorizonte C₁ se encuentra de 150 - 200 cm. de profundidad. El color es amarillo pardoso y pardo obscuro 6/6 10-YR y 3/4 5YR en seco, en húmedo son pardo fuerte 4/6 5YR. La textura que se presenta es la arenosa. La materia orgánica es baja 1.4 %. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 6.7 mq/100 gr. El pH es neutro en agua y en KCl es medianamente ácido 6.2 y 6.1. El contenido de alofano es medio.

TABLA DE RESULTADOS FISICO-QUIMICOS
FINCA CAPITALERA TORRECIJAS PERFIL T₂

PROP. (cm)	COLOR		DENSIDAD		PORO- SIDAD %	TEXTURA				CLA- SIF.	N.O %	p.H		C.I. C.T.	Ca ⁺⁺ mg/100g.	Mg ⁺⁺	K ⁺	N-NO ₃ p.p.m.	POSP	ALOP	
	seco	húmedo	ap. g/cc	real		arena %	limo %	arc. %	H ₂ O 1:2.5			HCl									
0 - 10	2.5/2	5YR	3/1	5YR	0.68	2.08	67	66	30	4	aren-a.	11.2	5.4	4.9	24.0	5	9	5.2	4.1	0.3	XXXX
10 - 20	2.5/1	"	3/1	"	0.69	2.08	67	62	36	2	"	10.3	6.2	5	23.5	5	9	3.0	4.0	0.3	XXXX
20 - 30	2.5/1	"	3/1	"	0.79	2.08	62	62	32	6	"	6.0	6.5	5.5	11.7	2	5	3.4	1.0	0.2	XXX
30 - 40	2.5/2	"	3/1	"	0.76	2.08	67	62	32	6	"	5.1	5.7	1.7	11.5	3	5	1.8	-	0.04	XXX
40 - 50	2.5/2	"	3/1	"	0.64	2.27	67	58	38	4	"	3.5	6.8	5.6	10.0	3	5	1.8	-	0.02	XXX
50 - 60	2.5/2	"	3/2	"	0.64	2.27	62	52	42	6	"	3.4	6.9	5.9	10.0	3	5	1.8	-	-	XXX
60 - 70	2.5/2	"	3/2	"	0.64	2.27	62	52	42	6	"	3.4	6.9	5.9	10.0	3	5	1.8	-	-	XXX
70 - 80	6/6	10YR	4/6	10YR	0.64	2.30	72	52	32	6	"	3.4	6.8	6	10.0	3	5	1.8	-	-	XXX
80 - 90	6/6	"	4/6	"	0.56	2.27	70	62	32	6	"	2.5	6.8	5.8	7.6	3	3	1.5	-	-	XX
90 - 100	3/3	"	3/2	"	0.56	2.27	75	64	32	4	"	6.0	6.9	5.8	15.0	3	3	2.0	-	-	XX
100-110	2.5/2	5YR	3/2	5YR	0.80	2.27	65	66	30	4	"	6.0	6.8	5.8	14.0	3	3	1.5	-	-	XX
110-120	3/3	"	3/4	"	0.65	2.27	71	66	30	4	"	6.0	6.8	5.8	12.0	3	3	1.5	-	-	XX
120-130	3/3	"	3/4	"	0.70	2.27	69	64	32	4	"	3.4	7.0	6.0	11.0	2	3	1.5	-	-	XXX
130-140	3/3	"	4/6	"	0.77	2.27	66	64	32	4	"	2.1	6.8	5.8	6.6	2	3	1.5	-	-	XX
140-150	3/4	"	4/6	"	0.70	2.38	70	78	20	2	"	2.1	7.0	6.2	6.6	2	3	1.5	-	-	XX
150-160	6/6	"	4/6	"	0.70	2.38	70	78	20	2	"	2.1	7.0	6.2	6.6	2	3	1.5	-	-	XX
160-170	6/6	10YR	4/6	"	0.65	2.38	73	78	20	2	aren-	1.4	7.0	6.2	6.7	2	3	1.2	-	-	XXX
170-180	3/4	"	4/6	"	0.70	2.38	70	84	6	4	aren-	1.4	6.8	6.1	6.7	2	3	1.2	-	-	XXX
180-190	3/4	"	4/6	"	0.72	2.38	69	94	4	2	aren-	1.4	7.0	6.1	6.7	2	3	1.2	-	-	XXX
190-200	3/4	"	4/6	"	0.66	2.38	72	90	8	2	aren-	1.4	7.0	6.0	6.7	2	3	1.3	-	-	XXX

Perfil T₂



El perfil P_3 fue hecho en la finca Torrecillas, en una altitud de 400 m. en este perfil se cultiva café y los árboles de sombra son cítricos.

Presenta los horizontes A y C, y los subhorizontes A_{Op} , A_{10} , A_2 , en el C, C_1 , C_2 .

El subhorizonte A_{Op} tiene un espesor de 0 - 30 cm, presenta colores pardos 5/3 5YR en seco, en húmedo son pardos muy oscuros 2/2 10YR. La materia orgánica es alta 14.3 - 10.8 %. La textura que presenta es arcillosa. Los valores de la capacidad de intercambio catiónico total son medios 21.0 - 19.0 mc/100 gr. El pH muestra que son suelos muy ácidos en agua y extremadamente ácidos en KCl. El contenido de alofano es alto.

El subhorizonte A_{10} se encuentra a una profundidad de 30 - 50 cm. El color del suelo es pardo amarillento 5/6 10YR en seco y en húmedo pardos grisáceos muy oscuros 3/2 10YR. El contenido de materia orgánica es medio 5.6 - 2.7 %. La textura es migajón arcilloso. La capacidad de intercambio catiónico total es baja de 14.0 mc/100 gr. El pH en agua destilada se presenta muy ácido y extremadamente ácido en KCl. El contenido de alofano es medio.

El subhorizonte A_2 se presenta de 50 - 110 cm. de profundidad con coloraciones pardas y pardas amarillentas 6/6 10YR en seco y pardo fuerte en húmedo 5/6 10YR. El contenido de materia orgánica varía de 1.7 a 0.8 %. La textura es migajón y migajón arenosa. La capacidad de intercambio catiónico es baja de 14 - 10.0 mc/100 gr. El pH es muy ácido en agua y extremadamente ácido en KCl. El contenido de alofano es alto.

En el subhorizonte C_1 presenta un espesor de 110 - 160 cm.

en seco y en húmedo de negro y pardo rojizo obscuro 3/1 y 3/2 5YR. El porcentaje de materia orgánica es baja 3.65 - 3.45 %. La capacidad de intercambio catiónico nos presenta valores bajos de 10.0 mg/100 gr. La textura es franco arenoso y el contenido de alufano es medio.

El subhorizonte C₁ se encuentra representado de 70 - 90 cm de profundidad. presenta color amarillo pardo 6/6 10YR en seco y en húmedo se tornan pardo amarillento obscuro 4/5 10YR. El porcentaje de materia orgánica es bajo de 3.45 - 2.58 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico totales baja y presenta valores de 10 a 8.2 mg/100 gr. El pH es ácido muy débil en agua destilada y en HCl se presenta medianamente ácido. El contenido de alufano es medio.

El perfil enterrado presenta los horizontes A, C, y los subhorizontes A₁₀, A₂, C₁.

El subhorizonte A₁₀ se encuentra de 90 - 100 cm de profundidad. El color se presenta pardo rojizo obscuro 3/3 y 2.5/2 5YR en seco al igual que en húmedo. La textura es franca arenosa. La materia orgánica presenta valores medios 6.0 - 5.0 %. La capacidad de intercambio catiónico total es relativamente baja 15 y 14 mg/100 gr. El pH se presenta débilmente ácido en agua 6.8, en KCl es medianamente ácido 5.8. El contenido de alufano es moderado.

En el subhorizonte A₂ que se encuentra representado de 120 - 150 cm. de profundidad, presenta tonos de pardo rojizo obscuro 3/3 5YR en seco y en húmedo pardo fuerte 4/6 5YR. La textura es franco arenosa. El porcentaje de materia orgánica -

de profundidad, el color en seco es amarillo 7/6 y amarillo pardo 6/6 1OYR y en húmedo pardo fuerte 5/6 1OYR, pardo obscuro 4/4 1OYR. El contenido de materia orgánica es bajo 0.6 - 0.3 %. La textura es migajón arcilloso y migajón arcillo arenoso. La capacidad de intercambio catiónico total es muy bajo presentando valores de 3.0 mq/100 gr. El pH es en agua muy ácido 4.5 y en KCl es extremadamente ácido 3.5. El alofano tiene una variación de medio, moderado y bajo.

El subhorizonte C₂ se presenta de 150 - 200 cm de profundidad. presenta coloraciones amarillas 7/6 1OYR en seco y pardo fuerte en húmedo 5/6 1OYR. El porcentaje de materia orgánica es bajo 0.2 %. La textura presenta valores de migajón arcillo arenoso. La capacidad de intercambio catiónico es muy bajo 3.0 mq/100 gr. El pH es muy ácido en agua destilada 4.8, y de 3.8 en KCl. El alofano presenta valores bajos.

En general el perfil presenta colores pardos, pardos amarillentos y amarillos en seco.

Las densidades aparentes varían de 0.70 a 0.96 g/cc, observándose los valores más altos en la profundidad de 130 a 200 cm.

La densidad real del perfil fluctua de 2.08 a 2.30 g/cc.

La porosidad varía de 57 a 66 %.

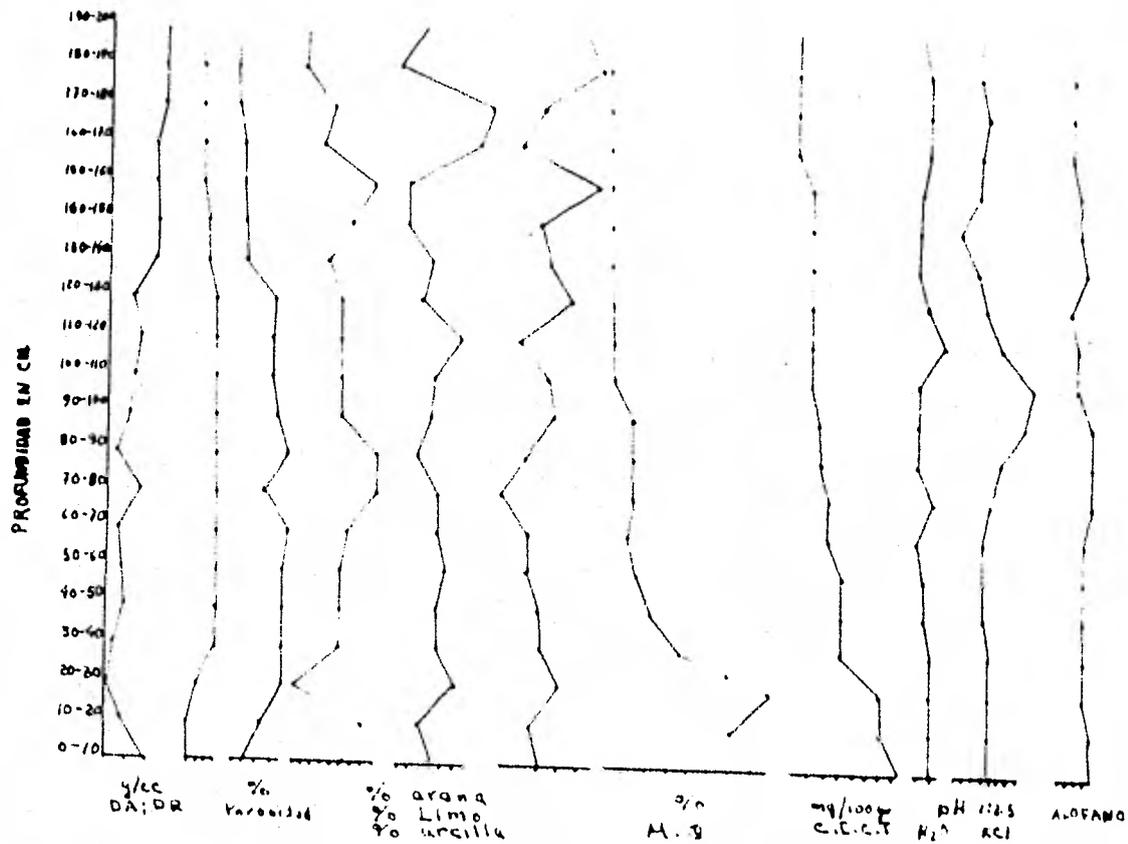
Con lo que respecta a calcio y magnesio presentan valores de 5.0 a 3.0 mq/100 gr. y 5.0 a 2.0 mq/100 gr, los cuales tienden a disminuir conforme aumenta la profundidad.

Los valores de nitratos son homogéneos y se mantienen en 7 y 7.1. La concentración de fósforo es menor de 1 ppm.

TABLA DE RESULTADOS FISICO-QUIMICOS
FINCA CAJETALERA TORREJILLAS PERFIL T₃

PROF (cm)	COLOR		DENSIDAD		PORO SIDAD %	TEXTURA				CLA- SIF.	M.O. %	p.H		C.I. C.T.	Ca ⁺ mg/100g.	Mg ⁺⁺	K ⁺	N-NO ₃ p.p.m.	POSP	ALOP.	
	seco	húmedo	ap	real		arena	limo	arc.	arc.			H ₂ O	kd1								
0 - 10	5/3	10YR	2/2	10YR	.89	2.08	57	38	32	30	arc.	12.7	4.9	3.9	21.0	5	5	3.0	7.1	0.2	XXXX
10 - 20	5/4	10YR	2/2	"	.78	2.08	62	50	24	26	arc.n	10.8	4.9	3.9	19.4	5	5	2.8	7.0	0.2	XXXX
20 - 30	5/4	"	2/2	"	.70	2.12	66	14	42	44	arc.	14.3	4.9	3.9	19.0	5	5	2.2	7.1	0.1	XXX
30 - 40	5/4	"	3/2	"	.73	2.30	66	38	32	30	mig.	5.6	4.9	3.9	14.0	4	5	2.2	7.0	0.04	XXX
40 - 50	5/6	"	3/2	"	.78	2.30	66	38	32	30	arc.	2.7	4.8	3.8	14.0	4	5	2.2	7.0	0.04	XXX
50 - 60	5/6	"	3/4	"	.77	2.30	66	38	36	26	mig.	1.7	4.8	3.8	14.0	4	5	2.2	7.0	0.03	XXX
60 - 70	6/6	"	5/6	7.5YR	.76	2.30	67	42	32	26	"	1.3	4.7	3.8	12.0	4	4	2.2	-	0.01	XXX
70 - 80	6/6	"	5/6	"	.86	2.30	68	56	32	12	mig.n	1.0	4.9	3.9	12.0	4	4	2.0	-	-	XXXX
80 - 90	6/5	"	5/6	"	.75	2.30	66	56	22	22	mig.	1.0	4.7	4.0	11.2	3	4	2.2	-	-	XXXX
90 - 100	6/6	"	5/5	"	.81	2.30	64	36	28	36	arc.	1.0	4.7	4.3	11.2	3	4	2.2	-	-	XXXX
100-110	7/6	"	5/6	"	.82	2.27	63	36	30	34	"	0.8	4.7	4.4	10.2	3	3	2.0	-	-	XX
110-120	7/6	"	5/6	"	.85	2.27	63	36	42	22	"	0.6	5.0	4.0	10.2	3	3	2.0	-	-	XX
120-130	7/6	"	5/6	"	.81	2.27	64	30	24	46	arc.	0.5	4.8	3.8	10.0	3	3	1.8	-	-	X
130-140	6/6	"	5/6	"	.92	2.17	57	38	28	34	mig.	0.4	4.5	3.7	10.6	3	3	2.0	-	-	XXX
140-150	6/8	"	4/4	"	.93	2.17	57	54	16	30	arc.	0.3	4.5	3.5	10.2	3	3	1.8	-	-	XX
150-160	7/6	"	5/6	"	.91	2.10	56	26	16	58	arc.n	0.3	4.6	3.7	10.0	3	3	1.8	-	-	XX
160-170	7/6	"	5/6	"	.91	2.10	56	20	50	20	"	0.3	4.7	3.7	10.0	3	2	1.8	-	-	X
170-180	7/6	"	5/6	"	.96	2.10	54	18	56	30	mig.n	0.2	4.8	3.8	8.0	3	2	1.8	-	-	X
180-190	7/6	"	5/6	"	.96	2.10	54	30	12	58	mig.	0.2	4.8	3.7	8.0	3	2	1.8	-	-	X
190-200	7/6	"	5/6	"	.96	2.10	54	26	24	50	arc.n	0.2	4.7	3.7	8.0	3	2	1.8	-	-	X

Perfil T₃



En la finca "Cancos" se realizaron cuatro perfiles debido a su extensión, diferencias en el color del suelo y tipo de asociación vegetal, se encuentra localizado a 2 Km de Coaxacota. Presenta una altitud de 250 m. los terrenos son planos.

El perfil C_1 se encuentra cultivado con café y el árbol de sombra es el Chalahuite, presenta el horizonte A y sus subhorizontes A_{10} , A_{12} , A_2 , el horizonte C presenta los subhorizontes C_1 , C_2 .

El subhorizonte A_{10} se encuentra representado a una profundidad de 0 - 20 cm, muestra coloraciones pardo grisáceas en seco 5/2 10YR, en húmedo pardo obscura y negro 3.5/2 5YR. Presenta un porcentaje de materia orgánica de 3.4 %. La textura es franca. El pH es ácido 5.1 en agua destilada y fuertemente ácido en KCl 4.2. La capacidad de intercambio catiónico es alto 32.0 mg/100 g el contenido de a lofano es alto.

En el subhorizonte A_{12} tiene un espesor de 20 - 60 cm. encontramos coloraciones pardo obscuras y pardas 5/3, 5/4 10YR en seco. La materia orgánica presenta valores de 3.4 %. La textura muestra valores de franca. La capacidad de intercambio catiónico es medio y bajo 13 y 14 mg/100 gr. El pH en agua da valores de medianamente ácido y fuertemente ácido en KCl. El contenido de a lofano es alto.

El subhorizonte A_2 de 50 - 130 cm. de profundidad, tiene color pardo amarillento 5/3 10YR en seco y en húmedo en pardo oscuro 3/3 5YR. El porcentaje de materia orgánica es de 17 %. La textura es franca y franca arenosa. El pH en agua destilada 5.3, en KCl es fuertemente ácido 4.2. La capacidad

dad de intercambio catiónico total es baja 11.2 mg/100 gr. El contenido de alufano es medio.

El subhorizonte G_1 se encuentra de 130 - 160 cm. de profundidad. Presenta coloraciones pardas 5/3 10YR en seco y pardo oscuro en húmedo 3/3 5YR. El porcentaje de materia orgánica es bajo 0.8 %. La textura es franca. La capacidad de intercambio catiónico total es baja de 11.2 mg/100 gr. El pH es muy ácido en agua y fuertemente ácido en KCl. El contenido de alufano es medio.

El subhorizonte G_2 tiene una profundidad de 160 a 200 cm. Presenta coloraciones pardas 5/3 10YR en seco, 3/3 5YR en húmedo. La materia orgánica es baja 0.2 %. La textura es franco, franco arcillosa, franco limosa. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 8.0 mg/100 gr. El contenido de alufano es medio.

El perfil presenta valores de densidad aparente de 0.82 a 0.97 los cuales son mayores a medida que la profundidad avanza.

La densidad real presenta valores de 2.2 a 2 g/cc.

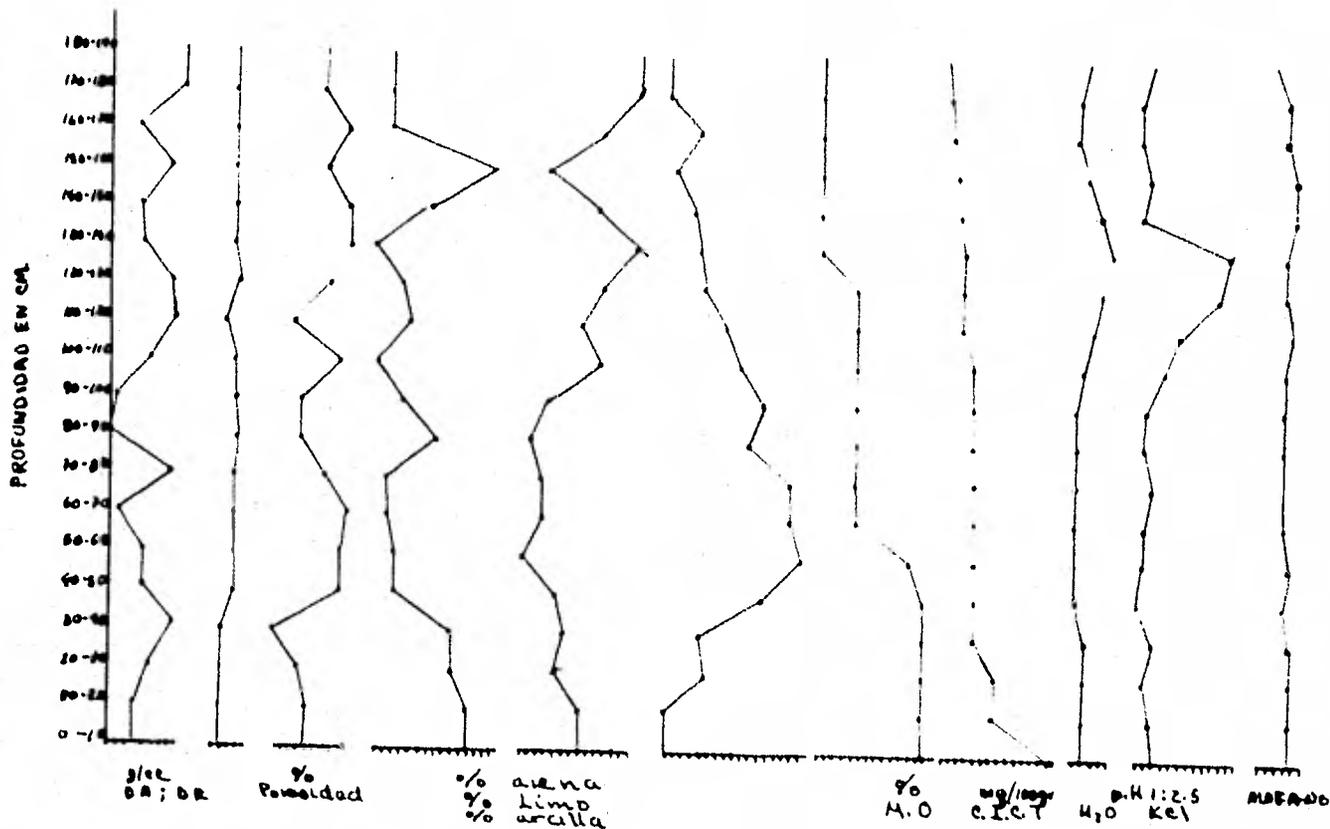
El porcentaje de porosidad varía de 55 a 65 % estos valores se encuentran repartidos heterogeneamente en todo el perfil.

Las bases intercambiables calcio y magnesio, el calcio se presenta en mayor cantidad que el magnesio y sus valores son 4.5 - 5.7, para el magnesio son de 1.5 - 5.2 mg/100 gr. éstos valores presentan una marcada disminución conforme la profundidad aumenta. Los valores del potasio son muy altos, el contenido de fósforo es muy bajo .2 p.p.m.

TABLA DE RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS
FINCA CAPEMALERA CANOAS PERUIL C₁

PROF. (cm)	COLOR		DENSIDAD		PORC- SIDAD	TEXTURA			CLAS- SIF.	M.O	p.H		C.I. C.T.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K	N-NO ₃	POSP	ALOP.		
	seco	húmedo	ap. feal g/co			arena %	limo %	arc. %			H ₂ O 1:2.5	KCl								mg/100g.	P.P.M.
0 - 10	5/2	10YR	2.5/2	5YR	.86	2.2	60	52	32	16	fran.	3.4	5.1	4.2	32	4.7	5.2	5.2	18.3	0.2	XXXX
10 - 20	5/2	"	2.5/2	"	.86	2.2	60	52	32	16	"	3.4	5.1	4.2	19.4	4.7	5.2	3.4	7.5	0.2	XXXX
20 - 30	5/2	"	2.5/2	"	.89	2.2	59	48	28	24	"	3.4	5.1	4.1	19.8	4.7	3.0	3.4	7.5	0.2	XXXX
30 - 40	5/3	"	2.5/2	"	.95	2.2	56	48	28	24	"	3.4	5.1	4.2	14.0	4.7	2.7	2.6	7.0	0.2	XXXX
40 - 50	4/3	"	3/2	"	.68	2.5	64	34	26	40	"	3.4	5.0	4.0	14.0	5.7	2.7	2.6	6.5	0.2	XXX
50 - 60	5/4	"	3/2	"	.95	2.5	64	34	18	48	arc.	3.1	5.0	4.1	14.0	5.7	2.5	2.6	5.1	0.1	XXXX
60 - 70	5/4	"	3/2	"	.82	2.5	65	32	22	46	"	1.7	5.0	4.1	14.0	5.7	2.5	2.6	-	-	XXX
70 - 80	5/4	"	3/2	"	.95	2.5	62	32	22	48	"	1.7	5.0	4.1	14.0	5.7	2.5	2.6	-	-	XXX
80 - 90	5/4	"	3/2	"	.80	2.6	59	44	20	36	fran. arc.	1.7	5.0	4.1	14.0	5.7	2.5	2.6	-	-	XXX
90 - 100	4/3	"	3/2	"	.81	2.5	59	36	24	40	fran.	1.7	5.0	4.1	14.0	5.5	2.5	2.6	-	-	XXX
100 - 110	4/3	"	3/2	"	.90	2.5	64	30	36	34	fran. arc?	1.7	5.1	4.3	14.0	5.5	2.5	2.6	-	-	XXX
110 - 120	5/3	"	3/3	"	.95	2.5	58	38	32	30	"	1.7	5.2	4.5	11.2	5.5	2.5	1.9	-	-	XXXX
120 - 130	5/3	"	3/3	"	.94	2.3	65	36	38	26	fran.	1.7	5.3	5.0	11.2	5.5	2.5	1.9	-	-	XXX
130 - 140	5/3	"	3/3	"	.87	2.5	64	30	46	24	"	1.7	5.4	5.1	11.2	5.5	2.5	1.9	-	-	XXX
140 - 150	5/3	"	3/3	"	.87	2.5	65	42	36	22	"	0.8	5.2	4.0	10.6	4.5	1.5	1.5	-	-	XXXX
150 - 160	5/3	"	3/3	"	.94	2.5	62	58	24	18	fran.	0.8	5.1	4.1	9.0	4.5	1.5	1.5	-	-	XXXX
160 - 170	5/3	"	3/3	"	.86	2.5	65	38	38	24	aren. fran.	0.8	5.0	4.0	8.0	4.5	1.5	1.5	-	-	XXX
170 - 180	5/3	"	3/3	"	.97	2.5	62	38	46	16	arc. fran.	0.8	5.0	4.0	8.0	4.0	1.5	1.5	-	-	XXX
180 - 190	5/3	"	3/3	"	.97	2.5	62	38	46	16	fran. lin.	0.8	5.1	4.1	7.0	4.0	1.5	1.2	-	-	XX

Perfil C₁



En el perfil C_2 perteneciente a la finca cafetalera "Ca-nous", se cultiva café y como árbol de sombra platano.

Este perfil presenta el horizonte A y sus subhorizontes A_{0p} , A_{10} , A_{12} , A_2 y el horizonte C con los subhorizontes C_1 , C_2 .

El subhorizonte A_{0p} se presenta a una profundidad de 0 - 20 cm, sus colores son pardos oscuros 2/2 10YR en seco, en húmedo también son pardos oscuros 2/2 7.5YR. La textura es franco arenosa. El porcentaje de materia orgánica es alto 10.0 - 8%. La capacidad de intercambio catiónico presenta valores de medio 27.8 a 25.6 mg/100 gr. El pH ácido en agua destilada valores de 5.0 y fuertemente ácido en KCl 4.4. El contenido de alifano es alto.

En el subhorizonte A_{10} se presenta de 20 - 40 cm de profundidad. Los coloraciones en este horizonte son pardos oscuros debido a la influencia de materia orgánica, la cual tiene valores medios de 5.17 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico es media con valores de 25.0 mg/100 gr. El pH es muy ácido en agua destilada 5.0 y fuertemente ácido en KCl 4.2. El alifano presenta valores altos.

El subhorizonte A_{12} se encuentra a una profundidad de 40 a 70 cm, presenta color pardo amarillento en seco 5/4 10YR y pardo oscuro en húmedo 3/4 7.5YR. El contenido de materia orgánica es baja 4.8 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico es baja 27.6 a 26.0 mg/100 gr. El pH en agua destilada es muy ácido 5.0 y en KCl 4.3. El contenido de alifano es alto.

El subhorizonte A_2 esta representado de 70 - 100 cm. de

profundidad, presenta color pardo amarillento, en seco y en húmedo pardo obscuro 5/4 10YR, 3/2 10YR respectivamente. Los valores de materia orgánica es baja 1.3 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico es bajo 12.11 mg/100 gr. El pH es muy ácido en agua y extremadamente ácido en KCl. Los contenidos de nitrógeno varían de medio a bajos.

El subhorizonte C₁ tiene un espesor de 150 - 170 cm. de profundidad, presenta color pardo amarillento 5/4 10YR en seco y pardo obscuro 3/3 10YR en húmedo. El porcentaje de materia orgánica es muy bajo 0.3 %. La textura es franco lisa. La capacidad de intercambio catiónico total es bajo 11.3 mg/ 100 gr. Los suelos son muy ácidos en agua 4.4 y extremadamente ácidos en KCl 3.8. Los valores del nitrógeno son bajos.

El subhorizonte C₂ se encuentra de 170 - 200 cm. de profundidad, presenta color pardo amarillento 5/4 10YR en seco y pardo obscuro 3/3 10YR en húmedo. La materia orgánica presenta valores de 0.13 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico total es bajo 11.0 mg/100 gr. El pH es muy ácido 4.6 en agua y en KCl es extremadamente ácido 3.6. El contenido de nitrógeno es medio.

Las fertilidades de los suelos varían de pardo al oscuro, pardo amarillentos oscuros y pardo amarillentos.

La densidad aparente presenta una variación de 0.80 a 0.97 g/cc. La densidad real varía de 2.17 a 2.50 g/cc. El porcentaje de porosidad tiene un rango de 18 a 22 %.

El contenido de calcio varía de 3 a 3 mg/100 gr. y el de magnesio de 7 a 4 mg/100 gr. ambos disminuyen conforme aumenta

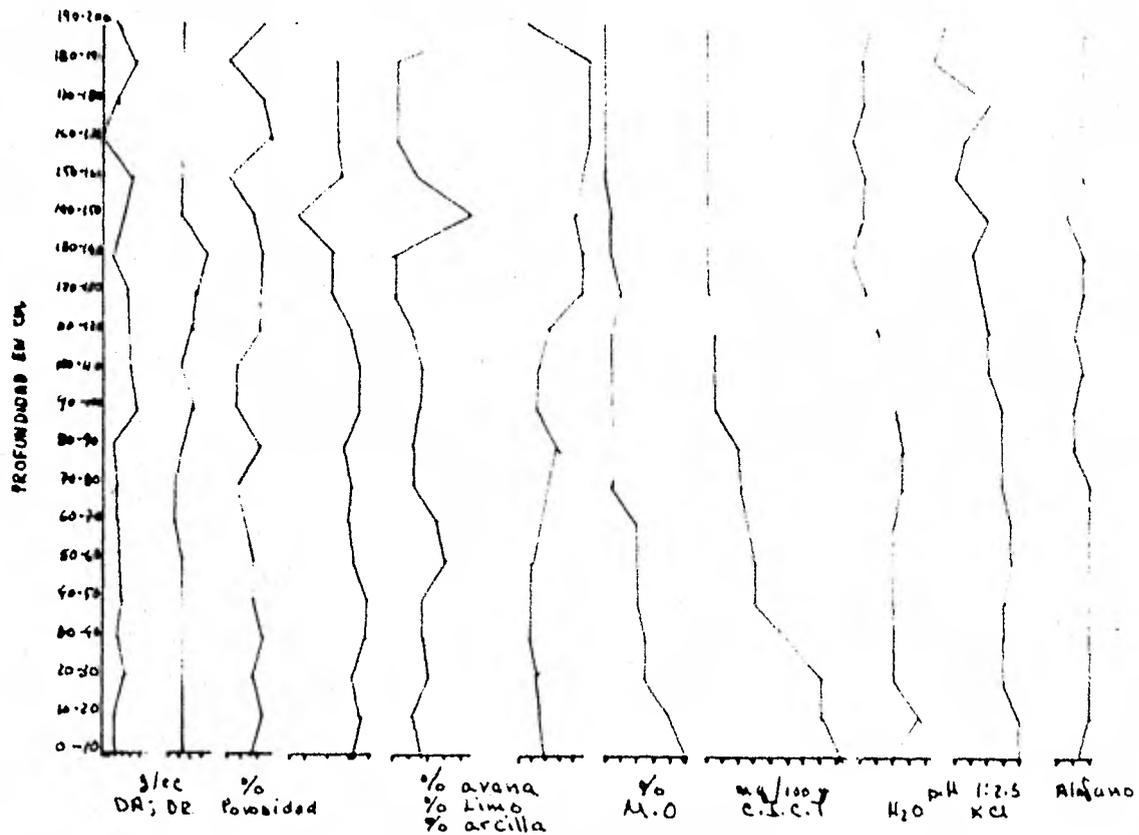
La profundidad del perfil, se observa también que los valores de estos son similares.

Los nitratos presentan valores con muy poca variación 7 a 7.5 ppm. el potasio presenta valores de 4.2 a 1.8. El fósforo presenta valores de 0.09 a 0.1 ppm.

TABLA DE RESULTADOS FISICO-QUIMICOS
 FINCA CAPITALERA CANOAS PERFIL C₂

PROF. (cm)	COLOR		DENSIDAD ap. real g/cc	PORO- SIDAD %	TEXTURA			CLA- SIF.	M.O %	p.H		C.I. C.T.	Ca ⁺⁺ mg/100g.	Mg ⁺⁺	K ⁺	N-NO ₃ p.p.m.	PCSP.	ALOP
	seco	húmedo			arena	limo	arc.			H ₂ O	KCl 1:2.5							
0 - 10	3/3	10YR 3/2	2.22	61	60	24	16	fracta	10.0	5	4.4	27.8	5	7	4.2	7.5	.09	XXX
10 - 20	3/3	" 3/2	2.27	62	64	22	14	"	8.2	5.3	4.4	25.6	5	7	3.6	7.5	.05	XXXX
20 - 30	4/3	" 3/2	2.27	61	60	26	14	"	5.1	5	4.2	25	5	7	3.4	7.2	.04	XXXX
30 - 40	4/3	" 3/2	2.27	62	66	24	10	"	5.1	5	4.2	21	5	7	3.4	7.2	.03	XXXX
40 - 50	5/4	" 3/4	2.27	61	66	24	10	"	4.1	5	4.2	17.6	5	5	2.4	7.1	.02	XXXX
50 - 60	5/4	" 3/4	2.27	61	60	30	10	"	4.8	5	4.3	17.4	5	5	2.4	7.1	.01	XXXX
60 - 70	5/4	" 3/4	2.17	60	58	28	14	"	4.8	5	4.3	16.0	5	5	2.2	-	-	XXXX
70 - 80	5/4	" 3/4	2.17	59	60	22	18	fract- arc-	1.3	5.1	4.2	15.5	5	5	2.0	-	-	XXXX
80 - 90	5/4	" 4/6	2.27	62	56	22	22	fract-	1.3	5.1	4.2	15.4	5	5	2.0	-	-	XX
90 - 100	5/4	" 4/6	2.38	59	64	24	12	fract- lim -	1.3	5.0	4.2	12.5	5	5	1.9	-	-	XX
100-110	5/4	" 4/6	2.27	59	64	24	12	"	1.3	4.9	4.0	12.2	5	5	1.8	-	-	XXX
110-120	5/4	" 3/4	2.36	60	60	22	18	fract- arc-1.	1.2	4.8	4.0	12.1	5	5	1.8	-	-	XX
120-130	5/4	" 3/4	2.38	62	50	16	34	fract-a.	2	4.6	3.9	11.0	4	4	1.8	-	-	XXX
130-140	5/4	" 3/3 5YR	2.50	62	50	16	34	fract- arc -	1.3	4.5	3.8	11.0	4	5	1.8	-	-	XX
140-150	5/4	" 3/3	2.27	61	34	36	30	fract- lim -	1.3	4.6	4.0	11.4	3	4	1.5	-	-	X
150-160	5/4	" 3/3	2.27	58	56	22	22	fract- arc-1.	.32	4.6	3.6	11.7	4	4	1.8	-	-	XXX
160-170	5/4	7.5YR 3/3	2.20	63	52	16	36	fract- arc-a.	.26	4.5	3.8	11.2	4	4	1.8	-	-	XXX
170-180	5/4	" 3/3	2.27	62	52	16	36	"	.13	4.6	4.0	11.2	3	4	1.8	-	-	XXX
180-190	5/4	" 3/4	2.27	58	52	16	36	"	.13	4.6	3.6	11.0	3	4	1.8	-	-	XXX
190-200	5/4	" 3/4	2.27	62	32	64	4	fract- lim.	.13	4.7	3.7	11.0	3	4	1.8	-	-	XXX

Perfil C₂



En el perfil C_3 no se cultiva café, es un huerto.

En el perfil C_3 presenta el horizonte A y el C, con los subhorizontes A_{0p} , A_{10p} , A_2 , C_1 , C_2 .

El subhorizonte A_{0p} se encuentra representado a una profundidad de 0 - 20 cm. en el se presentan coloraciones pardas oscuras 4/3 10YR en seco y en húmedo pardas muy oscuras 2/2 10 YR. estas coloraciones se presentan debido a la influencia de materia orgánica ya que esta se encuentra alta 10.9 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio es alta 24.4 $mq/100$ gr. Los suelos presentan una acidez media en agua de 5.7 a 5.5 en KCl presenta valores de 4.6 y 4.7. El contenido de alufano es alto.

El subhorizonte A_{10p} se presenta de 20 a 60 cm de profundidad, presenta coloraciones pardo amarillentas 5/4 10YR en seco y en húmedo pardo oscuras 3/3 10YR. El contenido de materia orgánica es de 5.8 a 5.2 %. La capacidad de intercambio catiónico es media 27.6 $mq/100$ gr. El pH nos muestra que estos suelos son muy ácidos en agua y fuertemente ácidos en KCl. Los contenidos de alufano son altos.

El subhorizonte A_2 se encuentra de 60 a 130 cm. de profundidad. tiene coloraciones pardo amarillentas 5/4 10YR y pardo oscuras 2/3 10YR, en seco y en húmedo respectivamente. El porcentaje de materia orgánica es bajo 2.9 - 1.2 %. Presenta textura franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico total presenta valores relativamente altos. El pH es muy ácido en agua destilada 2.3. fuertemente ácidos en KCl. El contenido de alufano es moderado.

El subhorizonte C_1 se encuentra de 130 - 170 cm de profundidad, observándose coloraciones pardo amarillentas oscuras 4/4 10YR en seco como en húmedo. La materia orgánica presenta valores de 0.5 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico tiene valores medios 25.0 mg/100 gr. El pH es muy ácido en agua destilada y en KCl. El contenido de alofa es medio y moderado.

El subhorizonte C_2 de 175 a 200 cm. de profundidad. El color es pardo amarillento oscuro 4/4 10YR en seco y húmedo. La materia orgánica es muy baja 0.5 %. La textura es franco arenosa. La capacidad de intercambio catiónico total es media y varía de 25 a 20 mg/100 gr. El pH es muy ácido en agua al igual que en KCl. El contenido de alofa es medio y moderado.

En general el color del perfil en seco es café oscuro y café amarillento en húmedo los colores se tornan más oscuros.

La densidad aparente varía de 0.73 a 0.89 g/cc. distribuyéndose heterogeneamente en todo el perfil.

La densidad real varía de 2.17 a 2.63 g/cc. La porosidad que estos suelos presentan son altos 62.8 a 72.8 %.

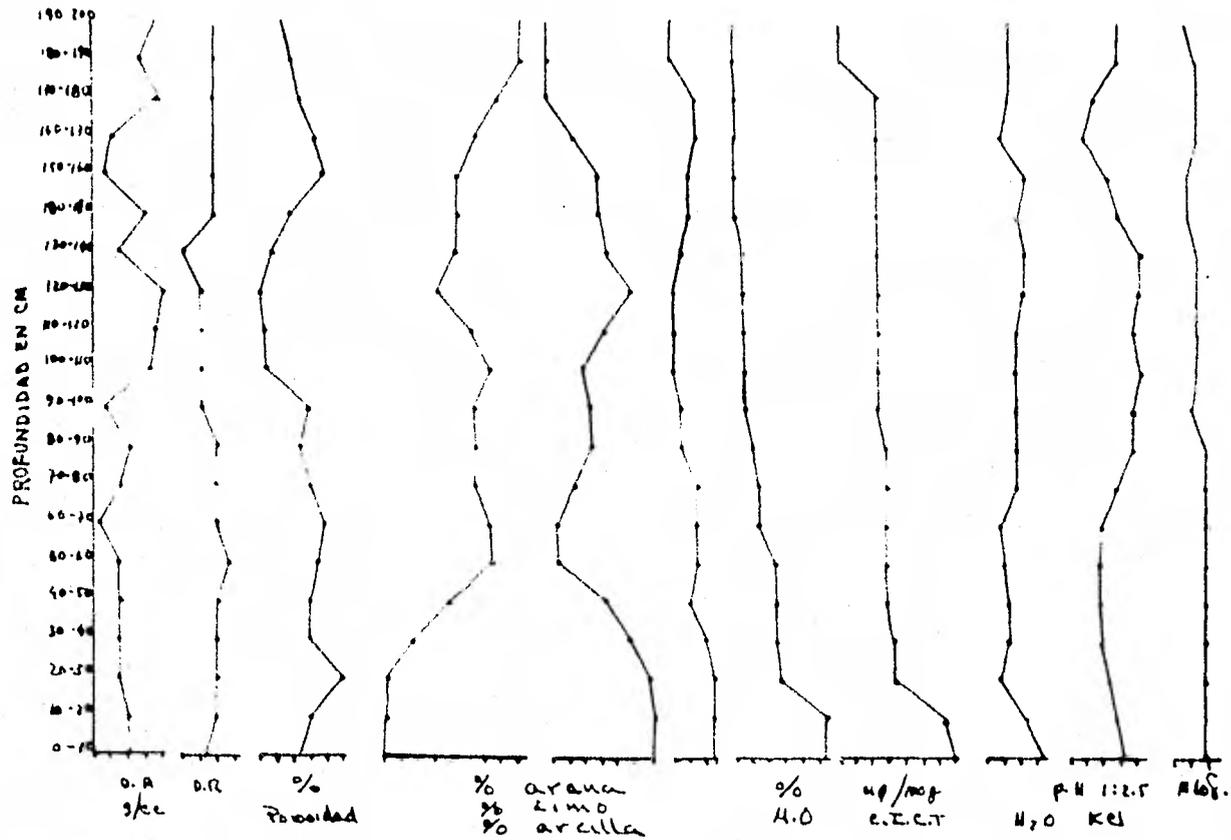
Las bases intercambiables, el magnesio presenta valores altos 18 a 16 mg/100 gr, para el calcio son valores más bajos de 5.8 y 3.0 mg/100 gr. ambos presentan una disminución en sus valores a mayor profundidad.

El potasio presenta valores de 3.8 a 3.4 ppm. en la capa superficial y de 2.0 a 1.6 ppm. en el resto del perfil. Los contenidos de nitratos son de 7 ppm. y decrecen con la profundidad.

TABLA DE RESULTADOS FISICO-QUIMICOS
 FABRICA CAPEVALERA CAÑONAS PERU C₃

PROF. (cm)	COLOR		DENSIDAD		PORO- SIDAD %	TEXTURA				CLA- SIF.	K ₂ O %	p.H		C.I. C.T.	Ca ⁺ mg/100g.	Mg ⁺	K ⁺	N-NO ₃ p.p.m.	POSP.	ALCP.	
	seco	húmedo	ap.	real		arena	lime	arc.	H ₂ O			HCl									
0 - 10	4/3	10YR	2.5/2	5YR	.80	2.38	66.3	54	34	12	fran-a.	10.9	5.7	4.7	34.4	5.2	18	3.8	7	.07	XXXX
10 - 20	4/3	"	2.5/2	"	.80	2.50	68.0	54	34	12	"	10.8	5.5	4.6	33.4	5.2	18	3.4	7	.07	XXXX
20 - 30	4/3	"	3/2	"	.78	2.50	72.8	54	34	12	"	5.8	5.2	4.5	27.6	5.2	18	2.5	3	.05	XXXX
30 - 40	5/4	"	3/3	"	.78	2.50	68.8	60	30	10	"	5.0	5.3	4.4	27.6	5.0	18	2.4	3	.05	XXXX
40 - 50	5/4	"	3/3	"	.79	2.50	68.4	70	24	6	"	5.1	5.3	4.4	26.4	4.0	18	2.6	2.5	.03	XXXX
50 - 60	5/4	"	3/3	"	.79	2.63	69.9	80	12	8	"	5.0	5.3	4.4	26.4	4.0	18	2.2	2	.02	XXXX
60 - 70	5/4	"	3/2	"	.73	2.50	70.0	80	12	8	"	2.8	5.2	4.4	26.4	4.0	18	2.2	-	.01	XXXX
70 - 80	5/4	"	3/3	"	.78	2.50	68.0	76	16	8	"	2.6	5.4	4.6	26.4	4.0	18	2.2	-	-	XXXX
80 - 90	5/4	"	3/4	"	.81	2.50	67.6	76	20	4	"	2.0	5.4	4.8	26.4	4.0	17.8	2.2	-	-	XXXX
90 -100	5/4	"	3/4	"	.75	2.38	68.4	76	20	4	"	1.5	5.4	4.8	25.4	3.6	17	2.0	-	-	XX
100-110	5/4	"	4/4	"	.86	2.38	63.8	80	18	2	"	1.5	5.1	4.9	25.3	4.0	17	2.2	-	-	XXX
110-120	5/4	"	4/4	"	.88	2.38	63.0	75	23	2	"	1.2	5.4	4.8	25.4	4.0	17	2.2	-	-	XX
120-130	6/6	"	4/4	"	.89	2.38	62.6	68	30	2	"	1.2	5.5	4.9	25.4	4.0	17	2.2	-	-	XX
130-140	4/6	"	4/6	"	.78	2.17	64.0	72	24	4	"	0.6	5.5	4.9	25.4	4.0	17	2.2	-	-	XX
140-150	4/4	"	4/4	"	.85	2.50	66.0	72	22	6	"	0.55	5.4	4.6	25.0	3.6	17	2.0	-	-	XX
150-160	4/4	"	4/4	"	.75	2.50	70.0	72	22	6	fran- arc-l.	0.53	5.5	4.5	25.0	3.6	17	2.0	-	-	XX
160-170	4/4	"	4/4	"	.77	2.50	69.2	76	16	8	fran-a.	0.55	5.2	4.2	25.0	4.0	17	1.6	-	-	XX
170-180	4/4	"	4/4	"	.88	2.50	67.0	82	10	8	"	0.53	5.3	4.3	25.0	4.0	17	1.6	-	-	XX
180-190	4/4	"	4/4	"	.84	2.50	66.0	88	10	2	"	0.52	5.3	4.6	20.4	3.0	16	1.6	-	-	XX
190-200	4/4	"	4/4	"	.87	2.50	65.0	88	10	2	"	0.52	5.3	4.6	20.4	3.0	16	1.6	-	-	XX

Perfil C3



El perfil C₄ se realizó también en la finca "Canoas", en la cuál se cultiva café y cítricos.

El perfil C₄ presenta los horizontes A y C, el horizonte A presenta los subhorizontes A_{0F}, A₁₀, A₁₂, A₂, y el horizonte C presenta los subhorizontes C₁, C₂.

El subhorizonte A_{0F} se presenta de 0 - 20 cm de profundidad. Las coloraciones son pardas 5/3 10YR en seco, en húmedo son pardo oscuras 3/2 7.5YR. La materia orgánica presenta valores medios 6.9 %. La textura es migajón arenoso. La capacidad de intercambio catiónico es alta 31.8 mg/100 gr. El pH presenta acidez media en agua 5.7, en KCl es fuertemente ácida 4.7. El contenido de alofano es alto.

El subhorizonte A₁₀ se encuentra representado de 20 - 50 cm de profundidad. Presenta tonalidades de pardo amarillentas 5/4 10YR en seco y pardo oscuras 3/2 7.5YR. La materia orgánica es baja 2.7 - 1.7 %. La textura se muestra como migajón arenoso. La capacidad de intercambio catiónico es relativamente alta 20-27.0 mg/100 gr. El pH presenta acidez muy débil en agua 6.1 - 6.4, en KCl presenta valores de medianamente ácidos a fuertemente ácidos. El contenido de alofano es alto.

El subhorizonte A₁₂ se presenta de 50 - 70 cm de profundidad. El color es pardo amarillento claro 6/4 10YR en seco, en húmedo son pardo oscuras 3/4 7.5YR. El porcentaje de materia orgánica es bajo 1.3 %. La textura es migajón arcillo arenoso. La capacidad de intercambio catiónico total presenta valores medios 17.0 mg/100 gr. El pH presenta acidez muy débil en agua 6.2-6.4, en KCl son medianamente ácidos 5.4. El contenido de alofa-

no es bajo.

El subhorizonte A_2 tiene un espesor de 70 - 90 cm. presenta coloraciones pardo amarillentas en seco 6/4 10YR, en húmedo son pardo obscuro 3/4 7.5 YR, pardo fuerte 1/3 7.5YR. El porcentaje de materia orgánica es de 1.2 %. La textura es franco arcillosa. La capacidad de intercambio catiónico es relativamente bajo presentando valores de 24.2 - 22.4 mc/100 gr. El pH es débil en agua 6.1 - 6.4, y medianamente ácido 5.4 en KCl. El contenido de alifano es moderado.

El subhorizonte C_1 se encuentra a una profundidad de 90 - 130 cm. presenta coloraciones pardo amarillentas claras 6/4 10YR en seco, en húmedo son pardo fuerte 4/6 y 1/6 7.5 YR. El porcentaje de materia orgánica es muy bajo 0.6 %. La textura es franco arcillosa. La capacidad de intercambio catiónico es baja sus valores varían de 21.0 - 14 mc/100 gr. El pH presenta valores de acidez muy débil en agua y medianamente ácidos en KCl, 5.9 - 6.1, 4.7 - 5.5 respectivamente. El contenido de alifano es bajo.

El subhorizonte C_2 se presenta a una profundidad de 130 - 200 cm. Presenta coloraciones pardo muy pálido 7/4, 7/3 10 YR, en seco y pardo fuerte en húmedo. El contenido de materia orgánica son muy bajos 0.2 %. La textura tiene valores de franco. La capacidad de intercambio catiónico es baja 10 mc/100 gr. El pH es medianamente ácido en agua, y extremadamente ácido en KCl 5.9 - 5.9 y 4.3 - 3.7. El contenido de alifano solo se presenta trazas.

La densidad aparente varía de 0.67 a 0.97 g/cc, estos se

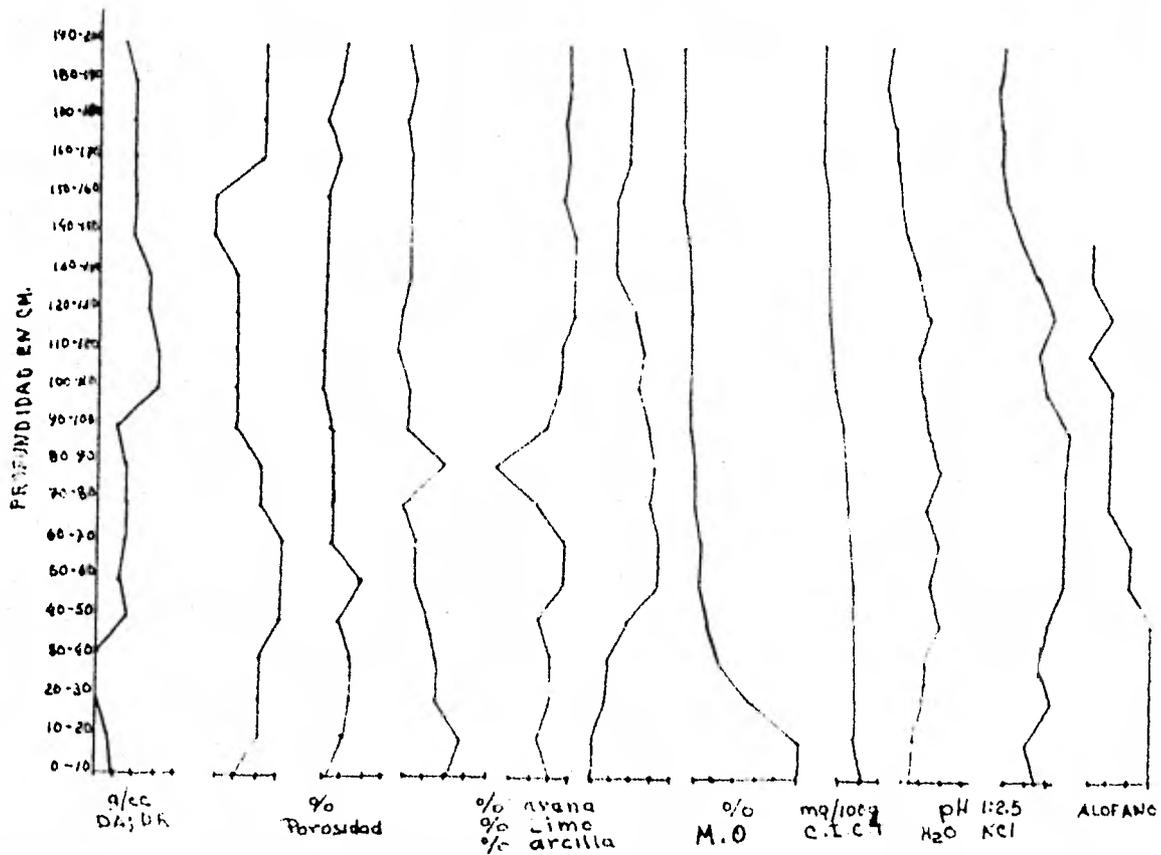
distribuyen heterogéneamente en todo el perfil al igual que la densidad real que presenta valores de 2.17 - 2.63 g/cc. El porcentaje de porosidad varía de 59.2 - 77.5 %.

En las bases intercambiables observamos que el magnesio presenta valores de 10 - 4 mg/100 gr, los cuales son más altos que los de calcio 7 - 2 mg/100 gr. El contenido de potasio no presenta mucha variación pues sus valores van de 3 - 2 ppm. Los nitratos presentan valores de 16.5 - 12.0 ppm. en la superficie y de 6.5 - 3.0 ppm. en el resto del perfil. En este perfil encontramos valores de fósforo más altos que en los anteriores y varían de 2 a 0.04 ppm; solo se presentan hasta una profundidad de 90 cm.

TABLA DE RESULTADOS FISICO-QUIMICOS
 FINCA CAFFETALERA CANOAS PERUJIL C₄

PROP. (cm)	COLOR		DENSIDAD		PORO- SIDAD %	TEXTURA				CLA- SIF.	M.O %	p.H		C.I. O.T.	Ca ⁺⁺ mg/100g.	Mg ⁺⁺	K ⁺	N-NO ₃ p.p.m	PCSP.	ALOP
	seco	húmedo	ap. g/cc	real		arena %	lino %	arc. %	H ₂ O			KCl								
0 - 10	5/3	10YR 3/2	7.5YR	.86	2.38	63	60	30	10	mig-a.	6.9	5.7	4.7	31.4	7	10	3	16.5	4.3	XXXX
10 - 20	5/3	"	3/2	.74	2.50	70	66	24	10	"	6.0	5.8	4.5	28.0	7	10	3	12.0	3.3	XXXX
20 - 30	5/4	"	3/2	.67	2.50	73.2	54	30	16	"	3.7	6.1	5.1	28.2	7	10	3	6.5	3.0	XXXX
30 - 40	5/4	"	3/4	.67	2.50	73.2	54	30	16	"	2.2	6.1	4.8	28.0	7	10	2.5	4.5	2	XXXX
40 - 50	5/4	"	3/4	.82	2.63	68.8	50	24	26	mig- arc-a.	1.7	6.4	5.0	27.6	6	10	2.5	3	2	XXXX
50 - 60	6/4	"	3/4	.79	2.63	77.5	44	36	42	"	1.3	6.2	5.4	27.0	6	10	2.5	3	2	XXX
60 - 70	6/4	"	3/4	.84	2.60	66.4	44	36	42	"	1.34	6.4	5.4	26.8	6	9	2.5	-	2	XXX
70 - 80	6/4	"	3/4	.84	2.50	66.4	38	24	38	fran- arc. arc-a.	1.0	6.1	5.4	24.2	6	7	2.2	-	1.9	XX
80 - 90	6/4	"	4/6	.84	2.50	66.4	58	2	40	"	1.0	6.4	5.4	22.4	6	7	2.2	-	1.7	XX
90 - 100	6/4	"	4/6	.78	2.38	67.2	40	24	36	fran- arc.	.69	6.1	5.5	21.0	5	7	2.2	-	1.7	XX
100-110	6/4	"	4/6	.97	2.38	59.2	40	28	32	"	.6	6.0	5.0	17.3	5	7	2.2	-	1.5	XX
110-120	6/4	"	5/6	.97	2.38	59.2	34	32	34	"	.6	5.9	4.7	16.2	5	7	2.2	-	1.5	X
120-130	7/4	"	5/6	.92	2.38	61.3	36	34	30	"	.6	6.1	5.1	14.5	4	6	2.2	-	1.5	XX
130-140	7/4	"	5/6	.94	2.38	60.5	40	40	20	fran-	.6	5.9	4.7	14.0	4	6	2.2	-	1.2	X
140-150	7/4	"	5/6	.84	2.17	61.2	40	40	20	"	.4	5.6	4.3	11.5	4	5	2.2	-	1.2	X
150-160	7/4	"	5/6	.85	2.17	60.8	40	40	20	"	.2	5.4	3.9	11.0	4	5	2	-	1.0	traza
160-170	7/3	"	5/6	.85	2.50	66.0	40	34	26	"	.2	5.3	3.8	10.2	3	4	2	-	1.0	"
170-180	7/3	"	5/6	.84	2.50	60.8	38	36	26	"	.2	5.2	3.8	10.0	3	4	2	-	.5	-
180-190	7/4	"	5/6	.84	2.50	66.4	40	34	26	"	.2	5.0	3.7	10.0	3	4	2	-	.5	-
190-200	7/4	"	5/6	.80	2.50	68.0	38	40	22	"	.2	5.1	3.8	10.0	3	4	2	-	.5	-

Perfil C4



El perfil A_1 se realizó en la finca cateterera de "Mecatopac", se encuentra localizada a 8 Km de Hueytamalco, tiene una altitud de 1670 msnm. y una pendiente del 50 %, en ésta solo se cultiva café.

El perfil presenta los horizontes A y C, los cuales se subdividen en los subhorizontes A_{10p} , A_{12} , C_1 , C_2 .

El subhorizonte A_{10p} se encuentra representado a una profundidad de 0 - 40 cm. Presenta color pardo obscuro 4/3 10YR, pardo amarillento 5/4 10YR, pardo 5/3 10YR, pardo amarillento 4/6 10YR. La textura es franco arenosa. La materia orgánica presenta valores de medio 5.14 %. La capacidad de intercambio catiónico total es baja con valores que oscilan de 17.5 a 14.5 mg/100 gr. El pH presenta valores muy diversos, desde ácidos muy débiles a muy ácidos. El contenido de alúmina varía de medio a moderado.

El subhorizonte A_{12} se encuentra a una profundidad de 40 a 90 cm. Presenta coloraciones pardo pálido 6/3 10YR, pardo muy pálido 7/4 10YR, pardo amarillento 5/8 10YR, amarillos 7/8 10YR en seco, en húmedo son pardo amarillentos oscuros. El porcentaje de materia orgánica es bajo de 2.0 a 1.1 %. La textura da valores de franco arenosos. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 11.2 a 3.1 mg/100 gr. El pH presenta una ácidos débiles en agua 6.3 - 6.5 y en KCl se presentan medianamente ácidos 5.6 - 5.3. El contenido de alúmina varía de medio a moderado.

El subhorizonte A_2 de 90 - 130 cm de profundidad. El color tiene tonalidades pardo amarillentas 5/4 10YR en seco, en húmedo son pardo oscuras 4/4 5YR. La materia orgánica es baja

1.0 %. La textura nos da valores de franco arenoso. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 9.1 mg/100 gr. El pH presenta acidez débil en agua destilada 6.4 - 6.1, en KCl son medianamente ácidos 5.5 - 5.7. El contenido de alufano es moderado.

El subhorizonte C_1 se presenta a una profundidad de 120 - 170 cm. Presenta coloraciones pardo muy pálido 7/4 10YR, pardo amarillento 5/4 10YR, pardo 5/3 10YR, amarillo pardoso 6/6 10YR en húmedo se tornan pardo amarillento 5/6 5YR, pardo amarillento obscuro 4/4 5YR. El contenido de materia orgánica es muy bajo 0.9 a 0.8 %. La textura presenta valores de franco arenoso. La capacidad de intercambio catiónico total es baja 6.1 mg/100 gr. El pH muestra valores de acidez débil en agua 6.7 - 5.7 y en KCl medianamente ácidos 5.6 - 5.4. El contenido de alufano es moderado.

El subhorizonte C_2 se encuentra a una profundidad de 170 a 200 cm. Presenta coloraciones de pardo muy pálido 7/4 10YR, amarillo pardoso 6/8 10YR en seco, en húmedo son pardos amarillentos 5/6 5YR. El porcentaje de materia orgánica es bajo 0.8 - 0.6 %. La textura nos da valores de franco arenoso. La capacidad de intercambio catiónico total presenta valores bajos de 6.1 mg/100 gr. El pH muestra acidez débil en agua 6.1 - 5.8, en KCl son medianamente ácidos 5.5 - 5.1. Presenta cantidades moderadas de alufano.

La densidad aparente varía de 0.78 a 0.89 g/cc, observándose sus valores mayores en la parte intermedia del perfil.

La densidad real presenta valores de 2.3 a 2.6 g/cc, éstos varían igual que en la densidad aparente.

El porcentaje de porosidad presenta un rango de 57 -62 % los cuales se distribuyen heterogéneamente en todo el perfil.

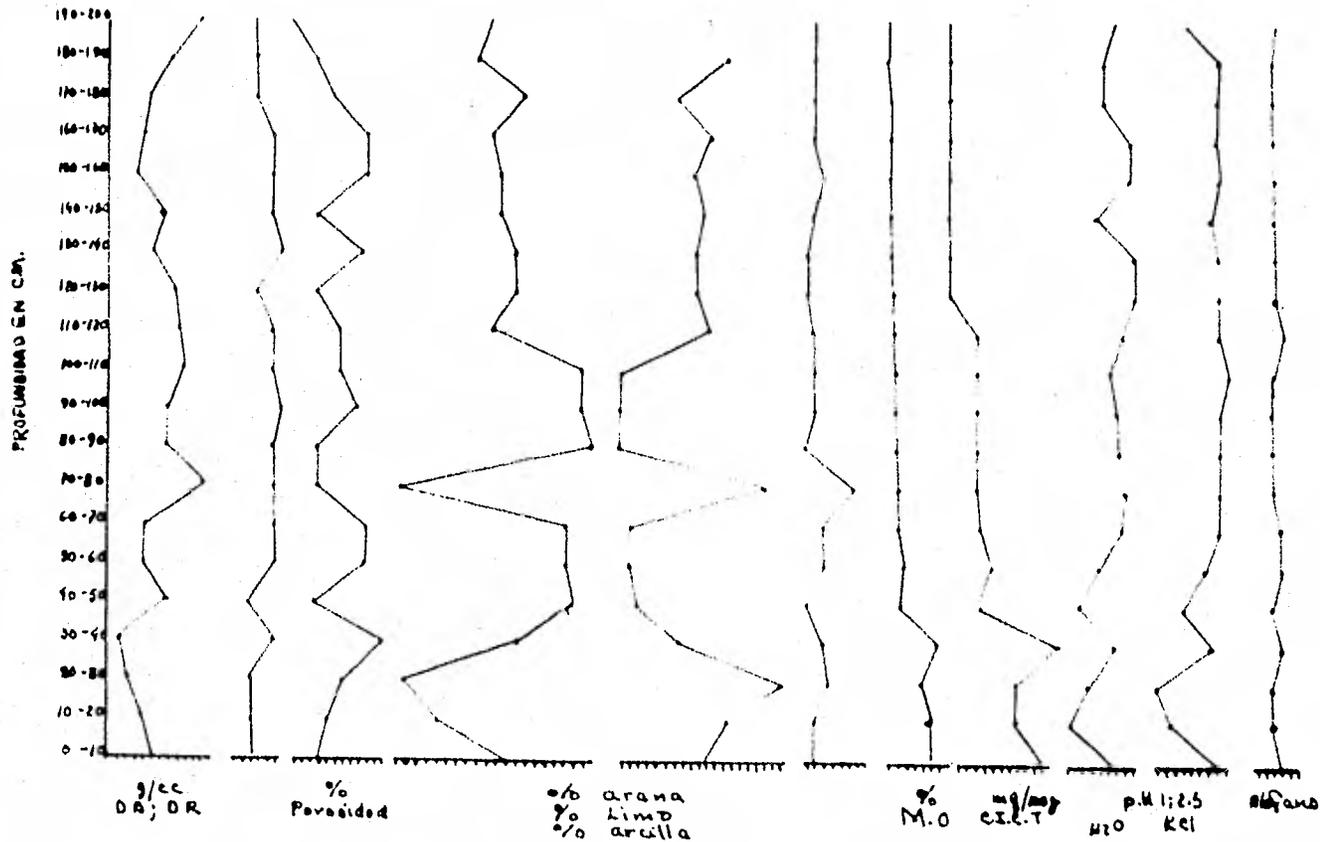
Los valores obtenidos en las bases intercambiables son para el calcio de 4.0 a 1.0 mg/100 gr. y para el magnesio de 4.0 a 3.0 mg/100 gr, ambos disminuyen a medida que la profundidad aumenta.

El potasio presenta valores de 8.8 a 2.2 ppm. El fósforo presenta valores muy bajos menores a 1 ppm. y solo hasta una profundidad de 0 a 60 cm.

TABLA DE RESULTADOS FISICO-QUIMICOS
 FINCA CAJITALERA MICATEPEC PERIFIL M.

PROP (cm)	COLOR		DENSIDAD		PORO- SIDAD %	TEXTURA				GLA- SIF.	M.O %	P.H		C. I: C.T.	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	N-NO ₃	POSP	ALOP.	
	seco	húmedo	ap. g/cc	real		arena	limo	arc.	H ₂ O			ED1	mg/100g.								p.p.m.
0 - 10	4/3	10YR	3/2	5YR	.86	2.2	60	66	30	4	fr.a	5.14	6.2	5.5	17.5	4	4	7	3.2	.2	XXI
10 - 20	5/3	"	4/4	"	.84	2.2	61	50	36	4	"	5.14	5.2	4.4	14.8	4	4	3.8	2.2	.2	XX
20 - 30	5/3	"	3/2	"	.80	2.2	63	42	50	8	fr.a	4.0	5.6	4.1	14.5	2	4	3.2	2.2	.2	XX
30 - 40	4/6	"	3/3	"	.78	2.5	68	70	24	6	fr.a	6.0	6.2	5.4	19.8	2	4	8.8	2.2	.2	XXX
40 - 50	6/3	"	3/4	"	.90	2.2	59	84	14	2	"	1.9	5.4	4.7	9.9	2	4	3.8	1.03	.05	XX
50 - 60	7/4	"	4/4	"	.84	2.5	66	82	12	6	"	2.0	5.8	5.3	11.2	2	4	2.8	1.02	.02	XXX
60 - 70	5/8	"	3/4	"	.85	2.5	66	82	12	6	"	1.5	6.4	5.6	9.9	2	4	2.4	-	-	XXX
70 - 80	7/8	"	4/4	"	.89	2.5	60	40	46	14	fr.a	1.7	6.5	5.5	9.1	2	4	2.4	-	-	XX
80 - 90	5/8	"	4/4	"	.91	2.5	60	88	10	2	fr.a	1.1	6.3	5.5	9.1	2	4	2.7	-	-	XX
90 - 100	5/4	"	4/4	"	.91	2.6	65	86	10	4	"	1.0	6.3	5.5	9.1	2	4	2.5	-	-	XX
100-110	5/4	"	4/4	"	.93	2.5	63	86	10	4	"	1.0	6.1	5.7	9.1	2	4	2.4	-	-	XX
110-120	5/6	"	4/4	"	.94	2.5	63	64	32	4	"	1.0	6.4	5.5	9.1	2	4	2.4	-	-	XXX
120-130	7/4	"	5/6	"	.91	2.3	60	70	28	2	"	0.9	6.7	5.5	6.6	1	3	2.4	-	-	XX
130-140	5/4	"	5/6	"	.87	2.6	66	70	28	2	"	0.9	6.7	5.5	6.6	1	3	2.4	-	-	XX
140-150	5/3	"	4/4	"	.90	2.5	60	66	30	4	"	0.8	5.7	5.4	6.1	1	3	2.3	-	-	XX
150-160	7/6	"	3/2	"	.83	2.5	66	66	28	6	"	0.8	6.6	5.6	6.1	1	3	2.3	-	-	XX
160-170	6/6	"	5/6	"	.85	2.5	66	64	32	4	"	0.8	6.6	5.5	6.1	1	3	2.3	-	-	XX
170-180	7/4	"	5/6	"	.86	2.3	62	72	24	4	"	0.8	5.9	5.5	6.1	1	3	2.2	-	-	XX
180-190	6/8	"	5/6	"	.91	2.3	60	60	36	4	"	0.6	5.8	5.1	6.1	1	3	2.2	-	-	XX
190-200	7/4	"	4/6	"	.98	2.3	57	64	32	4	"	0.6	6.1	4.2	6.1	1	3	2.2	-	-	XX

Perfil M₁



En general podemos decir que de acuerdo a las propiedades fisicoquímicas de los suelos, se determinó la presencia de dos horizontes en cada perfil:

El horizonte A que se encuentra representado desde la superficie hasta los 70 o 130 cm de profundidad; Se diferencia del C, por el gran contenido de materia orgánica proporcionando así coloraciones más oscuras que son características de este horizonte, y un mayor contenido de alufano.

El horizonte C se encuentra representado a una profundidad de 70 a 200 cm; El contenido de materia orgánica es bajo por lo que se presentan coloraciones más claras y un contenido menor de alufano.

En la mayoría de los perfiles, el color en seco presenta tonalidades más claras y en húmedo son un poco más oscuras. Además el color de las capas superficiales de todos los perfiles se observan más oscuras, éstos son debidos a la influencia de materia orgánica presente en el suelo. Los colores del suelo de las capas más profundas son pardos muy pálidos, pardo amarillentos, pardos, amarillos, rojos amarillentos, pardo amarillento oscuros. Estas coloraciones se presentan debido a la influencia de los minerales que constituyen el material parental. Los factores climáticos, precipitación y altitud están relacionados con colores rojizos y amarillentos.

Los valores de densidad aparente se relacionan con el tipo de textura que presenta el suelo, los suelos que presentan una textura arcillosa poseen densidades aparentes más bajas, en comparación a los que tienen texturas arenosas.

La textura que predomina en los suelos estudiados es la a

renosa, presentándose también la arcillosa, franca, migajón arcilloso, migajón arenoso. Los suelos francos tienen una proporción de arenas, limos y arcillas que se considera la ideal, ya que tienen una capacidad de adsorción de nutrientes agua, aire, etc; además tienen un buen drenaje y son de fácil manejo en el laboreo. Los suelos arcillosos son pesados presentan una mayor acumulación de agua, macro y micronutrientes, tienen una buena agregación y plasticidad debido a una mayor cohesión de sus partículas. Los migajón arenoso tienen un elevado drenaje y aereación debido a una mayor porosidad.

Así tenemos que la textura que predomina en los perfiles M_1 , C_2 , C_3 es franco arenosa, en el perfil T_1 es la arcillosa, en el perfil C_1 es la franca, en el perfil T_3 se presenta con mayor frecuencia la textura de migajón arcilloso.

Los valores de pH en la mayoría de los perfiles estudiados, se consideran de acidez media a fuerte acidez, esto se debe principalmente a la alta precipitación pluvial, la cual ocasiona un continuo lavado de bases y su reemplazo por H^+ y Al^{3+} en el complejo de intercambio, es debida también a los procesos de meteorización y al uso de fertilizantes, a la presencia de materia orgánica y a un bajo contenido de bases.

Observamos que el pH de los perfiles T_1 , T_3 , C_2 presentan valores muy ácidos, en los perfiles C_1 , C_3 presentan suelos con una acidez media, y los perfiles M_1 , C_4 tienen acidez que van de muy débil a una acidez media.

El contenido de materia orgánica es alto, su fuente originaria son principalmente los restos de vegetales que se han depositado y biodegradado en el suelo, proporcionando de esta forma nutrientes para las plantas.

Los valores más altos se presentan en el perfil T₃ con un 12.7 % y el valor más bajo se obtuvo en el perfil T₁ con un valor de 3.11 %, estos valores hacen referencia a la capa superficial.

En todos los perfiles se observa que el porcentaje de materia orgánica disminuye gradualmente a medida que la profundidad del perfil aumenta.

La capacidad de intercambio catiónico total observada se considera que varía de alta a media. La capacidad de intercambio catiónico es importante, ya que si un suelo presenta una C. I.C.T. elevada implica que la retención de estos cationes por el suelo sea, también mayor con lo que se evita que estos se pierdan por los fenómenos de lixiviación, esto tiene influencia directa sobre la fertilidad de un suelo ya que estos cationes constituyen tanto los macro como los micronutrientes de los vegetales.

Los valores de fósforo presentes en los suelos estudiados se consideran muy bajos. Esto puede deberse a que la ácidez presente en los suelos hace que las cargas positivas y la adsorción de aniones aumente con lo que ocurre una mayor precipitación de fosfatos, además la disponibilidad del fósforo ocurre en pH cercanos a la neutralidad.

7 CLASIFICACION Y CONCLUSIONES

La zona de estudio de encuentra comprendida en el transecto de Texitlán Hueytamalco y Coaxacota. Pertenecientes a la cuenca cafetalera de Tlapacoyan Veracruz.

Todos los sitios de muestreo se han considerado como adecuados para el cultivo del café, debido a que las condiciones de clima (precipitación y temperatura), altitud y edafológicas presentes son las propicias para el desarrollo y cultivo de éste. Además el contenido de materia orgánica es alto, la cual es fundamental debido a las funciones que desempeña en el suelo, como es la de aporte de cationes, fuente de nitrógeno, facilitar la agregación de partículas del suelo, conservar la humedad y dar mayor capacidad de amortiguación.

De acuerdo con las observaciones de gabinete, de campo y de los resultados obtenidos en los análisis fisicoquímicos practicados en el laboratorio, los perfiles de suelo fueron clasificados según el sistema de Clasificación de la Séptima Aproximación del U.S.D.A de 1960 y 1975.

La séptima aproximación divide los suelos en seis categorías, a saber, orden, suborden, grandes grupos, subgrupos, familias y series, en el sistema americano sobre la clasificación de suelos.

La nomenclatura propone 10 órdenes de suelos, los cuales terminan en el subfijo sol, que indica suelo.

Los criterios que se aplican para clasificar los suelos de las seis categorías son:

Orden: Grado de la formación de los horizontes, lo que revelan los horizontes A y B para hacer un diagnóstico, estado de la meteorización; y la composición orgánica mineral.

Suborden: Mineralogía, contenido de humedad a diferentes tensiones, temperatura, material o roca madre, horizonte de diagnóstico horizontes extra.

Grandes grupos: Presencia o ausencia de horizontes de diagnóstico, presencia de horizontes extras que no siguen una secuencia definida, temperatura.

Con base a las características fisicoquímicas que presentaron los suelos, se clasificaron dentro del orden Inceptisol, Suborden Andept, Gran grupo Ocrandept y Molandept.

Inceptisol en estos el desarrollo de los horizontes genéticos es precisamente el principio de los inceptisoles, pero eg tén aún considerados como más viejos que los entisoles. Típicamente los inceptisoles tienen epipedones ócricos y pueden tener otros horizontes de diagnóstico, pero muestran poca evidencia de la eluviación. Carecen de suficientes características de diagnóstico para ser puestos en cualquiera de los 8 órdenes restantes de suelo. Estos se presentan en todas las zonas climáticas donde hay algo de lavado en la mayor parte de los años. Son de acidez ligera a fuerte.

Andepts: (con arcilla amorfa o cenizas volcánicas vítricas y piedra pómez) dependiente suave a profunda; principalmente bosques; (suelos de año y algunos suelos de tundra).

Ochrept (con horizontes superficiales delgados o de color claro y poca materia orgánica) dependiente suave a moderada; presentan una saturación de bases menor al 50 %.

Molandept: Con un horizonte superficial que cuando se mez
cla hasta una profundidad de 17.5 cm contiene más del 1 % de M.
O. y presenta valores de color más oscuros de 5.5 en seco y 3.
5 en húmedo. La estructura no puede ser masiva ni dura. La sat
uración de bases es superior al 50 %.

Clasificación de los perfiles estudiados:

Perfil T₁

Orden Inceptisol
Suborden Andept
Gran grupo Ocrandept

Perfil C₁, C₂, C₃, C₄

Orden Inceptisol
Subgrupo Andept
Gran grupo Molandept

Perfil T₂

Orden Inceptisol
Subgrupo Andept
Gran grupo Molandept

Perfil T₃

Orden Inceptisol
Subgrupo Andept
Gran grupo Ocrandept

Perfil M₁

Orden Inceptisol
Subgrupo Andept
Gran grupo Molandept

- 1.- Aguilera H.H. 1957. Suelos de Ash. Génesis, morfología y clasificación. Serie de Investigación No. 6 SNA. Colegio de Post-graduados, Chapingo, Mex.
- 2.- Aguilera H.H. 1969. Geographic distribution and Characteristic of volcanic ash soil in México. Panel sobre suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. Interamericano de Ciencias Agr. de la OEA. Turrialba, Costa Rica, C.R.
- 3.- Allende L.R. 1962. Introducción al estudio de suelos derivados de Cenizas Volcánicas o de ando del volcán de la Malinche, México, Tesis Profesional de la Facultad de Ciencias, U.N.A.M.
- 4.- Besouin, M.E. 1957. Mineralogía de las arcillas de algunos suelos volcánicos de Chile. Agr. Tec. Santiago de Chile.
- 5.- Besouin, M.E. 1969. Mineralogía de las arcillas de los suelos derivados de Cenizas Volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. Interamericano de Ciencias Agronómicas de la OEA, Turrialba, Costa Rica. B.I.
- 6.- Bouyoucos, G.J. 1943. Directions for making mechanical analysis of soil by Hydrometer method. Soil Sci.
- 7.- Cordoba, I. 1960. Breve instructivo, sobre el cultivo del café. Banco Nacional de Crédito Ejidal, S.A. Méx.
- 8.- Contreras A.A. 1965. Clima de distintas regiones del Estado

de Puebla. Colegio de Post-graduados Chapingo.

- 9.- Cardenas C.C. 1972. Estudios edafológicos en la zona cafetalera de Tlapacoyan, estado de Veracruz. Tesis Fac. Ciencias U.I.A.M.
- 10.- Coate, R., 1968. El café. Ed. Blume, Barcelona España.
- 11.- Cortés., L.A. 1966. Suelos de Ando de la República Mexicana. Soc. Méx. de la Ciencia del Suelo. INIFOP México, D.F.
- 12.- Demat, A y Robin, C. 1975. Las fases del vulcanismo en México en relación con la evolución geodinámica desde el Cretácico. Boq. Inst. de Geología, UNAM. México.
- 13.- Duchaufor, P.L. 1977. Atlas ecológico de los suelos del Mundo. Ed. Toray-Masson, S.A. Barcelona, España.
- 14.- El café en México. México 1955, Secretaría de Agricultura y Ganadería Comisión Nacional del Café.
- 15.- H.S. Fassbender. 1972. Variaciones estacionales de elementos nutritivos en suelos derivados de cenizas volcánicas de Costa Rica. II. Panel sobre suelos volcánicos de América Pasto, Colombia, S.A. IICA.
- 16.- Flach, W.K. 1969. The use of the 7th. Aproximación for the clasification of soil from volcanic ash; Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina Centro de Enseñanza e Investigación. Instituto Interamericano de Ciencias Agr. de la OEA, Turrialba, Costa Rica.
- 17.- Foth, H.D. L.M. Turk 1975. Fundamentos de la Ciencia del Suelo Ed. Continental. S.A. México.
- 18.- Puerto, M. (1975) Estudios edafológicos en la zona cafetalera de Puebla U.I.A.M. Colección de Tesis.

19.- García, O.J. (1977) Estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas en el transecto de Ixmiquilpan, Edo. de Puebla. Tesis de la Facultad de Ciencias U.N.A.M.

20.- García, E. (1973) Modificaciones al Sistema de Clasificación climática de Köppen (adaptación a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía. U.N.A.M.

21.- García, O.J. (1979) Estudios de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas en el transecto de Ixmiquilpan del café a Ixmiquilpan de los Reyes. Edo. de Veracruz. México, Tesis. Fac. de Ciencias UNAM.

22.- Hernández X.E. y F. Miranda. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Bol. de la Soc. Bot. México, vol. 28

23.- I N M E C A F E (1975) Perfil cafetalero del Edo. de Puebla. Innecafé. Méx Folleto.

24.- I N M E C A F E (1976) México y el consumo Internacional del café. Innecafé México.

25.- Johnson, G.E.L. 1970. Morfología, Génesis y Clasificación de algunos perfiles de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas del Pico de Orizaba, Ver. Tesis. Fac. Ciencias. UNAM.

26.- Kanno. I. 1964. Génesis and Classification of main genetic-soil types in Japan. Nynshu Agric. Ex. Sta. Chikurgo VII.

27.- Jackson, N.L. 1964 Análisis químico de suelos, Ed. Omega, Barcelona, España.

28.- Kobo, K. 1964. Properties of volcanic ash soil. Report on classification and Correlation of Soil From Volcanic Ash. Tokio, Japan. FAO. World Soils Resources Report.

- 29.- Martini, J.A. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de Cenizas Volcánicas en Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. Interamericana de Ciencias Agr. de la OEA. Turrialba, Costa Rica. A.5.
- 30.- Muñoz, I.D. 1976. Algunos aspectos edafológicos en suelos de café Puebla. Tesis profesional, Fac. Ciencias UNAM.
- 31.- Munsell Soil Color Chart. 1954. Edition Munsell color Company, Inc. Baltimore, 2 Maryland, USA.
- 32.- Olea, F.J. 1978. Estudios edáficos de suelos derivados de cenizas volcánicas y algunas series de los mismos del transecto Ixtla-Chavxtla estado de Veracruz. Tesis. Fac. Ciencias UNAM.
- 33.- Peña, V.M.L. 1978. Algunos estudios de suelos de suelos derivados de cenizas volcánicas y de arundo, cultivados con café en el transecto de Jalapa-Córdoba, Veracruz. Tesis Fac. Ciencias UNAM.
- 34.- Raisz, E. 1964. Landforms of México Physiographic Provinces Geography Branch of the Office Naval Research. Cambridge-Mass.
- 35.- Rezedowski, J. (1978) Vegetación de México. Ed. Limusa, México.
- 36.- Sanchez, B.S. 1980. Estudios edafológicos de suelos cafetaleros en la zona volcánica del municipio de Hueytamalco, Edo. de Puebla. Tesis. Fac. Ciencias.
- 37.- Suwhan, K. . y Gómez Pompa. 1970. Estudio y Cartografía de la vegetación de la zona noroeste de los estados de Puebla y Veracruz.

- 38.- Shimada, M.k. 1972. Estudios de Algunos perfiles de suelos derivados de cenizas volcánicas y de ando del Ajusco D.F. México. tesis profesional, Fac. Ciencias. UNAM.
- 39.- Tamayo, L.J. 1962. Geografía General de México, Geografía Física. Tomo II. 2a. IMIE.
- 40.- Torres. O.G.I. 1976. Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas del Transecto Tezcutlán, Puebla, Jalapa. Veracruz. Tesis Fac. Ciencias. UNAM.
- 41.- Walkley, D. y J.A. Black. 1934. An examination of the Degt arff method, for soil organic matter, and a proposed modification, of the chronic acidtitretion method Soil Sci.
- 42.- U. S. D. A. 1975. Soil Taxonomic U.S.D.A. pag. 2-269