

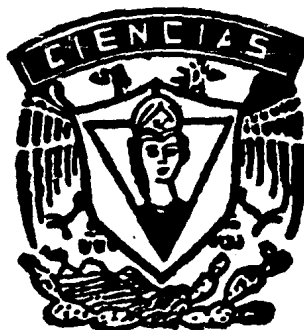
*illegible*

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

---

**FACULTAD DE CIENCIAS**

*15*  
*84*



**ESTUDIOS EDAFOLOGICOS DE UNA  
ZONA CAFETALERA DEL SOCONUSCO,  
ESTADO DE CHIAPAS**

**TESIS PROFESIONAL**

Que para obtener el Título de

**B I O L O G O**

**P r e s e n t a**

**SILVIA GUADALUPE RAMOS HERNANDEZ**

México, D. F.

6417

1979

*101*



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

ESTUDIOS EDAFOLOGICOS DE UNA ZONA CAFETALERA DEL SOCONUSCO,  
ESTADO DE CHIAPAS

INDICE	pág.
I. INTRODUCCION .....	1
II. OBJETIVO .....	3
III. REVISION DE BIBLIOGRAFIA	
1 GENESIS DE LOS SUELOS DERIVADOS DE ORIGEN VOLCANICO ENFASIS EN LOS SUELOS DE ANDO	
1.1 Factores de Formación	
1.1.1 Material parental. Rocas ígneas .....	5
1.1.2 Clima. Intemperismo .....	9
1.1.3 Organismos .....	12
1.1.4 Relieve y topografía .....	13
1.1.5 Tiempo o edad .....	14
1.2 Características y propiedades importantes de suelos derivados de cenizas volcánicas .....	15
1.3 Clasificación .....	20
2 GENERALIDADES DEL CAFE	
2.1 Sistemática, especies y variedades de interés económico .....	22
2.2 Factores ambientales y productividad .....	24
2.3 Suelos y nutrición .....	27
2.4 Sombra y poda .....	29
2.5 Cosecha y beneficio .....	30
3 EL CAFE Y SU DISTRIBUCION GEOGRAFICA	
3.1 En el Mundo .....	31
3.2 En México .....	33
3.3 En Chiapas .....	36
3.4 En Soconusco, Edo. de Chiapas .....	38

IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA	
1. Localización y límites del área de estudio ...	41
2. Geología .....	41
3. Fisiografía .....	44
4. Climatología .....	44
5. Hidrografía .....	55
6. Vegetación .....	56
7. Edafología .....	60
V. MATERIAL Y METODOS	64
1. Análisis Físicos:	
1.1 Color en seco	
1.2 Color en húmedo	
1.3 Densidad Aparente	
1.4 Densidad Real	
1.5 Espacio poroso	
1.6 Textura	
2. Análisis Químicos:	
2.1 pH	
2.2 Materia Orgánica	
2.3 Capacidad de Intercambio Catiónico Total	
2.4 Calcio	
2.5 Magnesio	
2.6 Fósforo	
2.7 Potasio	
2.8 A lofano	
2.9 Aluminio	
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	66
VII. RESUMEN Y CONCLUSIONES .....	103
VIII. BIBLIOGRAFIA .....	108

## I. INTRODUCCION

1.

El hombre a través de su historia se ha esforzado por utilizar el medio ambiente complejo, dinámico, para su beneficio económico. La época actual de pendiente de los energéticos, deriva su atención principalmente de un recurso natural no renovable que aporta incalculables divisas para nuestro país: el petróleo. Sin embargo, se descuida un recurso natural renovable, el suelo (que en determinadas circunstancias puede llegar a convertirse en un recurso natural "no renovable") importante y determinante para la evolución de la humanidad y que indirectamente aporta también divisas a través de los cultivos que se cosechan en él.

Las cantidades de elementos nutritivos que se extraen anualmente por las cosechas de varios cultivos en las diversas regiones de nuestro país, traídas a la economía de exportación y/o para consumo nacional, son de importancia considerable y no deben ser subestimados, sin embargo logran el mínimo de restitución necesaria.

Los factores que determinan la estructura básica sobre la cual descansan las labores agrícolas del hombre son: clima, fisiografía y suelos. Si un factor es demeritado por desconocimiento de las cualidades del suelo, se reducen grandemente las oportunidades de obtener con éxito la producción de cosechas. La utilización del suelo y su capacidad productiva para un beneficio económico a largo plazo, está determinada principalmente por sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Se requiere entonces de un profundo conocimiento de su desarrollo pedogenético, la fertilidad, así como de prácticas de manejo basadas en principios científicos, pero a la vez reforzadas con experiencias prácticas de campo, laboratorio e invernadero.

Desde un principio debe reconocerse que no todos los suelos son apropiados para la producción de cosechas. Si se elimina el bosque el balance es alterado, los nutrimentos debido a siglos de desarrollo pueden perderse en dos o tres años por lixiviación y erosión, a menos que se siga un cuidadoso programa de manejo y fertilidad. La vegetación no da una información verdadera de lo que puede esperarse del suelo cuando se le somete a cultivo. Por otra parte, un suelo descubierto y sin protección en los trópicos y subtropicos del país, son fácil presa de la erosión como queda demostra-

do por las grandes cantidades de limos y arcillas transportados por los ríos que drenan de las zonas desmontadas.

Con mayor frecuencia el nivel de elementos aprovechables en un suelo es de tal naturaleza, que se debe restituírsele a intervalos frecuentes para mantener la productividad en forma constante. La remoción de elementos por las plantas no es la única pérdida, factores como lixiviación, erosión, almacenamientos (como reservas en las plantas), utilización de nutrimentos por la materia orgánica y los coloides del suelo tienen su parte. Por lo tanto, aún el suelo más fértil y productivo, como es el caso de los suelos derivados de cenizas volcánicas jóvenes, requieren tarde ó temprano de la restitución de algunos de los nutrimentos.

Más del 50% del café que se produce en el Estado de Chiapas, primer productor del país, proviene de la región cafetalera del Soconusco, situada en la porción sureste de la Sierra Madre de Chiapas. Este cultivo encabeza a los demás productos agrícolas que se producen por hectárea. Esta región como un recurso natural es y ha sido potencialmente de mucho valor en el desarrollo económico del Estado. La producción de café en su zona cálido-húmeda, sobre sus suelos derivados de origen volcánico, confirma que es uno de los lugares ecológicos más apropiados para la cafecultura. La topografía de esta región, accidentada la mayor parte, permite el aprovechamiento para este cultivo, inadecuadas para el desarrollo y explotación económica de otras líneas agrícolas.

En este trabajo, se describen las características de formación de los suelos de origen volcánico, haciendo especial énfasis en los suelos derivados de cenizas volcánicas, así como algunas características del cultivo del café.

Para el presente estudio se efectuaron 7 Perfiles de suelo, sobre la vertiente Pacífica de la región cafetalera del Soconusco en dos direcciones: Tapachula-Unión Juárez (hacia el Este) y Tapachula-Maravillas (hacia el Norte). El primero muestra influencias de deposición de cenizas volcánicas recientes por su mayor cercanía al Volcán Tacaná así como a la influencia de los volcanes guatemaltecos. El segundo transecto muestra suelos derivados de granito y andesita, los cuales han recibido aportes de cenizas, afectando el desarrollo pedogenético de dichos suelos pero a la vez, han favorecido la fertilidad de éstos.

Las altitudes de los sitios muestreados variaron de 300 hasta 1,300 m. Entre los resultados encontrados, los suelos de origen andesítico están muy meteorizados, lo cual se hace evidente por el pH extremadamente ácido presentándose toxicidad por  $Al^{+++}$  aún cuando presentan contaminación con cenizas andesíticas recientes. Los suelos que tienen propiedades edafológicas más apropiadas para el café, son los suelos de cenizas volcánicas jóvenes, altamente ricos en materia orgánica.

En general se observa que el grado de desarrollo de los suelos está íntimamente relacionados con la cantidad de precipitación que en esa zona es alta, variando entre 4,000 y 5,000 mm anuales.

Se presentan los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos así como las gráficas y descripciones de los perfiles respectivos. Se incluye el Perfil número 8 realizado a 14 kms de Jalapa, Estado de Veracruz.

Se hace un breve análisis de dichos suelos, las características físicas y química, su relación con el cultivo del café, con base en el cual se dan algunas sugerencias para el mejor aprovechamiento tanto de este cultivo como del suelo que lo sustenta.

## II. O B J E T I V O

Este trabajo pretende dar una aportación al conocimiento de algunos suelos de la región sureste de la zona cafetalera del Soconusco, Estado de Chiapas, a través del estudio de las muestras de suelo colectadas para tal objeto y relacionarla con los factores formadores del suelo con fines de su clasificación pedogenética y establecer algunos lineamientos sobre el mejor manejo de los mismos.



### III. REVISION DE BIBLIOSRAFIA

#### 1. GENESIS DE LOS SUELOS DERIVADOS DE ORIGEN VOLCANICO

##### 1.1 Factores de formación. Enfasis en los suelos de Ando y sus propiedades

La Ciencia del Suelo propiamente dicha fué realmente originada en Rusia, hacia 1880 por B. Dokuchaev (1846-1903), quién no aceptó las concepciones dominantes de exclusividad geológica de ese entonces e insistió en la influencia de los climas, formulando su célebre "ley de zonalidad de los suelos". Esto es, que los suelos son el resultado de la interacción de varios factores los cuales sirven como origen para la evolución del perfil del suelo, bajo la dominancia del clima.

De acuerdo con Lyon y Buckman (1976), "el suelo puede definirse como el cuerpo natural originado por una mezcla variable de materiales fraccionados e intemperizados, y por la descomposición de materia orgánica, los cuales cubren a la Tierra en una delgada capa y pueden proporcionar cuando contienen, las cantidades apropiadas de aire y agua, el soporte mecánico y en parte, el sustento para las plantas". En todos los procesos de formación de los suelos, el material parental, clima, relieve, organismos (vegetales y animales) y tiempo, juegan un papel importante. La exposición del material parental a través del tiempo, bajo condiciones ambientales favorables dará por resultado el establecimiento de plantas que realizan la fotosíntesis. Su crecimiento es el resultado de la acumulación de residuos orgánicos, cuya descomposición por los microorganismos, conducen a la mineralización de los nutrimentos de la materia orgánica que las plantas pueden volver a utilizar.

El Soconusco, es una zona inminentemente de origen volcánico que al igual que muchas zonas occidentales, orientales y centrales de nuestro país, han originado suelos bajo diversos climas y procesos. Aguilera, (1963). En este trabajo se hace énfasis entre las rocas ígneas y los factores formadores, aunque el estudio de las rocas sedimentarias y metamórficas es de igual importancia, sin embargo, van más allá de los límites de esta investigación. Esto resulta de especial importancia si se toma en cuenta que el origen de las rocas ígneas se centra en la actividad volcánica y que aproximadamente el 65% de la corteza terrestre se encuentra formada por éstas. Windley, (1977).

### 1.1.1 Material parental. Rocas ígneas

Los suelos sobre rocas ígneas tienen su origen en los magmas que se presentan en forma de mantos o coladas, recubriendo grandes extensiones de la superficie terrestre, que se calculan en 2 millones de  $\text{km}^2$ . González-Bonorino, (1972). El magma es una mezcla compleja cuyo principal componente es la sílice 45-75% seguida de la alúmina (relativamente constante), a un promedio de 15% y una proporción variable de los cationes de hierro, magnesio, calcio y de los álcalis sodio y potasio. Las rocas intrusivas o plutónicas se han formado de un magma sepultado a considerable profundidad en la corteza terrestre, enfriados lentamente y con un largo proceso para su cristalización y solidificación total, por lo cual las partículas minerales alcanzan tamaño considerable, textura granosa, gruesa. Por el contrario, las rocas eruptivas, efusivas, (volcánicas, como lo cita Pomerol, 1974) se forman cuando el magma ha sido depositado como lava en la superficie terrestre, su enfriamiento y solidificación son rápidos dando lugar a las rocas de grano fino. Los magmas intermedios o hipabisales, se forman por cristalización fraccionada de los magmas basálticos, o por acidificación de estos magmas como resultado de la incorporación y asimilación de las rocas supracorticales o ambos procesos.

Los magmas ácidos se forman en la capa granítica de la corteza, mientras que los básicos provienen de la zona infracontinental. El magma granítico asciende trabajosamente y se introduce en el núcleo comprimido y pesado del orógeno, donde forman grandes cuerpos llamados batolitos. En contraste, el magma basáltico asciende por extensas roturas tensionales que atraviesan la corteza en regiones no orogénicas, donde la corteza es comparativamente delgada y no tiene mayor dificultad en alcanzar la superficie. Rocas ácidas son el granito-riolita; intermedias, diorita-andesita y básicas el gabro-basalto los cuales varían en el porcentaje de sílice y álcalis, compensado por una disminución de magnesio, hierro y calcio. Las rocas ácidas comúnmente tienen una relación catión/anión (este último como sílice libre  $\text{SiO}_2$  en forma de cuarzo); mientras que las básicas presentan mayor relación catión/anión. Pomerol, (1974) y Windley, (1977).

Tanto las rocas plutónicas ó intrusivas como las eruptivas ó extrusivas, no tienen la misma abundancia en la superficie terrestre. La roca plutónica más común es el granito que aflora en gran extensión sobre todo en los núcleos o escudos continentales y en las cordilleras marginales de los continentes; mientras que entre las rocas extrusivas, la más abundante es el basalto que en forma de coladas de lava, cubren extensas áreas, particularmente en las plataformas periféricas de los escudos. González-Bonorino, (1972) y Windley, (1977).

#### Rocas plutónicas ó intrusivas.

De acuerdo con su composición química y mineralógica, se subdividen en: ácidos, con 75% de sílice: granito; neutros: diorita con menos de 60% de sílice y básicos-ultrabásicos -con 40% y menos de sílice: gabros y peridotitas.

El 95% de las rocas plutónicas o intrusivas son graníticas, común en los macizos antiguos. El granito es una roca enteramente cristalizada, color claro, formada principalmente por feldespatos y cuarzo ( $\text{SiO}_2$ ). El feldespato dominante es el de potasio: la ortosa  $\text{Si}_3\text{AlO}_8\text{K}_6\text{SiO}_2\text{Al}_2\text{O}_3\text{K}_2\text{O}$  de color blanco, rosa, rojo, gris y la oligoclasa, de color blanco. El cuarzo se presenta en campos grisáceos irregulares rodeando a otros cristales. Los granitos contienen pequeñas cantidades, un 10% de mica biotita, mineral oscuro, aunque puede contener también muscovita y hornblenda. Contiene además minerales accesorios como zircón, esfena, apatita, magnetita e ilmenita. Pomerol, (1974) y Windley, (1977).

Los granitos típicos de grano mediano tienen aspecto moteado, coloración grisácea en general, a veces de color rosa o rojas, estando determinado el matriz de la roca por la ortosa, el mineral más abundante. Algunas veces, la presencia de un mineral en proporción anormalmente elevada, modifica el aspecto de la roca: granito anfibólico, piroxénico, muscovítico, de dos micas. En general los granodioritas son más oscuros que los granitos. González-Bonorino, (1972).

### Rocas efusivas ó extrusivas.

La estructura microlítica de estas rocas presenta dos tiempos de cristalización: primero lenta en profundidad con formación de grandes cristales idiomorfos o fenocristales, y un segundo tiempo de cristalización rápida ligada a la efusión del magma en superficie, que da lugar a la formación de cristales microscópicos, finos y alargados microlitos envueltos por una pasta vítrea amorfa. Se agrupan en una serie que va de las más ácidas a las más básicas, comprendiendo los siguientes tipos: riolita, dacita, andesita y basalto. Las ácidas son por lo general de tonos claros y poco densas, mientras que las básicas son oscuras y muy densas. Pomerol, (1974) y Windley, (1977).

Por la extensión que cubren en la superficie terrestre, tienen importancia los basaltos y las andesitas. Los primeros, han cubierto extensiones considerables de terreno, en forma de lavas fluidas y son las más abundantes de todas las rocas extrusivas. Las erupciones basálticas, formaron en la Era Terciaria, coladas enormes (como en el caso de la Cuenca del Paraná en el Brasil, 900,000 km<sup>2</sup>). Estas son rocas compactadas y pasadas, compuestas esencialmente de plagioclasa, augita y olivino. Pomerol, (1974).

Las andesitas, son lavas ácidas, mucho más viscosas. Los volcanes andesíticos son numerosos en la Era Terciaria y Cuaternaria. Generalmente consolidan poco después de su salida del cráter, formando cúpulas, o bajo forma de coladas en los que se intercalan productos de proyección. Abundan extraordinariamente en la Cordillera de los Andes, de donde toman su nombre de andesitas y, en general en las cadenas de plegamiento de edad Terciaria. Después de los basaltos son las lavas más abundantes del globo. Es el equivalente volcánico de la riolita por tanto compuesta principalmente por oligoclasa o andesina. La ortosa y el cuarzo no aparecen o si lo hacen están en cantidades menores del 5%. Pueden presentar hornblenda, biotita, augita, hiperstena, frecuentemente en fenocristales. La andesita se denomina generalmente por el contenido de minerales oscuros; andesita hornbléndica, andesita hipersténica, caracterizados por su gran viscosidad. Pomerol, (1974), y Windley, (1977).

Por su relación directa con la actividad extrusiva, adquiere gran importancia el estudio de los productos de proyección o piroclastos. Cuando los gases escapan violentamente arrastran en su salida materiales fundidos

y sólidos que se fragmentan y caen posteriormente en forma de lluvia, después de haberse enfriado total o parcialmente en el aire. Estos piroclastos se clasifican según su tamaño, en bombas, lapillis y cenizas, aunque dominan otras nomenclaturas como escoria, cinder y arenas.

Los fragmentos piroclásticos cuyo tamaño está comprendido entre 3 y 30 mm se denominan lapillis, término que se restringe más específicamente a piroclastos finos de composición basáltica, llamándose pómez a los de composición ácida de cualquier tamaño, de color claro, muy porosos y ligeros. El nombre de cinder se aplica preferentemente a los depósitos en los que predominan escorias sueltas y lapilli. Estos materiales suelen acumularse en las proximidades de las bocas eruptivas, constituyendo el cono volcánico. Las cenizas y arenas son fragmentos pulverizados, esencialmente vítreos que por su peso se mantienen en suspensión durante mucho tiempo.

#### Genizas volcánicas

La composición mineralógica de los suelos de cenizas volcánicas depende de la petrografía de las cenizas de origen, influido por varios factores, como calidad de los vidrios (ácidos, neutros o básicos) y del estado de intemperismo del suelo. La fracción arena (2 mm - 50 micras) contiene muchos minerales que se encuentran frecuentemente en los suelos no-volcánicos (no extrusivos) junto a otros propios de las cenizas como son los minerales ferromagnesianos (olivinos, piroxenos, anfíboles), feldespatos, cuarzo y sus variedades polimórficas, cristobalita, tridimita, magnetita y varios silicatos. Besoain, (1969) y Colmet, (1969).

#### 1.1.2 Clima. Intemperismo

El clima es esencial no solo para la formación del suelo, sino también para la vegetación y los organismos. Por tanto se señala, primero la influencia con los suelos y posteriormente con los organismos.

La velocidad de las reacciones de descomposición se duplica cada vez que la temperatura se eleva alrededor de 10°C (Ley de Van t'Hoff). Los climas tropicales son mucho más alterantes que los climas fríos. Las condiciones de avenamiento y de circulación de las aguas son también importan

tantes. Cuanto más intensa es, más rápidamente se alteran las rocas por continua lixiviación. Influyen concretamente sobre el material de origen la humedad, temperatura, luz solar, viento y presión atmosféricas, que se modifica en mayor o menor grado de acuerdo a la zona geográfica, la topografía, los grandes volúmenes de agua, las corrientes oceánicas, la vegetación, el hombre y el tiempo, los cuales intervienen en la velocidad de descomposición de los minerales del suelo. Pomerol, (1974) y Hardy, (1970).

La intensidad de la alteración química por las temperaturas, la presencia o la ausencia de agua, la humedad relativa, la potencia de la vegetación desempeñan un papel principal en la determinación de la velocidad de intemperismo y pérdida de agua. Sin embargo, son los diversos microclimas que rodean a las rocas volcánicas los que gobiernan la meteorización para producir un equilibrio en la litósfera.

La mayoría de las transformaciones de las rocas son de tipo exógenas. Los agentes más activos son: el oxígeno, que proviene ya sea del aire o de la reducción de óxidos; el anhídrido carbónico que desempeña el papel de ácido cuando está disuelto y permite, el retiro fácil de las bases bajo la forma de carbonato o de bicarbonatos solubles. El agua cuya acción es la más importante, se encuentra ligado en la base de todas las alteraciones exógenas de las rocas; es el agente de transporte más frecuente de los cuerpos que resultan de la alteración de los ácidos que la provocan. Pura se comporta como un ácido débil por los iones  $H^+$  libres que encierra. Las aguas de lluvia son a menudo ricas en ácido nítrico, sulfúrico, arsénico. Los ácidos atacan los cristales, ya sea expulsando las bases que sostienen la red, o bien desplazando los ácidos silícicos más débiles. Estos desempeñan un papel más o menos importante, según las condiciones de los medios en que se encuentra la roca. Hardy, (1970) y Mohr y Baren, (1976).

Las rocas sufren descomposiciones químicas, que modifican su mineralogía y a veces su estructura, destruyéndose ciertos minerales, que pueden ser reemplazados por otros de neoformación y disgregación mecánica que solo afectan su textura y cualidades físicas. Pomerol, (1974).

Dentro de los principales procesos de alteración de los minerales se encuentran los siguientes:

El cuarzo es el mineral resistente a la alteración química. La bauterización por la acción de las aguas atmosférica de las micas negras: biotita, pierden su brillo negro y se vuelven amarillo oro hasta grises claros, los cuales no se distinguen de los cristales de muscovita. Extremadamente común esta alteración se debe a la desaparición de los elementos ferromagnesianos los cuales desaparecen y colorean a los cristales vecinos.

La cloritización implica una hidratación y liberación de  $K^+$  y  $Fe^{++}$  (hematita y magnetita) produciéndose óxidos de hierro, caolín y arcillas ácidas. Pomerol, (1974).

La caolinización consiste en la pérdida total de álcalis, transformando los feldspatos en arcillas, silicatos hidratados de alúmina. La caolinita se forma en medios muy ácidos, bajo clima cálidos solamente, y entre rocas de fácil lixiviación que contengan  $K^+$  y  $Na^+$ ; pueden resultar también de la acción de aguas hidrotermales. La haloisita es más abundante en los medios neutros o débilmente ácidos de clima cálido o templados, sobre todo entre las rocas básicas; ocurre lo mismo con el alofano. Pueden existir numerosos estados intermedios de descomposición de los silicatos de alúmina a causa de las variaciones del pH del medio de alteración.

El proceso de laterización consiste en la eliminación casi total de la sílice por las aguas de lixiviación junto con los álcalis, y la acumulación in situ de hidratos de aluminio (gibsita) y de sesquióxidos o de hidratos de hierro (goethita, stilpnosiderita) que dan el color rojo característico. Algunas veces se interrumpe este desarrollo cuando los suelos se encuentran cerca de zonas volcánicas activas, que aportan periódicamente cenizas. Hardy, (1970) y Pomerol, (1974).

Parece completamente establecido que las estructuras de rocas de grano grueso con tensiones internas son más fácilmente alterables.

La descomposición de las rocas ácidas granosas (granito, diorita), es lenta, progresiva y la zona de separación muy espesa, y conserva la estructura inicial. Primeramente se alteran los feldspatos (comenzando por las plagioclasas), que dan un polvo rugoso y blanco de caolinita y gibsita. Las micas pierden sus álcalis, se hidratan y, finalmente, el único mineral que subsiste es el cuarzo, con nódulos de stilpnosiderita, de caolín muy puro y de hidrargilita muy cristalina. Más bien son arcillas o caolines y no ver

daderas lateritas, porque la sílice no ha sido totalmente retirada (bases insuficientes para crear un medio alcalino) y queda combinado con la alúmina. González-Bonorino, (1972) y Pomerol, (1974).

Bajo un clima templado, el espesor de los suelos graníticos es muy variable, según la profundidad de alteración. De color gris, su horizonte superior suele presentarse oscuro por el humus. Cuando no han sufrido modificaciones, están constituidos principalmente por arena en la que, sobre un fondo arcilloso, se notan cuarzos turbios, feldespatos corroídos, micas cloritizadas, manchas de hierro y gránulos de materia orgánica. El horizonte profundo está constituido por una red irregular de zonas rubificadas las que rodean las partes de arena pulvorenta de color claro. Algunas fracturas antiguas de la roca madre actúan frecuentemente como tuberías y los óxidos de hierro se acumulan en ellas. Pomerol, (1974), Duchaufour, (1978).

En las regiones de clima tropical cálido-húmedo o ecuatorial, la alteración lleva al mismo resultado, igualmente para las rocas ácidas (granito o gneis), que para las rocas básicas (diabasa), y el término final de la alteración consiste en la completa descomposición de la molécula cristalina de silicato. Por otra parte los suelos sobre andesitas, ricas en sanidina y pobres en cuarzo, dan suelos arcillosos. La descomposición de las rocas eruptivas bajo los climas tropicales húmedos es casi siempre total y profunda, el espesor de las zonas alteradas puede sobrepasar un centenar de metros. Pomerol, (1974).

En las rocas básicas la alteración es más rápida, los productos de alteración es más rápida, y los productos menos ricos en cuarzo, ya que la roca no lo contiene en estado libre.

### 1.1.3 Organismos

El factor organismos: vegetación y animales del suelo. La vegetación se considera como una variable dependiente cuando el desarrollo de formaciones vegetales depende de otros factores del medio ambiente, y también como una variable independiente, cuando una vez que la vegetación se ha establecido, su contribución a la formación del suelo, especialmente por medio de residuos vegetales (que constituyen parte del material bruto del que se for



ma la materia orgánica) es independiente de estos otros factores, excepto en lo que respecta al crecimiento de las plantas. El factor ambiental más importante del cual depende la vegetación para su desarrollo como una variable dependiente es el clima. Diferentes regímenes de temperatura y pre cipitación están asociados con diferentes clases de formación de vegetales climax.

De los organismos solamente una pequeña fracción del total de la población animal está involucrada en la formación del suelo. Las especies más importantes son ciertas algas, hongos, actinomicetos y bacterias, especialmente involucradas en la meteorización de las rocas y en las transformaciones del nitrógeno. Los ácidos segregados por las bacterias y por las raíces de los vegetales o provenientes de materias orgánicas en descomposición son los agentes de destrucción más efectivos. Hardy, (1970).

El hombre como un subfactor en la formación del suelo es efectivo al destruirlo a través de la erosión; pero es altamente efectivo al mejorarlo mediante aplicación de sistemas inteligentes de manejo, del empleo de abonos de fertilizantes y enmiendas y de prácticas de protección tanto de la fauna como de la flora. Hardy, (1970).

#### 1.1.4 Relieve y topografía

El relieve se manifiesta en diversas formas del paisaje, tales como montañas, valles, llanuras, volcanes. El relieve actúa como un factor for mador del suelo; en el aspecto geológico, controlando la erosión y en el aspecto hidrológico, controlando el contenido de humedad del suelo y capas freáticas. La erosión geológica o denudación comprende: la meteorización, el transporte, que dependen de la naturaleza de la roca y de la gravedad. La remoción de la cobertura vegetal expone la tierra a la erosión acelerada.

La posición topográfica de un suelo proporciona un índice de su estabilidad y de la probabilidad de que se llegue a su madurez; los suelos no alcanzan su madurez si se están formando sobre laderas en que el proceso de formación de llanuras de pedimento excede a la velocidad de formación del

suelo, por cuanto la superficie del terreno es consumida rápidamente por el desgaste. Hardy, (1970).

#### 1.1.5 Tiempo o edad

La edad de un suelo es particularmente importante sobre todo en regiones tropicales calientes y húmedas, donde la velocidad de meteorización y de formación del suelo es rápida.

Conforme la influencia del clima aumenta con el transcurso del tiempo, se produce diferenciación del perfil del suelo, cambiando de material de partida (horizonte C) a suelo húmico sobre material de partida (horizonte AC) y suelo húmico eluviado sobre suelo iluviado, sobre material de partida (perfil ABC); el espesor de estos tres horizontes aumenta y su diferenciación es cada vez mayor. Con el tiempo, el proceso alcanza un estado de equilibrio o suelo clímax, aunque pueden ocurrir nuevos cambios, por un lado a la senectud y por otro de rejuvenecimiento con aportes de nuevos materiales. Duchaufour, (1977) y Hardy, (1970).

Generalmente la denudación o la erosión limitan las verdaderas etapas de senectud las cuales son excepciones. Además pueden ocurrir cambios climáticos en cualquier período o etapa de desarrollo del perfil y, consecuentemente, la velocidad de formación del suelo puede variar mucho durante diversos períodos de tiempo. Hardy, (1970).

En rocas resistentes, el tiempo necesario para producir una unidad de profundidad del suelo solamente puede estimarse en siglos, pero en las cenizas volcánicas, el tiempo es mucho más corto, aunque sumamente variable. Hardy (1970), menciona que a raíz de la erupción del Krakatoa en 1883, el suelo se formó hasta una profundidad de 35 cm. mientras que en la Isla de San Vicente en las Antillas Menores, se formó un suelo con un contenido de materia orgánica mayor del 2% en los primeros 15 cm en 30 años en las laderas del Volcán La Soaffrice, después de su erupción en 1903. Sin embargo, en los bosques de la Costa de Marfil, Africa Occidental, se ha estimado la velocidad de descomposición del granito, resultando que para la meteorización completa de un metro de esta roca, el tiempo está comprendido entre 22,000 y 77,000 años bajo condiciones de lluvia anual de aproximadamente 2,150 mm y una temperatura media anual de aproxi

madamente 26°C

En general, la juventud de un suelo corresponde a cualquier tiempo dentro del período del Pleistoceno que se inició hace un millón de años; madurez, al período del Plioceno que se inició hace 12 millones de años y senectud al período del Mioceno que se inició hace 28 millones de años. Esta escala de Hardy, (1970) sobre el tiempo, es sin embargo variable, ya que tanto el clima como la roca madre ejercen mucha influencia en los procesos involucrados en la formación y evolución del suelo.

La edad de las cenizas volcánicas es otro aspecto relevante. Hay un consenso de opiniones en cuanto a que las cenizas datan del presente hasta fines del Terciario, con predominancia en el Pleistoceno, son las responsables de la abundancia de los suelos denominados andosoles. Esta edad parece determinar el grado de alteración de los vidrios volcánicos, el desarrollo del perfil y el grado y dirección en que deben actuar los demás factores pedogenéticos. En consecuencia, las condiciones pedogenéticas existentes en las áreas de andosoles, el límite máximo de tiempo para la formación de estos suelos es en el Terciario tardío, con un límite mínimo relativamente corto de decenas o quizás centenas de años. Knox y Maldonado, (1969) y Swindale, (1969).

## 1.2 Características y propiedades importantes de suelos derivados de cenizas volcánicas.

En cuanto al estado físico, la composición química o mineralógica y su edad, cabe mencionar que predomina la idea de que ceniza volcánica es todo material fino no consolidado que ha sedimentado. Sin embargo, hay autores que hacen notar la formación de suelos volcánicos similares a los andosoles sobre materiales volcánicos como lavas, piedra pómez, brecha, tobas y aglomerados. Aparentemente, la formación de andosoles es favorecida por lo menos dentro de ciertos límites de tiempo, por la gran superficie de contacto, el alto contenido de vidrios volcánicos y el libre drenaje que ocurre en las cenizas finas no consolidadas. Por otra parte, las cenizas sedimentadas en agua o retransportadas por aire o agua pueden resultar en contaminaciones que impiden la formación de un andosol típico. Forsythe, Gavande y González, (1969).

Hay un acuerdo de que las cenizas andesíticas altas en vidrios volcánicos y bajas en cuarzo, silicio, hierro y bases, favorecen la génesis de suelos bajos en cuarzo, silicio y hierro, ácidos y altos en materiales amorfos que se estabilizan con la materia orgánica para dar el color oscuro, la textura media, la estructura esponjosa, la consistencia grasosa y la alta capacidad de cambio, típica de los andosoles. Las cenizas basálticas altas en plagioclasas, piroxenos y anfíboles y elementos como hierro, calcio y magnesio, tienden a originar suelos arcillosos, bajos en cuarzo, altos en hierro y ligeramente ácidos, que evolucionan rápidamente para formar suelos como los latosoles. Las cenizas riolíticas altas en cuarzo y feldespatos y elementos como silicio, potasio y sodio, tienden a formar suelos arenosos, altos en cuarzo y ácidos que evolucionan rápidamente para formar suelos como los podzoles. Swindale, (1969).

Los andosoles han sido definidos como: suelos minerales en que la fracción activa es dominada por los materiales amorfos (mínimo 50%). Estos suelos tienen una alta capacidad de retención, un horizonte A oscuro, friable, relativamente grueso; poseen un alto contenido de materia orgánica, una densidad aparente baja y poca pegajosidad. Pueden tener un horizonte B sin mostrar cantidades significativas de arcilla iluvial. Ocurren bajo condiciones climáticas húmeda y subhúmedas. Knox y Maldonado, (1969) y Martini, (1969).

Los andosoles son suelos volcánicos jóvenes o maduros, aún cuando ocurren bajo condiciones climáticas variables, poseen una morfología relativamente uniforme, que refleja en gran parte la influencia de los materiales amorfos derivados de vidrios volcánicos presentes en el material parental y el suelo. La influencia del clima y otros factores pedogenéticos se dejan ver más en algunas propiedades físicas y químicas. El perfil consiste en una secuencia A(B)C, en donde el horizonte A es profundo, mayor de 50 cm y algunas veces mayor de 100 cm; oscuro, variando dentro del horizonte o entre perfiles de 10 YR 1/1. Martini, (1969) y Swindale, (1969).

El grado de desarrollo y por consiguiente, la morfología de los andosoles de América Central, varía con las condiciones climáticas, particularmente la precipitación pluvial, similarmente a como lo des-

cribe Wright para América del Sur y Swindale y Sherman para Hawai, citados por Luna, (1969).

A medida que la precipitación aumenta:

1. La morfología cambia de AC a A(B)C y ABC.
2. Los límites entre horizontes se hacen más difusos, especialmente entre el A y el B.
3. La relación C/N aumenta particularmente a grandes elevaciones, donde el epipedón úmbrico puede aparecer como hístico.
4. El contenido de materia orgánica y su penetración en el subsuelo aumenta dando al suelo y subsuelo colores más oscuros. Sin embargo, en áreas con cenizas más viejas y temperaturas más altas, el contenido de materia orgánica disminuye debido a la lixiviación, y el hierro aumenta, dándole al perfil matices rojos.
5. Los agregados del suelo se hacen más fuertes y la estructura de bloque del subsuelo más débil.
6. La textura tiende a ser más fina y hay más revestimientos de óxidos o de materia orgánica.
7. El pH y el porcentaje de saturación de bases disminuye.
8. El secado irreversible se hace más fuerte.
9. La relación Si/Al disminuye.
10. La densidad aparente disminuye.

Los suelos de origen volcánico, especialmente aquellos de cenizas volcánicas, tienen perfiles más complejos que otros suelos transportados como los aluviales y con frecuencia presentan toda clase de irregularidades, tales como: perfiles enterrados por una capa de ceniza lo suficientemente gruesa como para originar un nuevo perfil superior; perfiles parcialmente alterados o rejuvenecidos por deposiciones delgadas de cenizas que únicamente logran afectar o contaminar significativamente al horizonte superficial; substratos volcánicos consistentes de varias capas de cenizas, provenientes de uno o más volcanes. La ocurrencia en grupos de conos volcánicos y de erupciones alternadas, se deja ver frecuentemente en los perfiles a través de una estratificación que se confunde con los horizontes genéticos y hace difícil reconocer el material parental y su origen. Luna, (1969).

Los altos contenidos de materia orgánica en andosoles se favorecen en áreas de clima húmedo y fresco. El clima que más favorece la formación de un andosol, depende dentro de ciertos límites del tiempo, la edad de la ceniza y de su susceptibilidad a la meteorización. A menos elevación, el clima es más cálido y puede ocasionar una pedogénesis más avanzada. Luna, (1969).

Las condiciones de intemperización en ambientes húmedos determinan que las cenizas volcánicas, bajo condiciones adecuadas de drenaje, desarrollen con el tiempo casi invariablemente una serie mineralógica que comienza con el alofano, luego haloisita, a caolinita, gibsita y óxidos amorfos de hierro y aluminio. Aguilera, (1969), Besoain, (1969), Martini, (1969). Arcillas predominantemente haloísticas se encuentran en suelos maduros o en antiguos horizontes enterrados. Tales suelos se encuentran ampliamente distribuidos en el mundo, cuya edad se reduce con nuevos aportes. Asociaciones de este tipo han sido determinadas en Japón, en Kanto Loam, en la Isla St. Vicent, y en algunos suelos tropicales ácidos de Kenia. Besoain, (1969).

Los límites de elevación adquieren importancia en cenizas viejas, donde el material parental es difícil de reconocer y el desarrollo del perfil puede ser muy avanzado para clasificarlo como andosol. Los andosoles más característicos de América Central se observan en áreas montañosas con un declive que varía entre 5 y 20 por ciento. Fassbender, (1969).

La génesis de la fracción mineral comprende los procesos de mayor importancia en la formación de los suelos volcánicos y es responsable de las propiedades más características de estos suelos.

En los andosoles, los vidrios volcánicos determinan la relación en que se encuentra el silicio y aluminio, generalmente entre 1 y 2, del estado mineralógico. Aparentemente el aluminio aparece aquí en una coordinación tetraédrica y no en la forma octaédrica común en los filosilicatos. A la coordinación tetraédrica del aluminio se atribuyen las propiedades características del alofano, alta capacidad de cambio, fijación de fosfatos y retención de agua y la formación de complejos orga-

no-minerales estables. La fuerte acción estabilizadora "buffer" del aluminio es aparentemente la responsable de la persistencia de los materiales amorfos y orgánicos y a la larga duración de los andosoles. Con la pérdida de aluminio mediante una meteorización avanzada, el incremento de la relación Si/Al a valores mayores de 2 ó 3, el alofano se transforma en los minerales de arcillas. Hay consenso de opiniones en cuanto a que los altos niveles de materia orgánica en andosoles representan una intrazonalidad impuesta por un material parental rico en vidrios volcánicos que producen alofano, el cual fija la materia orgánica en tal forma, que es poco accesible a la acción de los microorganismos. No se está seguro si este bloqueo es de carácter físico o químico, o ambos. Lo cierto es que hay muchos andosoles que han estado bajo cultivo por decenas de años y aún mantienen hasta 20 por ciento o más de materia orgánica, que es generalmente mucho mayor al contenido en suelos adyacentes no derivados de cenizas volcánicas. Besoain, (1969), Fassbender, (1969) y Luna, (1969).

La gran cantidad de materia orgánica se debe también a la buena fertilidad y alta capacidad de retención de agua de estos suelos que produce mucho crecimiento vegetativo y al clima húmedo templado, bajo el cual abundan los andosoles y que resulta en una descomposición orgánica lenta, abatiendo el pH y el punto isoeléctrico correlacionando bien con la capacidad alta de intercambio catiónico. La materia orgánica y alofano influyen en las densidades aparentes, del orden de 0.5 g/cc o menos, cuando el volumen se toma con una humedad correspondiente a la capacidad de campo. Luna, (1969).

Algunos autores japoneses, Ishizawa, (1964) y Ohmasa, (1964), han encontrado que los actinomicetos y las bacterias anaeróbicas predominan en la microflora de los andosoles. Esto puede sugerir que aún cuando los suelos son porosos y bien drenados, sufren de pobre aereación. Las razones pueden ser un clima muy húmedo que mantiene el suelo cerca de la capacidad de campo y/o una capacidad de retención de agua tan alta que producen mala aereación dentro de las unidades estructurales con alta microporosidad. Es decir, que pueden existir dentro del suelo microambientes muy diferentes en cuanto al grado de aereación. Esto explica en parte, los altos niveles de materia orgánica. Luna, (1969).

### 1.3 Clasificación

La gran diversidad de condiciones climáticas y fisiográfica, la vegetación natural y la inducida, así como el material volcánico (basaltos, andesita, granito, cenizas, etc.), sobre la superficie de la Tierra, ha dado como resultado el desarrollo de gran número de suelos sin que dos de ellos sean exactamente iguales.

En el "World Soil Resources Report No. 14, 1965", de la FAO, citado por Swindale (1969), Ohmasa, Flach, Taylor, Besoain y otros, hacen notar que las cenizas volcánicas son el material parental de una gran diversidad de suelos, algunos de los cuales pueden originarse también de otros materiales parentales, siempre y que las condiciones pedogenéticas de clima, topografía, vegetación y tiempo sean propicias. de allí que los suelos derivados de cenizas volcánicas han sido clasificadas en América Central, América del Sur, Estados Unidos, México, Japón, Nueva Zelandia e Indonesia como: regosoles, andosoles, pardo forestales, aluvio y lacustro-volcánicos, latosoles, podzoles, suelos de pradera y otros más. Sin embargo, entre todos estos hay un grupo de suelos que sí se identifica con materiales parentales de cenizas volcánicas, ya que condiciones pedogenéticas especiales han permitido una mayor expresión del material parental a través de propiedades muy características y a su vez diagnósticas: andosoles. Martini, (1969).

En 1951, el "Soil Survey Staff" del Departamento de Agricultura de Estados Unidos, con colaboración de edafólogos de distintos países, empezó a trabajar en un nuevo sistema de clasificación de suelos, por medio de varias etapas o "aproximaciones". La séptima de estas aproximaciones (Soil Survey Staff) 1960 fué presentada en el Congreso Internacional de la Ciencia del Suelo de 1969, en Madison, muy conocida como "7a. aproximación". Se conocen otros suplementos más al sistema, en 1964, 1969, 1969 y 1975 en el Soil Taxonomy. Flach, (1969) y Soil Taxonomy, (1975).

Se emplean como criterio básico en esta clasificación, las características y propiedades de las capas minerales profundas del perfil,



horizonte B y en el concepto de epipedón, utilizando diferentes términos para describirlos, por ejemplo argílico (que poseen revestimientos de arcilla y óxido férrico), espódico (rico en alúmina, materia orgánica y con estructura concrecionaria con frecuencia en forma de capa dura) y cámbico (resultante de simple alteración in situ). Se reconocen 10 órdenes: Entisoles, Vertisoles, Inceptisoles, Aridisoles, Mollisoles, Espodosoles, Alfisoles, Ultisoles, Oxisoles e Histosoles. Soil Taxonomi, (1975).

## 2.1 Sistemática, especies y variedades de interés económico

El café se originó en el Cercano Oriente, Harrer (1977) y muchas autoridades concuerdan en que el café Coffea arabica L. se originó en Abisinia, Etiopía.

El género Coffea, consta de 25 a 40 especies, FAO, (1964), menciona 44 especies, en Asia y Africa tropicales; pertenece a la tribu Coffeoidae de la familia Rubiaceae.

Bayley (1949), citado por Ochse et al, (1976) y Haarer (1977), caracterizan a las especies del género Coffea como "mal definidas, no bien entendidas y sumamente confusas" desde el punto de vista de su cultivo. Quizá no hay dos botánicos que estén de acuerdo en cuantas especies válidas existen. Gran parte de la dificultad surge del hecho de que los cafés como los cítricos y algunos otros son sumamente polimórficos. Numerosas formas, tipos y variedades son nativos del Africa y Asia tropicales, mientras que muchos otros existen en plantaciones cultivadas. Las mutaciones son frecuentes, tal como son las adaptaciones "ecotípicas" inducidas por las variaciones en las condiciones del medio ambiente.

Hay cuatro especies o grupos o formas principales, que se cultivan ampliamente y constituyen los cafés del comercio: café arábigo (C. arabico L.), café robusta (C. canephora Pierre ex Froehner), café liberiano (C. liberica Mull ex Hiern), y café excelsa (C. excelsa A. Chev.); además de que existe una gran cantidad de otras especies llamadas económicas que se plantan en escala local y normalmente no entran a los canales comerciales importantes.

El café arábigo (C. arabica L.,; syn.; C. vulgaris Moench, C. laurifolia Salisb), es nativo de las tierras altas boscosas de Etiopía, en elevaciones que oscilan entre los 1350 y 2000 m y entre latitudes de 7 a 9° N. Es posiblemente nativo de otras partes de Africa y Arabia en el Asia. Este cafeto por su naturaleza autógena (auto-fértil), tiene una característica relativamente homogénea. Sin embargo, ha dado lugar a un cierto número de variedades (híbridos, mutantes, etc.), tipos y cultivos que indican la influencia del medio. Haarer, (1977).

En la literatura científica se han descrito numerosas variedades de C. arabica. A base de las Reglas Internacionales de Nomenclatura Botánica, Haarer (1977) reconoce dos variedades botánicas, quedando las otras relegadas a otras especies o reducidas al estado de cultivadas: C. arabi-

bica var. arabica (=var. typica, (Cramer) y C. arabica var. bourbon (B. Rodr.) Choussy. La primera es la más conocida de las dos. De acuerdo con Krug y Carvalho (1961), la var. bourbon es una mutante recesiva. Esta variedad por cruzamiento natural con una variedad de C. arabica oriunda de Sumatra e importada en Brasil a fines del siglo pasado, ha dado lugar a la Mundo novo, cuyas razas seleccionadas tienen extraordinarias cualidades en robustez, vigor y sobre todo productividad, no obstante, una tendencia hereditaria de los frutos a madurar vacíos (lôculos). Otra especie cultivada, clasificada anteriormente como variedad, el café Maragogipe (C. arabica cv. maragogipe = C. arabica var. maragogipe hort.) que fué descubierta en 1870. Ochse et autores, (1976).

El café robusta (C. canephora Pierre ex Froehner) es nativo de los bosques ecuatoriales de Africa, desde la costa oeste hasta Uganda y las partes sur del Sudán, lo mismo que de los territorios francés, británico, belga y portugués del Africa Occidental, entre las latitudes de 10° norte y 10° sur, en elevaciones desde el nivel del mar hasta más o menos 1,000 m de altura. El término "café robusta" se aplica a la agregación de formas que comprende C. canephora. Esta especie es una buena ilustración de la confusión que existe entre los botánicos con relación a todos los cafés. En el término de cinco años después de que Laurent identificó la planta como C. canephora la cual Pierre había descrito anteriormente etc. Dos años más tarde, De Wildman examinó los ejemplares, anunciándolos como especies nuevas y los nombró entonces C. laurentii. Entonces, también en 1900, Linden publicó su descripción del mismo material al que llamó C. robusta; C. canephora fué y es el nombre válido más antiguo para la especie, pero el nombre dado por Linden se volvió ampliamente usado en el comercio. Ochse et autores, (1976).

Un factor complicado en las razas de C. canephora es su autoesterilidad, puesto que debe ser polinizada en cruz para producir semillas viables. Generalmente no se encuentra en el café robusta las numerosas formas de reproducción verdadera, que se presenta en C. arabica. Los híbridos del café robusta con otras especies han manifestado varias características decididamente favorables: a) inmunidad o gran resistencia a la roya por Hemileia, b) baja cantidad de fruta fresca para la proporción de grano seco (3-5:1 en comparación de 5-6:1 para el café arábigo), c) gran capacidad productora y d) capacidad para retener la fruta en el

árbol por algún tiempo después de su plena madurez. Ochse et autores, (1976) y Haarer (1977).

Aunque los cafés árabes y robusta proveen la mayor parte del comercio mundial de este producto, el liberiano (C. liberica Bull ex Hiern ) y el excelsa (C. excelsa A. Chev.), han sido llevados a muchos países en los trópicos donde se cultivan en pequeñas áreas, pero la calidad de este grano no es usualmente de alto valor. El café liberiano tiene frutos y granos muy grandes, pero de baja calidad, los árboles crecen vigorosamente en las regiones más calientes y húmedos de los trópicos, en los cuales el café arábigo no prosperaría bien y sufriría probablemente toda clase de enfermedades y plagas.

## 2.2 Factores ambientales y productividad

El medio ambiente ejerce mucha influencia y comprende todos los factores externos los cuales deben correlacionarse y formar el medio ideal para cada especie de café.

Ukers, citado por Haarer, (1977), dice que las temperaturas promedio en las regiones productoras de café arábigo son de 12.7°C como mínimo y de 26.6°C como máximo y una media de 21.1°C, en tanto que en la mejor región para el robusta, son de 15.5°C mínimo y 20.0°C máxima, sin embargo, en algunos lugares, las temperaturas suben hasta 32.5°C y bajan hasta 7.7°C.

Los bosques de cafetos silvestres en Etiopía presentan temperaturas medias en el mes más frío, que varían de 17.1 a 19°C. La precipitación anual media fluctúa entre 1,288 y 1,981 mm. Parece que hay poco cambio en las medias mensuales, excepto la presencia de dos o cuatro meses más secos con solamente 38 a 51 mm. Las áreas cafetaleras aparecen aquí limitadas a las regiones donde no hay más de tres meses a lo sumo cuatro meses consecutivos con menos de 51 mm de lluvia. Además de la sombra boscosa y de la condensación de la humedad, Etiopía en general puede considerarse como uno de los lugares nubosos de África. Haarer, (1977). Por otra parte, las temperaturas parecen ideales para C. canephora (robusta), porque son constantes y más cálidas que las que requiere C. arabica.

Las temperaturas superiores a las óptimas para el café árabe originan un rápido crecimiento y fructificación temprana, sobrecarga en las ramas jóvenes, agotamiento prematuro y marchitez. Cuando las temperaturas son muy frías, el café árabe se desarrolla lenta e incompletamente, llegando a ser antieconómico, en tanto que los vientos fríos pueden ennegrecer, distorsionar o marchitar las puntas de los brotes y causar la conocida enfermedad del "calor y frío". El café arábigo puede resistir período de tiempo frío cercano al cero pero es dañado severamente por las heladas. Haarer, (1977).

La experiencia, confirmando los estudios del medio natural de crecimiento de la *C. arabica*, ha demostrado que esta especie puede prosperar en regiones tropicales bajas, con calor y humedad excesivos o con un régimen pluviométrico muy distinto, ya sea por la abundancia de precipitaciones, ya por su mala distribución estacional.

El cafeto es una planta siempre verde, pueden existir en los lugares más secos por una o más razones, sin embargo debe disponer de humedad en el subsuelo todo el año. Todo concuerda en el hecho de que si se presenta un faltante de humedad en el subsuelo no prospera. Algunas veces, las malas hierbas, los cultivos de cobertura y las sombras temporales, pueden crear deficiencias de humedad en detrimento del cafeto, especialmente durante los meses más secos, en las regiones donde el suelo es muy ligero o la lluvia muy escasa. Haarer, (1977) y Coste, (1978).

Cuando el cafeto se desarrolla en un medio menos adaptado, producirá flores en las ramas jóvenes, por lo cual necesitará más nutrientes que los que puede fabricar las hojas. En este caso las ramas jóvenes no solamente tienden a marchitarse y a enfermar, con pérdida resultante de la cosecha y aún el envanecimiento de las cerezas y a la producción de granos de menor peso, sino que el árbol entero es privado de alimento en un tiempo en que lo necesita para producir las abundantes cosechas sucesivas.

Cuando el árbol se carga en las ramas más viejas, las hojas permanecen lozanas y verdes, mientras que se forman los frutos; éstos maduran en forma más regular y el árbol entero es más saludable. El hecho de que el café fructifique en sus ramas más viejas en un medio ambiente apropiado y en sus ramas jóvenes bajo condiciones adversas, ha sido reportado por Haarer, (1977).

Después de la temperatura, la precipitación es el factor climático más determinante. C. arabica es una especie de las tierras altas con un período de floración que es marcadamente susceptible al exceso de tiempo lluvioso. Las plantas continúan su desarrollo vegetativo durante la temporada seca, pero entran en plena floración dentro de unos cuantos días o semanas después de que se ha iniciado la temporada de lluvias. El mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1,200 a 1,700 m donde la precipitación pluvial es de 2,000 a 3,000 mm junto con temperaturas medias de 16°C a 22°C. En muchas regiones cafetaleras, las precipitaciones sobrepasan ampliamente estas cifras. El ritmo estacional de las lluvias, especialmente de aquellas que siguen a la estación seca, tienen pues, en todas las especies, una gran influencia sobre la floración, fecundación y fructificación. Ochse et autores, (1976) y Haarer, (1977).

C. canephora (robusta), nativa de altitudes bastante bajas y de las regiones más húmedas y lluviosas de la Costa Occidental de Africa, da cierta indicación en cuanto a sus exigencias climáticas. Haarer, (1977) dice que el mejor café robusta de Tanganyka se produce a una elevación de 1,200 m con una lluvia anual distribuida uniformemente y de más o menos 3,000 mm con temperaturas que varían desde un mínimo de 17°C hasta un máximo de 27°C en el año.

Parece en consecuencia, que tanto el cafeto árabe como el robusta requieren una precipitación uniformemente distribuida de más de 1,778 mm para lograr un desarrollo saludable y una fructificación vigorosa. Cualquier deficiencia en ésta deberá ser suplida por el riego, por el arrope y otros métodos de conservación de la humedad.

Cuando existen dos estaciones lluviosas, o sea la de grandes lluvias y la de pequeñas, con períodos intermedios de tiempo seco; en altitudes menores, el café florece en dos veces al año con menores floraciones aisladas casualmente, siendo esto lo que hace un medio algo inconveniente para su cultivo, lo cual conduce al agotamiento porque los árboles nunca tienen tiempo para recuperarse.

El tiempo que transcurre entre la floración y la maduración de los frutos varía con las especies y las variedades, pero las condiciones climáticas y los métodos de cultivo también lo modifican. Por término medio se calcula: C. arabica de seis a ocho meses; C. canephora, de nueve a once

meses. La altitud ejerce una acción moderadora sobre la maduración, ya sea retrasando o adelantando las cosechas. Haarer, (1977). En plena madurez los frutos son de color rojo más o menos oscuros (a excepción de la var. amarella de frutos amarillos); en este estado es cuando deben recogerse.

El potencial productivo de los cafetos de todas las especies es en extremo variable. Se ha comprobado que en C. arabica, va de un mínimo de 7 kgs y un máximo de 66 kgs de frutos. Haarer, (1977).

### 2.3 Suelos y nutrición

En general la reacción del suelo debe ser más bien ácida, bastante rico en materia orgánica y nutrientes. Coste, (1978) dice que muchos autores están de acuerdo que las mejores condiciones se cumplen entre pH 4.5 y 5.0, pero que también es evidente que existen magníficos cafetos de alta productividad en suelos mucho menos ácidos e incluso próximos a la neutralidad.

Una reacción del suelo mayor de pH 5.1 generalmente da como resultado síntomas de deficiencias de hierro, mientras que un pH mucho más bajo de 4.2 puede producir una deficiencia típica de calcio, resultando una toxicidad de los otros elementos, especialmente los metales pesados. Haarer, (1977)

La composición química del cafeto y su producto revela que son necesarios el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, azufre, hierro, boro. Se hace referencia solo a los tres primeros elementos.

**Nitrógeno.** Las principales funciones son: componente de aminoácidos, amidas, ácidos nucleicos, clorofila, lípidos, proteína, roboflavina, tiamina, ácido nicotínico, alcaloides y otros compuestos. Es móvil en la planta. Desempeña un papel primordial en el metabolismo del cafeto, en la formación de las ramas jóvenes, de las hojas y en las actividades fotosintéticas de las hojas. El nivel de nitrógeno en las hojas, se sitúa en el adulto, alrededor de un 2.25 a un 3.0%, siendo el nivel crítico de 1.8 a 2.0%. La clorosis se intensifica con fuerte insolación ya que las altas intensidades de la luz parecen tener un efecto negativo sobre la acumulación de nitrógeno en las hojas. Donde el cafeto se cultiva sin sombra, una cantidad más alta de nitrógeno es necesaria. Coste, (1978), Haarer, (1977) y Ochse et autores, (1976).

Hay dos períodos en que los abonos nitrogenados son más necesarios al principio de la estación húmeda cuando empieza tanto el desarrollo, la floración y hacia el tiempo de la cosecha, cuando los frutos están madurando. La segunda aplicación es especialmente importante. Haarer, (1977).

**Fósforo.** Las principales funciones de los fosfatos son: parte del sistema amortiguador de las plantas, componentes de fosfolípidos, fitinas, azúcares, fosforilados, núcleo-proteínas, ácidos nucleicos, sistema del ácido adenílico, nucleótidos de piridina, nucleótidos de flavina, grupos de enzimas. Móviles en la planta, importantes funciones en la fotosíntesis de carbohidratos, grasas y proteínas. Este elemento interviene en el metabolismo, especialmente en el momento de la inducción floral y de la floración. La deficiencia de fosfatos en suelos de cenizas volcánicas está ampliamente difundida causadas por el alto poder de fijación de hierro y aluminio bajo condiciones de acidez por el material amorfo y en gran parte como resultado de lixiviación durante largo período de lluvias. La planta utiliza el fósforo principalmente como fosfato dihidrogenado, el cual es muy soluble a un pH aproximado de 6. Las exigencias de ácido fosfórico del cafeto son muy modestas, las cantidades críticas por término medio en las hojas del adulto se sitúan alrededor de 0.12 a 0.15%. Las señales de carencia aparecen cuando éstas son mucho más reducidas (0.07 a 0.10%). Coste, (1978), Haarer, (1977) y Ochse et al (1976)!

**Potasio.** Las principales funciones son: importante en hojas y puntos de crecimiento; relacionado a la formación de carbohidratos y proteínas, regulador de la actividad enzimática del agua y otros procesos; aproximadamente el 30% está ligado a moléculas de proteínas; principalmente absorbido en los estados jóvenes de la planta y extremadamente móvil. Es el elemento más importante en los frutos y en las semillas. Su presencia es también indispensable en el almacén del cafeto. El nivel de este elemento en las hojas es por término medio de 1.80 a 2.20% en el adulto; las cifras críticas varían mucho según los autores y según las especies de 0.25 a 1.60%. Bajo condiciones de campo, las hojas deficientes en potasio son susceptibles a debilitarse y ser parasitadas por hongos. Coste, (1978).



Haarer, (1977) y Ochse et autores (1976).

#### 2.4 Sombra y poda

Existe una gran cantidad de literatura casi en todos los idiomas, en relación con la sombra de las plantaciones de café. Existen suelos y climas donde los árboles de sombra resultan innecesarios, o aún pueden ser perjudiciales; existen otros, donde los arbustos o hierbas leguminosas se pueden utilizar con mayor ventaja que los árboles, pero en las regiones accidentadas y montañosas donde se produce una gran cosecha mundial de café, los árboles leguminosos tienen y seguirán teniendo enorme importancia.

El clima y el suelo controlan el curso del manejo de la sombra, cuando el suelo es mejor y cuando la humedad del aire es más alta, se puede decir que el café necesita menos sombra. El efecto de la sombra es indirecto, pero está de acuerdo con el comportamiento ecológico de las plantas de café. Por esta razón es necesario que la poda de los árboles de sombra, en aquellas regiones en donde las condiciones del tiempo cambian apreciablemente a través del año, se regule de tal manera que haya más sombra durante los meses secos y menos durante aquellos meses más húmedos. Esto generalmente significa que la operación de poda siempre deberá llevarse a cabo varias veces al año. En una buena finca cafetalera la primera poda o sea la principal, se puede dar al principio de la temporada húmeda, con ligeras podas posteriores de acuerdo con la intensidad de la lluvia y tomando en consideración los nublados imperantes. Ochse et autores, (1976).

Las plantaciones de café arábigo en elevaciones altas invariablemente requieren menos sombra que las que se sitúan más abajo. De hecho, se pueden obtener regularmente buenos rendimientos de café en suelos ricos que se encuentran en altitudes elevadas sin sombra, excepto en los lugares donde existe la posibilidad de heladas, en cuyo caso resulta necesaria una cubierta protectora relativamente densa. Los efectos benéficos que resultan de la sombra están aparte de la sombra proyectada por el árbol de café mismo, una protección contra la sequía, la erosión y el viento, además de la fertilidad aumentada, impartida al suelo por medio de los procesos de fijación del nitrógeno llevados a cabo por los nódulos de las raíces de

los árboles leguminosos. El espaciado y la cantidad de poda dada a los árboles de sombra en las plantaciones de café, dependen en particular de la especie y de la localidad consideradas.

Existe otro aspecto en cuanto a la poda: el cafeto. Dentro de éste hay que tomar en consideración la formación de árboles jóvenes para construir una estructura vigorosa y bien balanceada con buenas ramas de fructificación a medida que envejecen y dejan de producir. El método general más usado para la formación del café es el sistema de tallo múltiple. Tanto con el sistema de formación de un solo tallo o uno múltiple, es necesario el rejuvenecimiento periódico de los árboles, para mantenerlos en condiciones de producción vigorosa. De acuerdo con Haarer; el sistema "agobiado" da muy buenos resultados y el sistema de poda de tallo múltiple es mejor en Kenya. Coste, (1978), Haarer, (1977) y Ochse et autores, (1976).

## 2.5 Cosecha y beneficio.

La calidad de los granos de café resulta profundamente influida por la forma en que se cosechan y benefician los frutos. En general, mientras más maduros sean los frutos cuando se les pizca, más elevado será el grado del grano. Algunas veces los árboles se pizcan varias veces, recolectándose varias veces, solo las cerezas plenamente maduras. En Brasil y otros países en que se da mayor importancia a la cantidad antes que a la calidad y los frutos de los árboles de una región maduran un tiempo relativamente corto, la cosecha entera, de cerezas verdes y maduras mezcladas se pizca tan pronto como hay una buena proporción de ellas de color rojo en una buena cantidad de árboles de la plantación. Coste, (1978) y Haarer, (1977).

Existen dos métodos para el beneficio: húmedo y seco. El primero se utiliza en la mayoría de las regiones productoras de cafés suaves, de calidad. El beneficio seco como el de Brasil, constituyen los cafés "duros". Coste, (1978) y Haarer, (1977).

### 3. El café y su distribución geográfica

Los suaves colombianos son producidos por Colombia, Kenya y Tanzania; los otros suaves por el resto de América Latina, excepto Bolivia, Brasil y Paraguay junto con Burundi, Hawai, la India, Nueva Guinea, Rwanda y Yemen; los no lavados corresponden a Brasil, Bolivia, Paraguay y Etiopía; los cafés robusta son producidos por los países de Africa, Asia y Oceanía y cuatro latinoamericanos: Guyana, Martinica, Surinam y Trinidad y Tobago. Los países de América Latina aportaban hasta el ciclo 1976/1977, el 81.6% de los suaves colombianos, 86.3% de los otros suaves, y 82.1% de los arábica no lavados y apenas 0.4% de los robusta. La producción de C. arabica está concentrada en América Latina y la de robusta en Africa, Asia y Oceanía. Silva, (1978).

Cuadro No. 1 Producción mundial de café en porcentos

	1971-1972	1976-1977
Por grupos de café	100.0	100.0
Suaves colombianos	12.6	17.6
Otros suaves	25.5	34.2
<u>arabica</u> no lavados	36.1	18.7
robusta	25.8	29.5
Por regiones	100.0	100.0
América Latina	65.4	60.4
Africa	27.6	29.0
Asia y Oceanía	7.0	10.6

Fuente: cálculos efectuados con base en Economía Cafetera, vol. 6, Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Bogotá, pp. 34,54 y 55. Silva, (1978).

La disminución que se aprecia en este cuadro se debió a la fuerte helada que azotó al Brasil el 18 de julio de 1975 y que afectó a 1,500 millones de árboles, de los cuales 200 a 300 millones quedaron casi totalmente destruidos y a los problemas que padeció Angola a raíz de su independencia.

La distribución de las zonas cafeteras puede verse en el mapa No. 1.

Los suelos donde se cultiva café, varían desde el tipo ordinario de laterita hasta el de cenizas volcánicas, limo arenosos o arcillosos. Muchas de las principales regiones productoras de cafés de calidad, se producen

sobre suelos derivados de cenizas volcánicas.

Cuadro No. 2 Principales países productores de café  
(millones de sacos de 60 kgs)

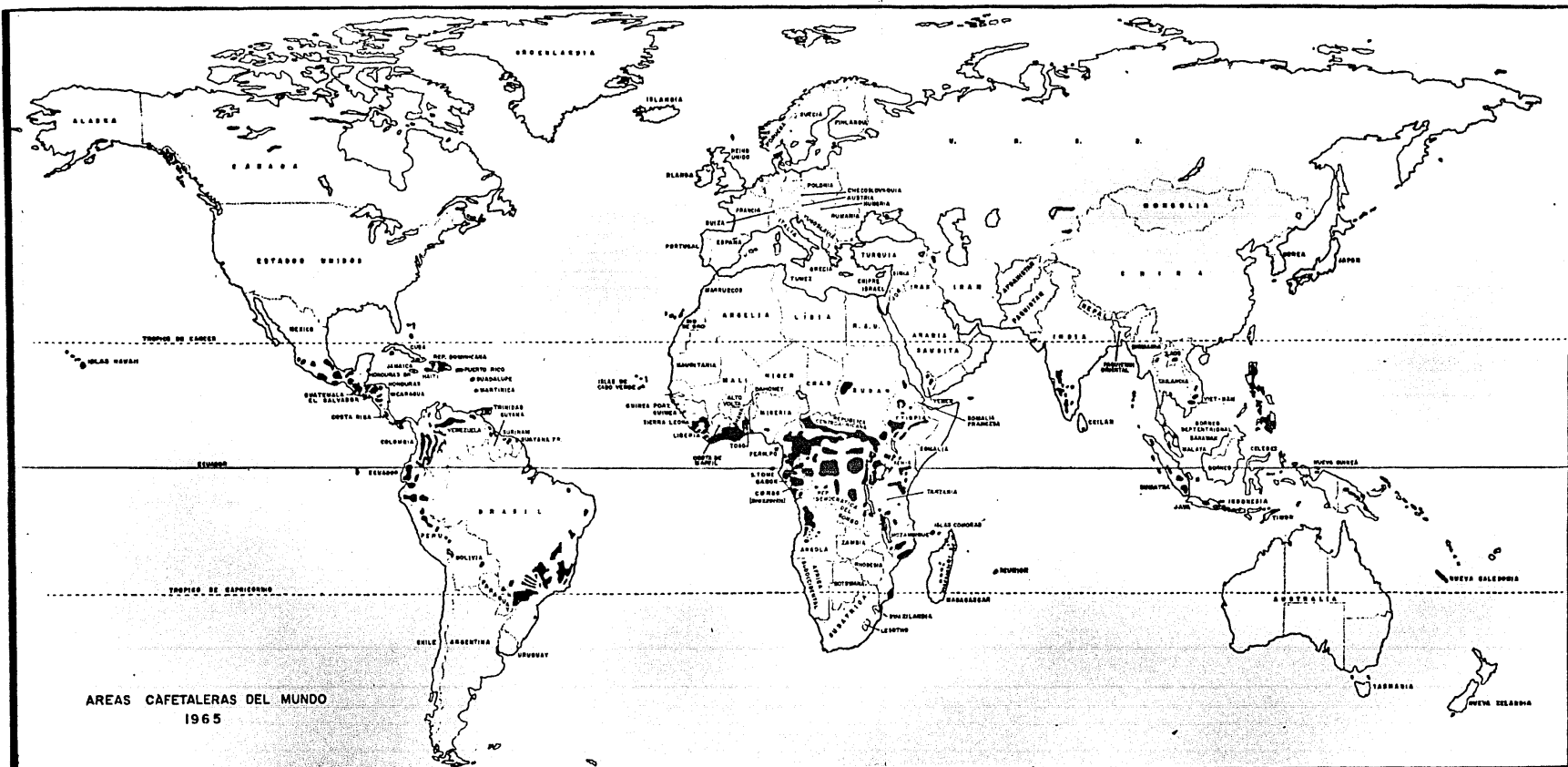
Países	1971	1974	1976	Variación porcentual (3) (1)
	1972 (1)	1975 (2)	1977 (3)	
Brasil	23.6	27.5	9.5	-59.8
Colombia	7.2	9.0	9.0	25.0
Costa de Marfil	4.5	4.5	5.3	-17.8
Angola	3.4	3.0	1.2	-64.7
Uganda	2.8	3.0	2.7	- 3.6
México	3.4	3.9	4.3	26.5
El Salvador	2.6	3.3	3.2	23.1
Indonesia	2.2	2.7	2.8	27.3
Etiopía	2.1	2.0	2.1	-
Guatemala	2.1	2.5	2.5	19.0
Total	53.9	61.4	42.6	-21.0
Producción mundial	71.8	81.1	62.7	-12.7

Fuente: Economía Cafetera, vol. 6. págs. 54-55. Silva, (1978).

La importancia del café para estos países resalta cuando observamos que a principios de este decenio era su principal producto de exportación, excepto para México e Indonesia (cuyos principales productos de exportación son el petróleo y algodón, respectivamente). El porcentaje que les corresponde dentro de las exportaciones son los siguientes: Brasil 28.6; Colombia 55.1; Costa de Marfil 33.3; Angola, 42; Uganda 60.0; México 7.3; El Salvador, 40.6; Indonesia, 4.6; Etiopía 55.9 y Guatemala 31.2 por ciento. Excluidos México e Indonesia, para los demás países el café es un producto básico, del cual depende una porción apreciable de las divisas requeridas para las importaciones. Silva, (1978).

El precio nominal del café en el mercado internacional en 1978 fué \$ 8.00 Kg de café cereza, esto es, \$ 8,000.00 ton.

Los productores que más dependen del mercado estadounidense son México, Guatemala y Colombia de los países de América Latina, que despachan porcentajes superiores al promedio producido. Silva, (1978).



Mapa 1. - Areas cafetaleras del mundo.  
FAO, (1964).

### 3.2 El café y su cultivo en México.

El café se produce sobre 360 000 has. La producción de café crudo en grano en 1978 fué de 107,423 tons. o sea 7,500,266 miles de pesos.\*

Este cultivo es bastante antiguo en México, pero su expansión data solo de 1936/1937. Las áreas cafetaleras están situadas en 13 estados del Sur, pero están concentradas principalmente en orden de importancia en: Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla, de los cuales el primero ocupa el liderato en producción, pero que en conjunto aportan el 90% de la producción total. El resto se obtiene de los Estados de Colima, Michoacán y Tabasco. El café de Tapachula Chis., era bien conocido en el mercado de Londres antes de la Segunda Guerra Mundial. Los cafés mejor conocidos son "Coatepec", "Huatusco" y "Orizaba". Ver mapa No. 2.

Los suelos en que se cultiva el café difieren considerablemente en cuanto a estructura física y grado de fertilidad. La mayoría son de origen volcánico, variando en el contenido de arenas, limos y arcillas. Se cultivan también en suelos derivados de calizas y otros.

El cuadro siguiente nos da una idea del clima de las áreas cafetaleras más importantes.

Cuadro No. 3 Datos climáticos en grandes fincas cafetaleras

	Chiapas*	Veracruz**	Oaxaca***
Temperatura máxima:	25.6°C	21.7°C	20.2°C
Temperatura promedio:	23.7	19.1	19.8
Temperatura mínima:	23.0	15.8	19.5
Precipitación:	4,921.0 mm	1,421.0 mm	3,074.0 mm
Clima:	Am(w")ig	(A)C(fm)B(i")g	A(C)m(w")ig

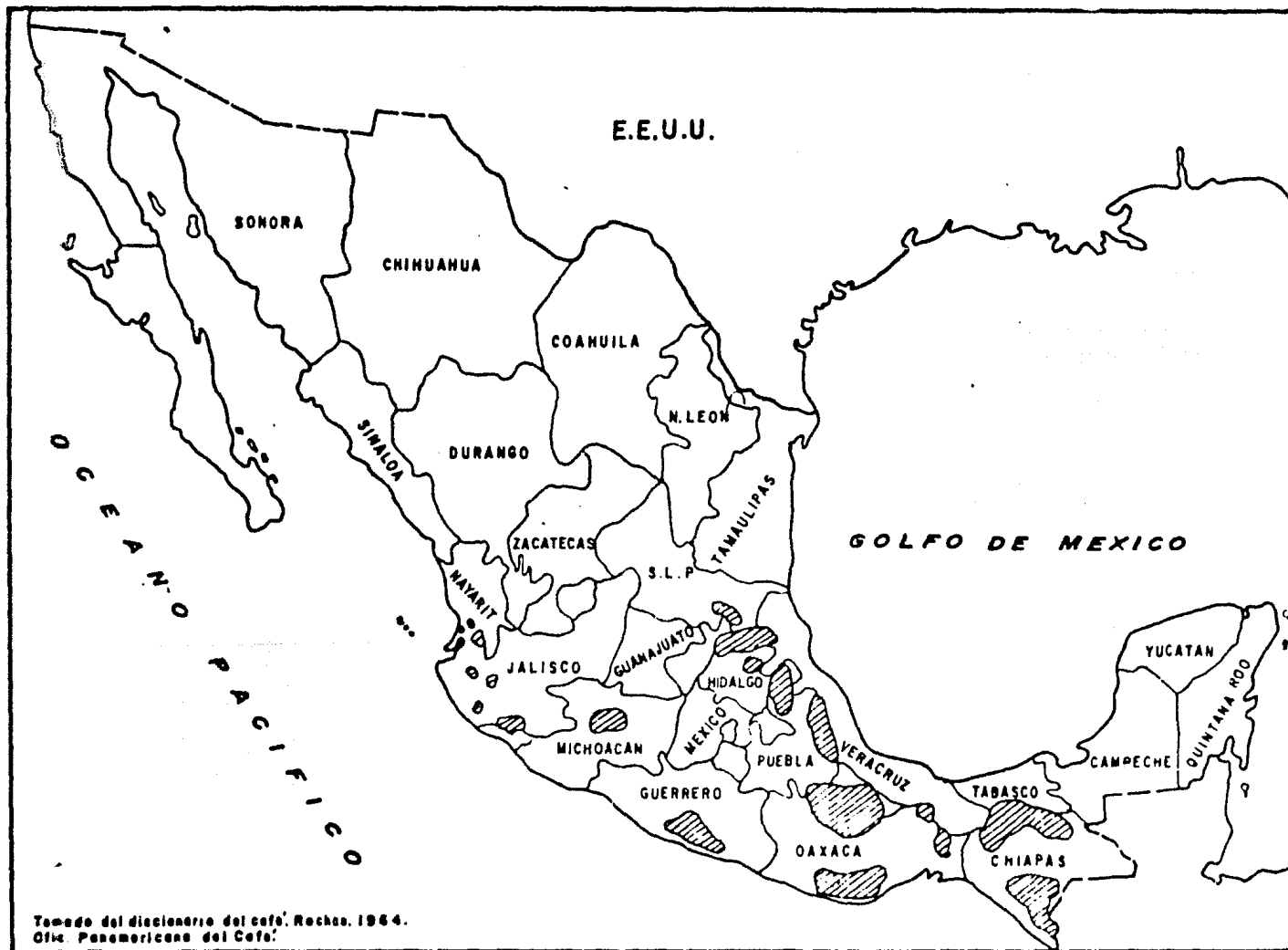
\* datos climáticos de la Finca "Maravillas, región Soconusco, Chis.

\*\* datos climáticos de Jalapa, Ver.

\*\*\* datos climáticos de Pluma Hidalgo, Oax.

El 80% del área cafetalera del país está cultivada con la var. arabi-

\* datos de Banamex, (1979) y Mercado de valores, (1979).



Tomado del diccionario del café, Rocha, 1964.  
 Ofic. Panamericana del Café.

MAPA Nº 2

AREAS CAFETALERAS DE LA REPUBLICA MEXICANA

bica. La var. bourbon representa el 12% y el 8% restante con C. canephora (robusta) que aunque produce café de inferior calidad, posee tipos con características de alta producción, resistencia a algunas enfermedades y plagas y adaptabilidad a zonas de escasa altitud. Además se cultivan caturra y cv. maragogipe, Mundo novo. Las plantaciones están situadas entre 500 y 1,500 m donde la temperatura no baja a más de 10°C y fluctúa en promedio entre 15.5°C y más de 29°C. Inmecafé, (1976). Además de estas variedades, Inmecafé ha seleccionado varias progenies como Kaffa S-12, SL-9 resistentes a Hemileia vastatrix, y 21 tipos sobresalientes de Romex (robusta mexicano). Las campañas para aumentar la productividad se incrementan, distribuyéndose millones de plántulas de café de semillas seleccionadas en masa de cultivares de bourbon, pluma hidalgo y caturra. Inmecafé, (1974, 1976).

En relación a los estudios edafológicos de suelos cafetaleros es importante señalar que desde hace aproximadamente 7 años el Departamento de Edafología del Instituto de Geología y la Facultad de Ciencias, UNAM, vienen realizando varios estudios de zonas cafetaleras, sobre todo en la región de Veracruz, con el fin de relacionar suelo, productividad, calidad del café, y clasificación de los suelos.

La mayor parte de los cafetales en México tienen sombra, los más corrientes son: Inga jiniquil, I. leptoloba, Phithecelobium y Albizia. También se utilizan cítricos y plátanos, que desde luego compiten en nutrición con el cafeto. Al respecto Jiménez, (1979) dice que la sombra es importante no solo como regulador del crecimiento y densidad de las especies herbáceas, sino que también intervienen en la fertilidad del suelo y control de la erosión.

La fertilización se emplea gradualmente por ser uno de los factores que más contribuyen a aumentar el rendimiento. Inmecafé, (1974) ha recomendado varias mezclas tales como Nitrophoska (13-13-20), guanomex y otras fórmulas que se basan en una mezcla N-P-K en la proporción de 10-8-15 y 12-12-20.

Las enfermedades más importantes son: ojo de gallo (Mycena citricolor), mal de hilachas (Corticium koleroga), derrite (Phyllosticta coffeicola). Las plagas que se citan con más frecuencia son: minadora de la hoja (Leucoptera coffeella), pallomilla blanca, un saltamontes tropical (Thripidacrix), y el coccido de la raíz (Pseudococcus brevipes). Se to-



man muchas medidas fitosanitarias a fin de prevenir cualquier síntoma de aparición de Hemileia. Inmecafé, (1976).

El café se beneficia por el método húmedo con excepción de un 5 a 7 por ciento de la cosecha que se recolecta ya parcialmente seco.

### 3.3 El café en Chiapas

El Estado de Chiapas se localiza en el extremo sureste de la República Mexicana. La superficie de la entidad es de 73,887 km<sup>2</sup>. Aporta el 50.8% del café total producido en el país, ocupando el liderato en producción de café desde 1960 del cual se destinan 15% al mercado interno y el 85% a la exportación. Inmecafé, (1975).

Después de la introducción del café en 1847, en Soconusco, la actividad cafetalera fué expandiéndose a las faldas de la Sierra Madre, como en las fincas "Prusia", "La Catarina" y "Liquidámbar", de 1908 a 1934 para pasar a la Vertiente del Golfo. En 1884 se menciona dos extranjero de origen alemán y belga que llevaron las primeras matas de café a las fincas "Jocnopá" municipio de Tila y alrededor de 1890, cuarenta alemanes se instalaron en las inmediaciones de Tumbalá, Simojovel y Ocosingo en el norte del Estado. Helbig, (1964) y Pohlénz, (1979).

De acuerdo con la reciente Reforma Administrativa, la actividad cafetalera quedó constituida en dos grandes cuencas cafetaleras, denominadas Soconusco y Centro-Norte, las que se encuentran enclavadas en la serranía de dos importantes cordilleras que son Sierra Madre de Chiapas u la Meseta Central, que forman parte de la prolongación de la Sierra de Los Chuchumatanes de Guatemala, C.A. Geográficamente corresponden a la Vertiente del Océano Pacífico la primera y a la del Golfo la segunda. Cuenta la entidad con 134 mil hectáreas de cafetales en producción, de las que, 126 mil son adecuadas y 8 mil marginales. Inmecafé, (1978).

De los 111 municipios del Estado, 77 están dedicados a la cafeticultura. La población que depende directamente de la cafeticultura se estima un poco más de 300 mil personas, que representan el 25% de la población total. Inmecafé, (1978).

Al poseer el 94% de hectáreas para el cultivo en áreas considera-

das como adecuadas, se puede afirmar que las características ecológicas ratifican el lugar preponderante de Chiapas en la producción cafetalera. De las dos cuencas que se localizan, la más importante en cuanto a producción se refiere, es la del Soconusco -en el ciclo 1974-1975- registró una cosecha de 976,000 sacos de 60 kilos. Por su parte la Centro-Norte registró en el mismo ciclo 657,000 sacos de 60 kilos. La región del Soconusco capta generalmente el 60% de la producción y la Centro-Norte mucho más grande en extensión capta el 40% debido a que en esta zona la mayoría de los productores son pequeños propietarios o ejidatarios, mientras que en Soconusco la mayoría de los agricultores son finqueros que han desarrollado un alto grado de tecnificación. Inmecafé, (1975, 1978).

El café se cultiva en varias regiones ecológicas muy diferentes. Se hace referencia solamente a dos elementos que se consideran de importancia fundamental en la producción, el suelo y clima.

En general las zonas cafetaleras del Estado se encuentran en terrenos con topografía accidentada, presentando condiciones favorables para este cultivo. Se cultiva desde los 400 msnm e incluso menores hasta los 1,500 msnm permitiendo obtener en estas altitudes un producto de buena a muy buena calidad. Las precipitaciones son superiores a 1,500 mm distribuidas en 9 meses al año. La precipitación pluvial media en el Soconusco es de 4,136 mm y en la zona Centro-Norte de 1,827 mm. El clima oscila entre 19 y 24°C, con una temperatura media anual de 23.1°C, las variaciones son de 10°C por lo que no se registran normalmente heladas, favoreciéndose así un café de magnífica calidad. Inmecafé, (1978).

La primera variedad que se difundió fué la var. bourbon la cual se sigue cultivando, así como la var. arabica (typica) los cuales cubren el 96% del área. El resto está ocupada por la var. garnica (resultado de la cruce de Mundo Novo 13 y Caturra rojo 15), SL-12 Kaffa, caturra, mundo novo, maragogipe y robusta. Se tienen rendimientos promedios de 800 kgs por hectárea aunque en la zona Centro-Norte es baja rebasando los 200 kgs por ha debido a problemas socioeconómicos de las comunidades indígenas y a las técnicas de cultivo atrasadas, aunque en la última década el rendimiento está variando de 300 a 800 kgs. Las fincas altamente tecnificadas, tripican esta producción. Inmecafé, (1975, 1976, 1978).

Los terrenos plantajos con café difieren en cuanto a su estructura, textura y fertilidad principalmente. A groso modo, la Cuenca Centro-Norte, posee suelos derivados de rocas sedimentarias: calizas, areniscas, lutitas, pizarras micáceas, conglomerados, mientras que en Soconusco los suelos son derivados de rocas y cenizas volcánicas recientes, lo que ha redundado en la fertilidad. El árbol de sombra más frecuentemente utilizado es Inga aunque también se utilizan cítricos y plátanos. Los fertilizantes aplicados son en término general, las fórmulas 12-8-4 y 18-12-6.

Se toman muchas medidas fitosanitarias en caso de presentarse un brote de Hemileia, reportada recientemente en Nicaragua.

Independientemente de las condiciones ecológicas prevalecientes en las zonas productoras, la calidad del café es determinada también en buena medida por el proceso de beneficio húmedo. El 60% se exporta a Estados Unidos, el resto a Europa.

### 3.4 El café en Soconusco

El grueso de la producción cafetalera de la entidad es producido en Soconusco. La superficie de esta región es de solo el 8% del Estado. Comprende 16 municipios de tamaño muy diverso sobre la Sierra Madre.

A partir de la década de los 80' del siglo pasado se intensificó el cultivo debido a la inversión de capitales sobre todo de hacendados alemanes y estadounidenses. Se dice que la introducción de las primeras semillas tuvo lugar por un plantador italiano Mancinelli en 1846 en su finca "La Chácara" sobre una de las laderas del Volcán Tacaná con una población importante de 1,500 arbolitos de la variedad bourbon traídas de Costa Cuca, Guatemala. Helbig, (1964).

Sin embargo, este cultivo "ya existía en 1820, junto con otros cultivos como cacao, añil, vainilla, algodón, achiote, en haciendas de indígenas naturales" García Soto, (1969). Posteriormente en 1871, el zacatecano Gris "plantó café en la finca Magual ('ajagual)" así como 25 plantaciones cafetaleras de nativos fundadas entre 1860 y 1874 en Tuxtla Chico, Cacahoatán y Tapachula. León, (1976) y Pohlenz, (1979).

El cultivo de cacao de aquél entonces fué desplazado por el café, ya que además el cacao no puede extenderse a una altura mayor de 500 m

por necesitar clima tropical caliente húmedo, mientras que el café ha aprovechado grandes áreas ecológicas en terrenos elevados existentes en las laderas de esta Sierra.

En Soconusco el cafeto se desarrolla en ambas vertientes en alturas de 400 a 1,400 msnm aunque la vertiente del Atlántico (Golfo) es más seca con menor humedad por lo que la altura para este cultivo es de 900 a 1,600 msnm. Los datos climáticos, geológicos y edafológicos pueden consultarse en la descripción de la zona de estudio

La variedad arabica (typica) es con mucho, la más cultivada, aunque bourbon ya había sido introducida. Caturra es de introducción relativamente reciente y maragogipe, que se cultiva en escala limitada sobre las partes bajas de la vertiente del Pacífico. También se cultivan las variedades mundo novo y robusta. Los árboles de sombra más utilizados son el "chalum" Inga micheliana, y el "caspirol" Inga laurina, pero también se usan la euforbiácea "canaco" Alchornea latifolia. Helbig, (1964) e Inmecafé, (1978).

Debido a la topografía el procedimiento más adecuado para la protección de los suelos y regularizar el agua es: conservar la vegetación natural de maleza y zacates cuando menos durante la temporada de lluvias y después, de una remoción cuidadosa durante los meses secos y redistribuirla uniformemente sobre el suelo, de lo contrario aparecerán los efectos de la erosión por las altas precipitaciones de esta zona. Helbig, (1964).

El Soconusco es el mayor productor de café suave del Estado. La eficiencia de la producción va aumentando gradualmente debido a que las grandes plantaciones emplean métodos de trabajo modernos y con una organización y sistemas de origen europeo, que se contraponen al tipo de economía ejidataria, en donde prevalecen los sistemas primitivos. El rendimiento promedio es de 800 kgs. por ha (algunas fincas bien dirigidas tienen rendimientos de 1,400 a 1,600 kgs por ha), sin embargo los pequeños cafeticultores giran alrededor de 300 kgs por ha. Inmecafé, (1978) y Pohlenz, (1979).

En cuanto al proceso de trabajo agrícola que se realiza es en general: siembra, resiembra que se reproduce constantemente agobio, deshije,

fertilización, limpia, poda y cosecha (que se sitúa entre septiembre y enero); la limpia se realiza entre mayo y septiembre. La cosecha tiene que llevarse a cabo en varias pizcas, ya que por el clima reinante no interrumpido por una época de secas bien definida, tanto la floración como la fructificación se efectúan durante una temporada de varios meses.

Dentro de las enfermedades se citan el ojo de gallo Mycena citricolor, koleroga, y se toman medidas fitosanitarias para detectar y combatir cualquier brote de Hemileia vastatrix. Este organismo infecta los tejidos de las hojas y origina en la planta su debilitamiento al causar defoliación en general, lo que trae como consecuencia una reducción sustancial de la cosecha y en casos extremos la muerte de la planta. Inmecafé, (1978).

#### IV. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

##### 1. Localización y límites

Geográficamente la zona de estudio se encuentra ubicada entre los paralelos 15°04'50" latitud norte y 14°53' 45" latitud sur y a los 92° 09'15" y 92°14'15" de longitud oeste de Greenwich. (ver mapa 3).

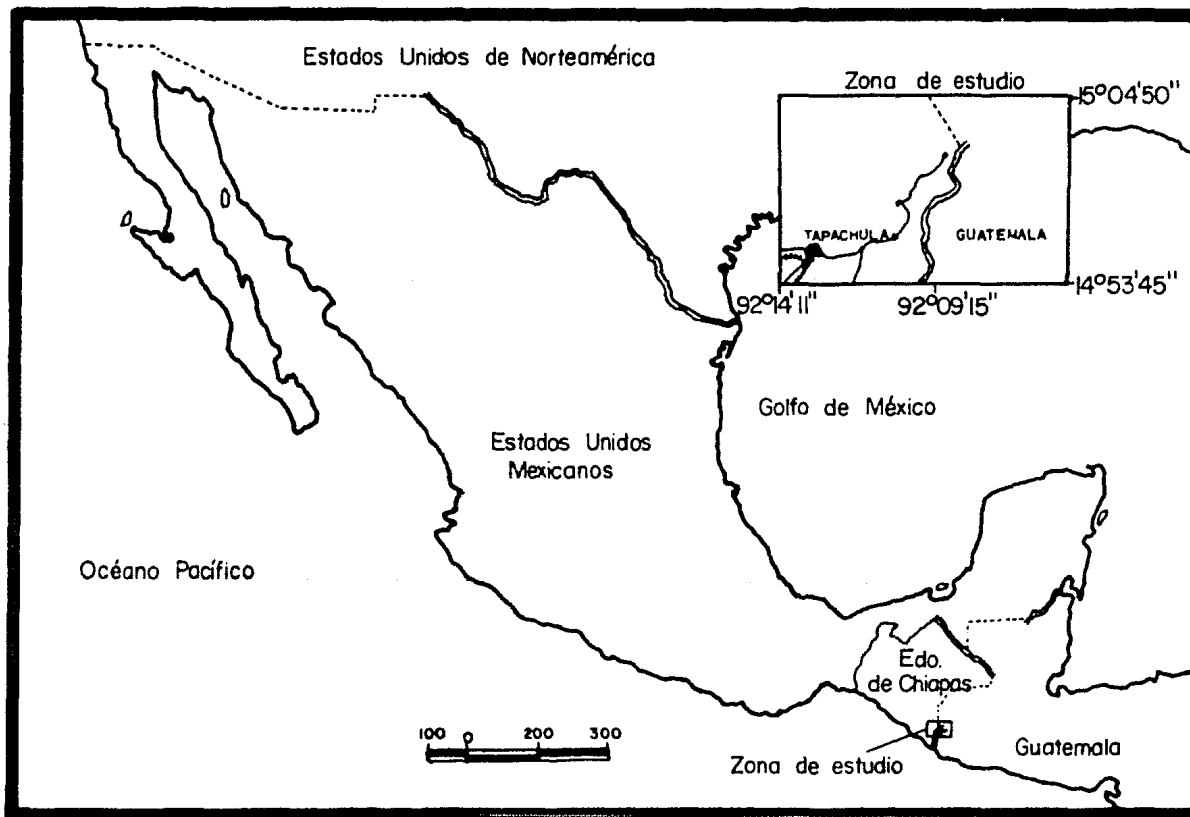
##### 2. Geología

El Soconusco, tanto por el origen geológico, como por su conformación actual de cadena montañosa y sobre la llanura costera del Pacífico, corresponde a una sección del gran territorio del Pacífico, muy semejante que se extiende desde el Istmo de Tehuantepec hasta el Golfo de Fonseca (Centroamérica). Está situado precisamente donde empieza a disminuir el recubrimiento y levantamiento de la sierra básica antigua, de consistencia granítico-diorítico. Este recubrimiento fué provocado por jóvenes volcanes andesíticos muy activos y prosigue por todo Guatemala hasta el interior de El Salvador. Helbig, (1964) y Mulleried, (1957).

Es pues, el Soconusco una parte de la Sierra Madre de Chiapas. Esta Sierra en su entrada a Chiapas por la frontera con Guatemala, tiene una anchura de casi 70 kilómetros, compuesta en su lado externo de macizos volcánicos y en el interno por bloque sedimentarios de los montes Chuchumatanes de Guatemala, para abandonar el Estado, reducida en su anchura a 30 kms en la región del macizo básico granítico-cristalino. Helbig, (1964).

La Sierra Madre no es un cuerpo uniforme de granito sino que también se encuentran rocas metamórficas de la era Paleozoica o desde el Precámbrico, penetradas por las intrusiones de masas granítico-dioríticas, en parte tapadas por efusivas ácidas (sobre todo en regiones como las laderas del Volcán Tacaná), así como rocas más antiguas constituyendo vetas, que también forman la base de las montañas sedimentarias de la mesa central del Estado. Forman, en consecuencia, el esqueleto original de la Sierra Madre en dirección sureste-noroeste. La Sierra fué cambiada a su forma actual de bloques en el período Terciario, y luego alimentada en el período Cuaternario con lavas y masas volcánicas; pequeños llanos de altura y valles se han formado en medio de los montes nuevos. Helbig, (1964) y Waibel, (1949).

MAPA N°3



La cordillera Pacífica pierde cerca de la frontera con Guatemala su carácter de Sierra pues ahí empieza la serie de volcánes Centroamericanos. Por el otro lado al noroeste, ya en territorio Oaxaqueño, termina la Sierra Madre de Chiapas en el Istmo de Tehuantepec, frontera geográfica entre la América Norte y la América Central.

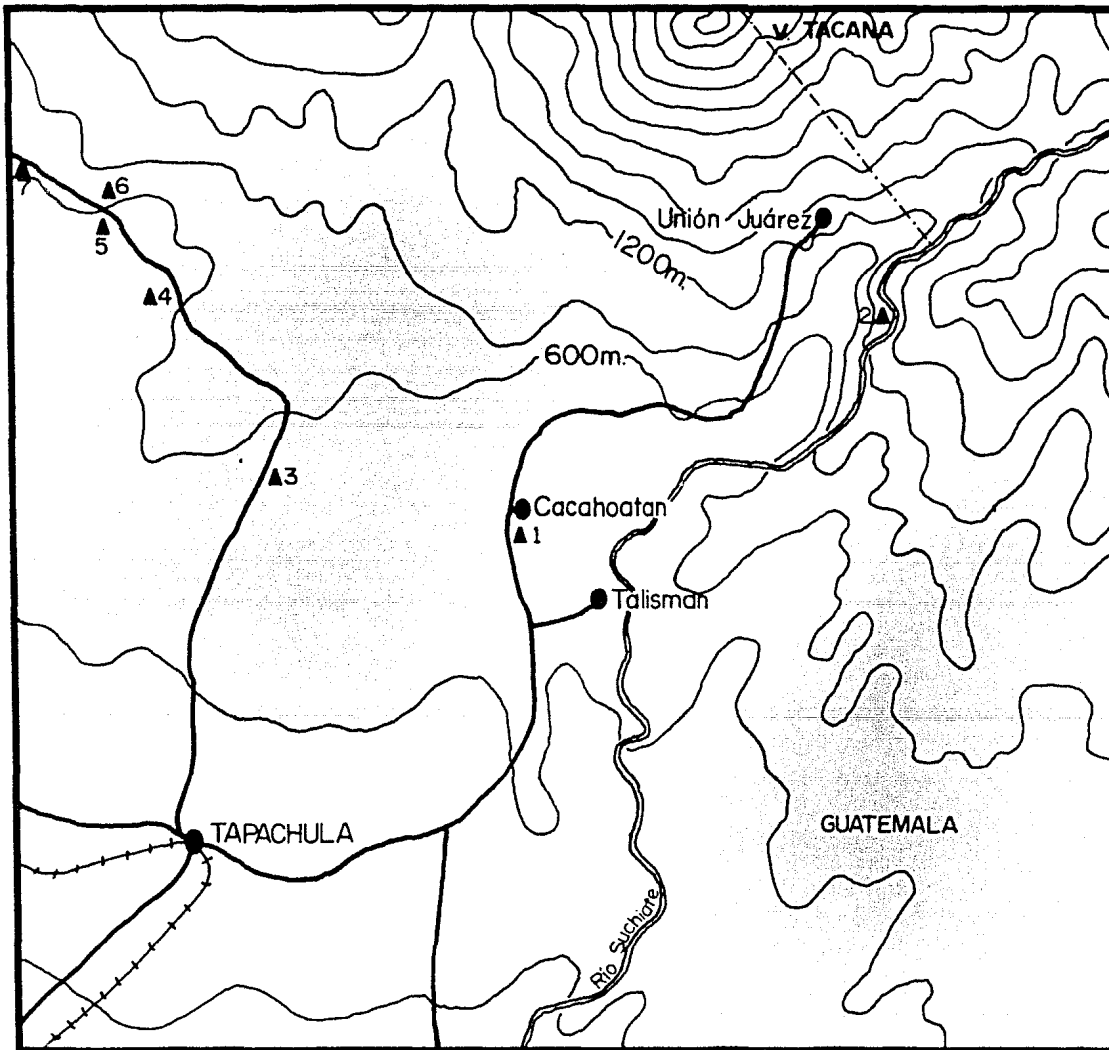
La actividad volcánica del Cuaternario es determinante de las diferencias entre el noroeste y sureste de la Sierra del Soconusco. El sureste adquiere un recubrimiento sobre el granito y granodiorita de rocas volcánicas y cenizas volcánicas, duplicando por consiguiente su masa, con la elevación desde el noroeste hacia el Tacaná, principalmente. Este último con 4,064 m de altura sobre el nivel del mar, con sus masas eruptivas de terminó el carácter del paisaje. En épocas muy recientes, la erupción del Santa María (1902) y probablemente del Volcán Consequina, en la Bahía de Fonseca (1835) crearon acumulaciones de cenizas volcánicas. Aún en lugares protegidos de la Sierra misma y en el terreno delantero de sus dos vertientes se encuentran frecuentemente hasta hoy en día acumulaciones de cenizas originales, con diferencias en espesores, los que algunas veces han sido acarreadas en diversos sitios. De la Peña (1951), indica que existen acumulaciones en algunos lugares hasta de 1 m de espesor. En 1970, hubo también una lluvia de cenizas volcánica. Helgib, (1964).

En cartas geológicas y en la literatura de la región del Soconusco siempre se mencionan la andesita y el granito como las formaciones pétreas primordiales en la construcción de la Sierra. Mulleried, (1949), también menciona la diorita.

Como consecuencia de los diferentes estratos ígneos del Soconusco es común encontrar sobre los cortes de carreteras, diferentes tipos de rocas. Sapper, citado por Helbig (1964), en el tramo de Huehuetán por Tepehuitz y Cuilco Viejo en la actual finca Argovia, hasta Pinabete en el norte, pasa por intercambios repetidos de andesita y granito, éste último en parte como "granito blanco". Rocas colectadas por Helbig, fueron reconocidas como una "aplita-granítica", el bloque más elevado de la Serranía de este recorrido consiste de andesita exclusivamente. Helbig, (1964).

Según Helbig, la andesita fué depositada alrededor de las elevaciones y escarpas emergentes de la sierra básica antigua granítica. Singularmente son notables las escarpas graníticas de la orilla suroeste de la planicie





SIMBOLOGIA

- Carretera pavimentada ———
- Ferrocarril +++++
- Limite internacional - - - - -
- Río = = = = =
- Ciudad ●
- Poblacion ○
- Curva de nivel ~ ~ ~
- Sitio de muestreo ▲
- Equidistancia 300m

Escala 1:170 000

MAPA TOPOGRAFICO

Nº5

de Pinabete que aún a una altura de más de 2,400 m emergen de la andesita. En sitios abiertos, puede observarse que la andesita se depositó sobre cúpulas graníticas algunas veces en capas delgadas. Según Boesse, (1905) y Waibel (1933), el macizo del Tacaná empieza a sobremontar la sierra básica antigua a una altura aproximadamente de 2,200 m

No obstante lo anterior, bien puede ser que las capas volcánicas jóvenes alcancen un espesor de varios centenares de metros, especialmente en valles profundos preexistentes. Si por ejemplo se desciende desde una altura aproximada de 1,300 m arriba de la finca Hamburgo por el valle del río Cuilco hacia la finca Nuevo Rancho Alegre, "terminan las masas andesíticas a una altura aproximada de 950 m para ser reemplazadas en el surco del valle inferior, por granito" Helbig, (1964). De modo semejante se suceden las formaciones pétreas en otros valles de la zona.

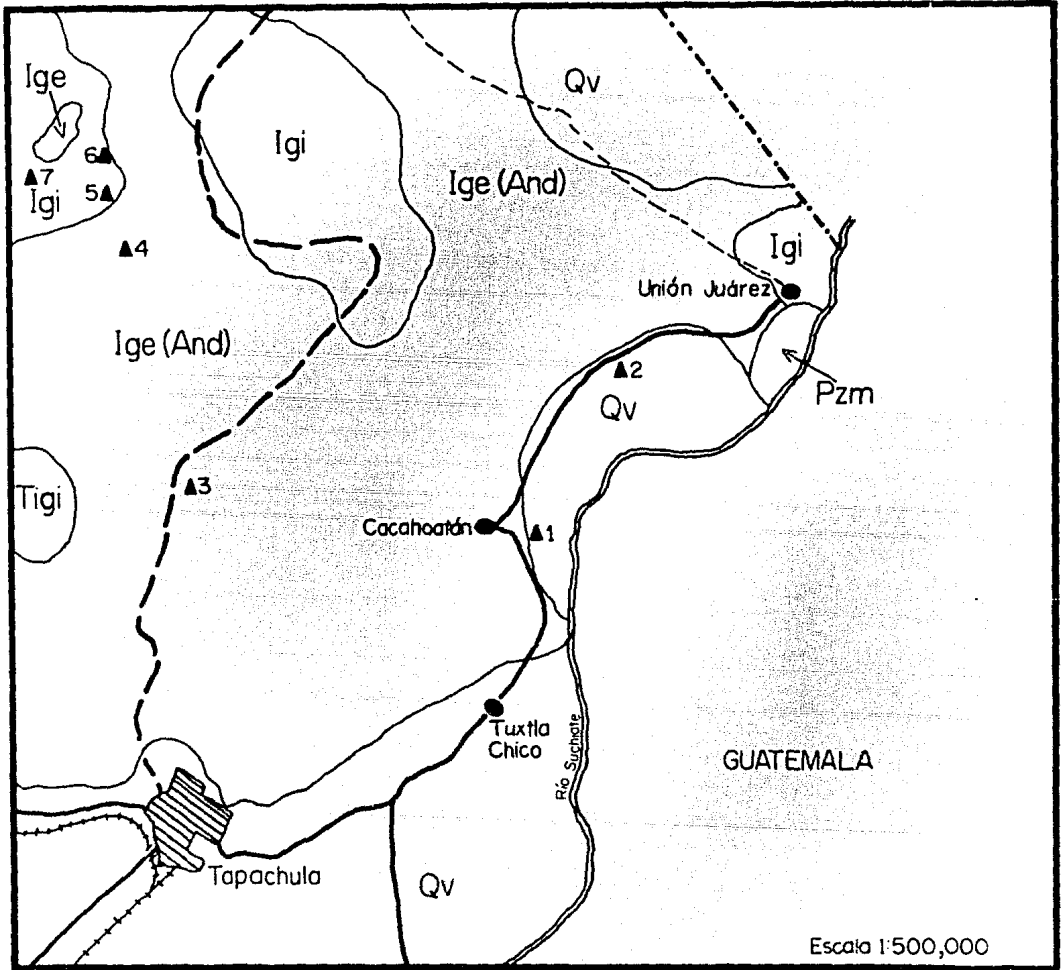
En regiones del eje principal de vertientes desde aproximadamente 1,800 m para arriba se encuentran además, gneiss fuertemente erosionados, mica pizarra y filitas como las formaciones pétreas más antiguas.

Además del granito, Sapper citado por Helbig, (1964) denominan a la andesita según estudios de Ordóñez, como andesita hipersténica de hornblenda, aunque Mulleried, (1957), la denomina únicamente andesita de hornblenda. Waibel, (1949) denomina a las andesitas hipersténicas, andesitas de hornblenda y andesita augítica.

La ceniza volcánica es por otro lado de mucha importancia no solo por las acumulaciones en la zona, sino por las propiedades imprimidas al suelo.

Frecuentemente se reportan sismos de baja intensidad especialmente en su sección sureste. Actividades volcánicas recientes o históricamente comprobadas únicamente han sido 3 causadas por el Tacaná, pero no erupciones en el sentido estricto de la palabra. Además de sus constantes fumarolas que aumentaron notablemente en 1949, Mulleried, (1951), se menciona históricamente tan solo un intento de erupción como lo llama Sapper (1913), con formación de fisuras y aumento de fumarolas. El cono carece de un cráter en la punta, teniendo tan solo una hondonada en forma de embudo, pero debajo de éste tiene varias vallas anulares. También existen fisuras que dejan escapar vapor debajo de la cúspide. Helbig, (1951) y Mulleried, (1949).

Con respecto a la geología particular de la zona de estudio, ver mapa No. 4.



Mapa Geológico Nº 4

Topografía

Rocas Igneas		Topografía	
Qv	Cuaternario volcánico	Carretera pavimentada	—————
Qv	Tobas, Cenizas volcánicas alteradas	" de terracería	- - - - -
Paleozoico terciario: Ige	Extusivas Andesita (And)	Río	~~~~~
Tigi	Granodiorita	Ciudad	⊙
Igi	Intrusivas del Paleozoico (plutónico)	Poblado	⊙
	Granito y Granodiorita	Limite Internacional	- · - · - · -
	<b>Rocas Metamórficas</b>	Contacto geológico	—————
Paleozoico mezosoico: Pzm	Serpentinas, Esquistos, Gneisses y Cuarcitas	" " no inferido	- - - - -
		Ferrocarril	+ + + + +
		Sito de muestreo	▲

Fuente: Mapa geológico del Edo de Chiapas, Instituto de Geografía UNAM 1975

### 3. Fisiografía

Las masas volcánicas jóvenes y eridas sobre la sierra básica antigua, al sureste del Soconusco, le han conferido una superficie diferente de la que ostenta la sierra más hacia el norte. El norte tiene un carácter de cadena mientras que hacia el sureste la formación es del tipo de un "macizo" si se prescinde del cono del Volcán Tacaná, perfectamente simétrico, con sus surcos y desfiladeros radiales.

Esta región está formada por las provincias fisiográficas siguientes:

- 1) Llanura costera del Pacífico,
- 2) Declive de la vertiente del Pacífico,
- 3) Sierra alta del Soconusco,
- 4) Declive de la vertiente del Atlántico (Golfo).

Dentro de éstas, la zona de trabajo queda comprendida más bien sobre la provincia No. 2.

### 4. Climatología

El Soconusco es la región de México que más se acerca a la zona ecuatorial. La desembocadura del río Suchiate a  $14^{\circ}33'$  de latitud, está en el extremo sur de la República. La interesante diferencia de climas, desde el semiárido hasta el caliente húmedo que prevalece en las rivas regiones de Chiapas, también se presenta en Soconusco.

De acuerdo con su situación geográfica, entre los paralelos  $14^{\circ}$  y  $17^{\circ}$ , o sea en la zona de transición entre las latitudes tropical interna y externa por una parte, y por otra en inmediata vecindad del mar, con su parte montañosa directamente frente a él, está sometido en su mayoría a un clima cálido-húmedo del tipo Am(w)ig de la clasificación de Köppen, modificada por García, (1973). Este es el clima dominante de la zona de muestreo.

La cantidad de lluvias mínima es de 2,500 mm y máxima de más de 5,000 mm repartidas entre cien a doscientos días de lluvia al año. La estación lluviosa comienza más o menos en mayo y tiene dos períodos acentuados de lluvia, uno en junio-julio y otro en octubre-noviembre.

A pesar de esto, en la misma vertiente del Pacífico, a una altura aproximada de Acapetahua, se interna en la llanura estrecha una angosta zona seca, proveniente de Guatemala, del tipo Amgi, que se ensancha mucho más hacia el noroeste. Ahí las precipitaciones bajan a 1,500 mm y el

número de días lluviosos a un promedio de 100 y en algunos casos a ochenta. Esta pequeña faja menos favorecida es un fenómeno peculiar y característico de Centro América, denominado región del Pacífico "seca" en contraposición con la "húmeda" del Atlántico. Helbig, (1964).

La irrigación abundante del Soconusco es una excepción a la regla. Tiene su causa en la masa montañosa centroamericana cuya amplitud considerable es de 569,142 km<sup>2</sup>. Por su gran calentamiento en la estación invernal origina diferencias de presión atmosféricas monzónicas y corrientes atmosféricas borrascosas, llamadas "chubascos" de tal modo que en Centroamérica se invierten los términos, designándose a los meses secos invernales como "verano" y a los meses húmedos del verano como "invierno". Los chubascos, con vientos del sur y del suroeste, llevan humedad adicional a la tierra firme, dejando intactas las laderas de sotavento de los macizos encajados en la sierra principal. Los vientos alisios que soplan desde la región del Golfo, no podrían por sí solos acarrear tal cantidad de lluvias hasta el otro lado de la tierra firme, después de haber descargado la mayor parte de su humedad en las llanuras del Atlántico y sobre todo en la falla Central de Chiapas. Helbig, (1964).

La precipitación pluvial tiende a aumentar con la altura, pero esto tiene también sus excepciones. En los lugares principales de la zona cafetalera, entre 600 y 1,200 m por lo regular hay un promedio anual de 4,000 mm siendo marcas superiores a este promedio más bien frecuentes, llegando como máximo a los 6,000 mm por año. Ver cuadro No. 4 y sus correspondientes climogramas. La situación respectiva de las laderas a sotavento o barlovento, es decir más o menos favorablemente expuestas a los vientos húmedos dentro de la montaña misma, es causa de considerables diferencias hasta en distancias pequeñas.

Ejemplos de valores superiores a 7,000 mm se aprecia en el climograma No. 13, con una altitud de 1,170 m, en el año de 1954 fué de: 7,336, en 1962: 7,839 y en 1963: 8,152.90 mm. Valores como estos no deben sorprender si se toma en cuenta que a los factores generales pluviogeneradores se suman localmente todavía el Tacaná y las altas serranías guatemaltecas como medios para acumular o formar más nubes, siendo por tanto causa de lluvias adicionales. Esta influencia sin embargo, no llega más allá del Cerro de Huixtla, siendo esta circunstancia la explica-

ción de la sequedad mayor de Huixtla y la sección noroeste de la Sierra del Soconusco, en relación a la del sureste. En consecuencia, entre el sureste y el noreste de la Sierra se presentan diferencias climáticas muy marcadas debido al relieve; el sureste tiene junto con una época de secas muy breve, valores muy altos de precipitación y las oscilaciones del caudal de los ríos son mínimas. En contraste, el noroeste tiene menos precipitación y una estación de secas más definidas.

Las altas cifras pluviométricas generalmente son excedidas por las del eje principal de vertientes, expuesto a la acción combinada de los vientos alisios, monzones y nortes. La frondosidad y humedad que gotea de los árboles de la selva nebulosa, común en la región del eje de vertientes hasta en los meses "secos" da una idea. Además, sobre las líneas del eje de vertientes se suman fenómenos locales; en los surcos de los valles de los sistemas fluviales del río Motozintla, Huixtla, Mazapa, Cuilco y Coatán que llegan a grandes altura tanto desde el norte como desde el sur, proporcionan a las corrientes atmosféricas de ambas direcciones oportunidades de paso para su calor y humedad, de sus masas de nubes y de nieblas. Helbig, (1964).

Los grandes macizos del Boquerón, del Haranjo y del Chimborazo, sirven de baluartes para los impetuosos vientos del norte sobre la vertiente del Pacífico. Helbig, (1964). A pesar de ello, trae consigo abundante humedad, que no cesa en ninguna época del año, sin embargo los nortes constituyen el factor negativo climático para las fincas cafetaleras que quedan en su ruta, pues a estos vientos del norte se deben las pérdidas y retrocesos que sufre el cultivo del café, como en las Fincas Hamburgo, Irlanda, La Lucha, Santa Anita, Génova, Maravillas y otras. No se subestima a pesar de esto, la influencia importante de los vientos, lluvias y chubascos del Soconusco pues al subir a las regiones frescas, dan origen a la formación de una neblina húmeda que debilita la insolación intensa.

También las lluvias monzónicas que en ocasiones se prolongan al fin de la estación de las lluvias se convierten en "temporales" de varios días de duración, ocasionan pérdidas menores. Sin embargo, los declives de las montañas y muros escarpados de las cimas, reaccionan al humedecimiento continuo, con desplomes de millares de metros cúbicos de suelo valioso que es acarreada lejos por los ríos crecidos.

Para los fines de este trabajo, se consideró conveniente localizar el mayor número de estaciones meteorológicas que tuvieran relación con el área muestreada con registros ininterrumpidos, para correlacionarlas, salvo para la estación de la finca Covadonga que se incluye como dato extraordinario para apreciar los diferentes rangos de precipitación.

Aún cuando la zona montañosa alta no quedó incluida dentro de la zona de muestreo, es conveniente señalar que tiene en general un clima del tipo C(m)(w"')ig: templado, con lluvias de monzón, escasa en invierno. Por otro lado sobre la vertiente del Atlántico, se tiene una disminución de la humedad; algunos lugares como Motozintla, llegan a extremos francamente áridos. Los datos climáticos están basados en los registros climatológicos de la Secretaría de Recursos Hidráulicos y del Servicio Meteorológico Mexicano. Para la zona de estudio, ver mapa No. 6.

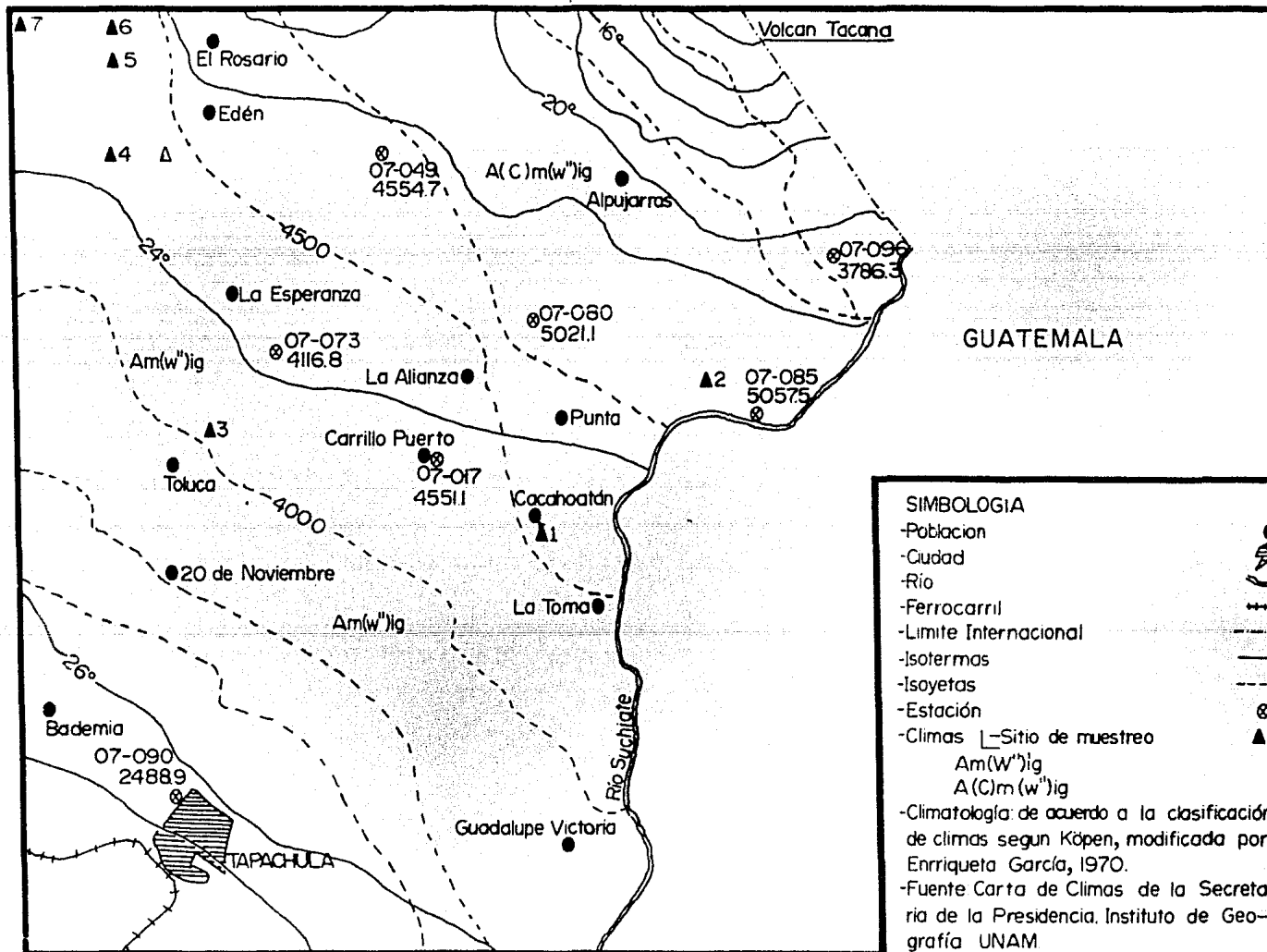
Por último, el clima del perfil No. 8 es (A)C(fm)A(ig)gl: semicálido-húmedo, con verano cálido, poca oscilación térmica. La precipitación del mes más seco es mayor de 40 mm y la del mes más húmedo es de 433 mm con precipitación media anual de 1,957 mm. La temperatura media del mes más frío es menor de 18°C y el mes más cálido mayor a 22°C, la temperatura media anual es de 18°C.

Cuadro No. 4 Datos climáticos de una área cafetalera del Soconusco,  
Edo. de Chiapas.










Estación	Lugar	Altura msnm	Latitud	Longitud	Temp. media	Precipitación anual prom.	Clima	Dependencia y años de reg.
CJ0	Tapachula	182	14°51'	92°16'	26.2°C	2,502.7 mm	Am(w'')ig	S.M.H. 54
155	Rosario Izapa	425	14°56'	92°05'	25.0°C	4,156.1 mm	Am(w'')ig	S.M.H. 16
J17	Cacahoatán	630	14°19'	92°10'	25.4°C	4,720.1 mm	Am(w'')ig	S.M.H. 32
085	Santo Domingo	1,300	15°01'	92°06'	-	4,997.34 mm	-	S.M.H. y S.R.H. 31
096	Unión Juárez	1,710	15°03'	92°05'	20.7°C	3,830.7 mm	A(C)m(w'')ig	S.M.H. 30
080	San Jerónimo	612	15°02'	92°08'	-	4,910.89 mm	-	S.R.H. 16
009	Finca Argovia	620	15°06'	92°16'	-	4,212.31 mm	-	S.R.H. y S.M.H. 24
049	Hacienda Maravillas	650	15°06'	92°16'	23.7°C	4,921.0 mm	Am(w'')ig	S.M.H. 10
121	Finca El Perú	650	15°08'	92°16'	22.3°C	4,350.6 mm	Am(w'')ig	S.R.H. 21
083	Finca Santa Anita	720	15°12'	92°20'	-	4,967.48 mm	-	S.M.H. 19
030	Finca La Chiripa	750	15°11'	92°17'	22.9°C	3,959.8 mm	Am(w'')ig	S.R.H. y S.M.H. 38
062	Finca La Patria	900	15°06'	92°13'	23.6°C	3,780.9 mm	Am(w'')ig	S.R.H. 17
023	Finca Covadonga	1,170	15°07'	92°14'	-	5,594.32 mm	-	S.R.H. 11
029	Finca Las Chicarras	1,264	15°07'	92°13'	21.9°C	5,081.0 mm	A(C)m(w'')ig	S.R.H. 16

Nota: Las estaciones que no reportan clima, son solo estaciones pluviométricas.

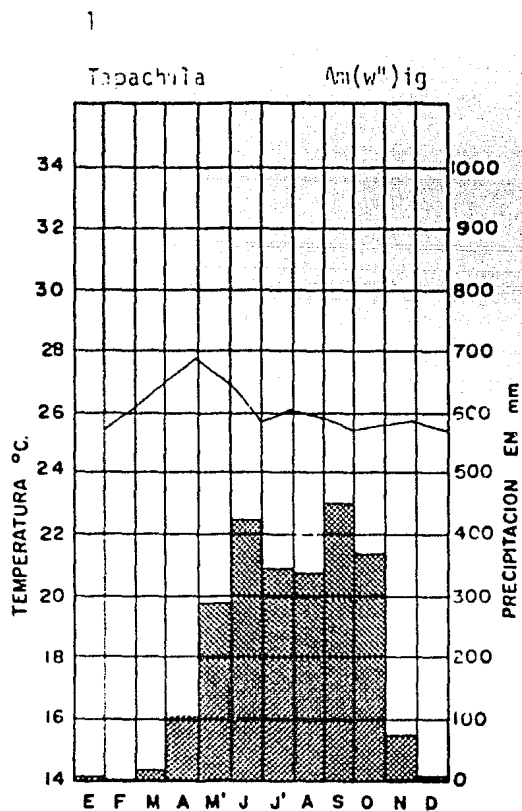




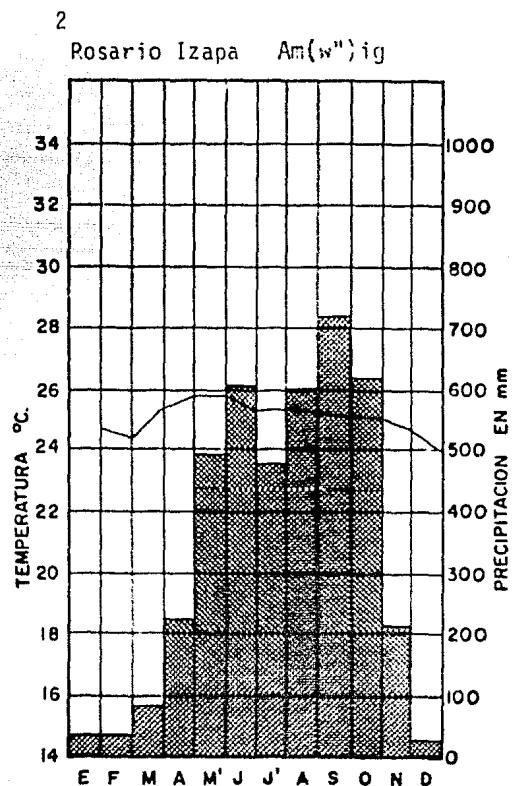
GUATEMALA

- SIMBOLOGIA**
- Poblacion 
  - Ciudad 
  - Rio 
  - Ferrocarril 
  - Limite Internacional 
  - Isotermas 
  - Isoyetas 
  - Estación 
  - Climas  -Sitio de muestreo
- Am(w)ig  
A(C)m(w)ig
- Climatología de acuerdo a la clasificación de climas según Köpen, modificada por Enriqueta García, 1970.  
-Fuente Carta de Climas de la Secretaría de la Presidencia. Instituto de Geografía UNAM  
-Escala 1500,000

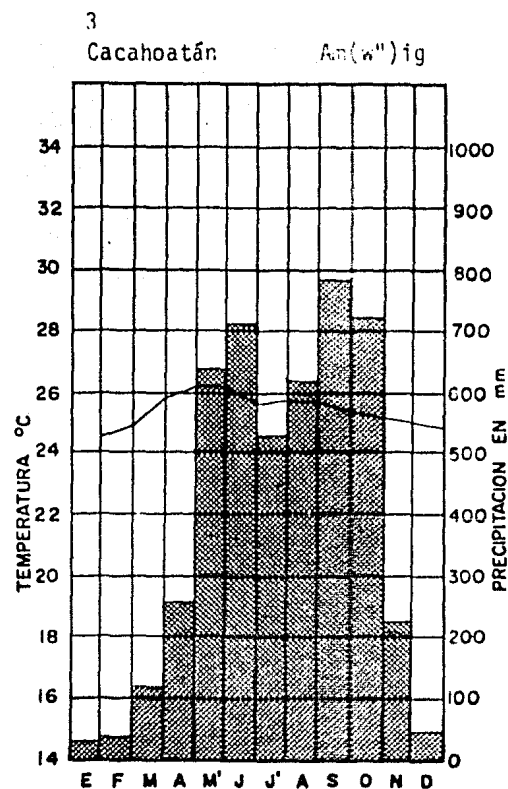
MAPA DE CLIMAS Nº 6



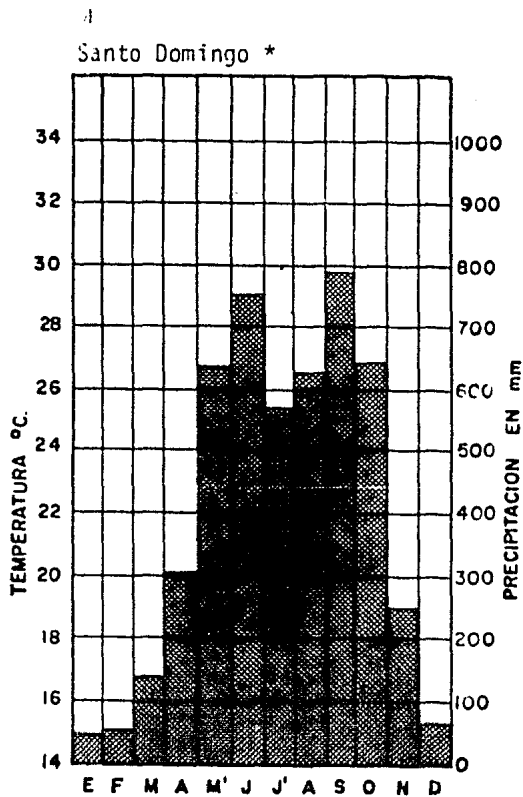
Estación 07-00  
 Coordenadas:  $14^{\circ}55'$  y  $92^{\circ}16'$   
 Altitud: 132 m.s.n.m.  
 Temp. media anual prom.:  $26.2^{\circ}\text{C}$   
 Precipit. anual prom.: 2,502.7 mm.



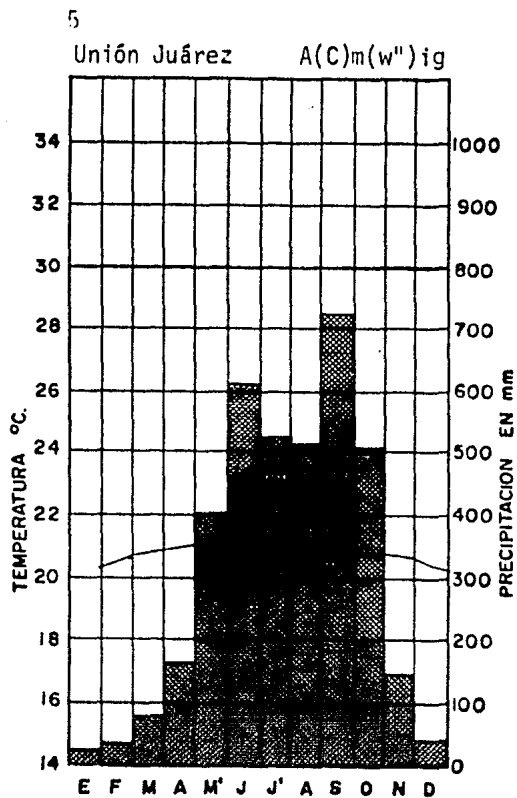
Estación 07-195  
 Coordenadas:  $14^{\circ}56'$  y  $92^{\circ}05'$   
 Altitud: 425 m.s.n.m.  
 Temp. media anual prom.:  $25.0^{\circ}\text{C}$   
 Precipit. anual prom.: 4,156.1 mm.



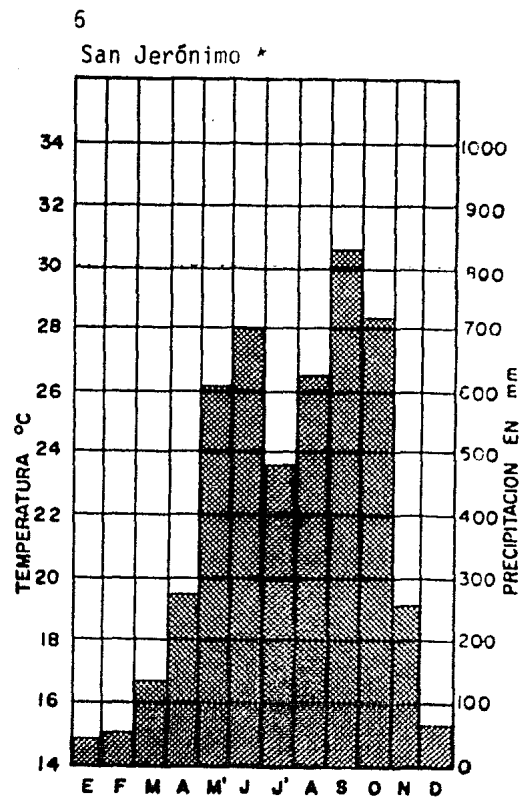
Estación 07-017  
 Coordenadas:  $14^{\circ}19'$  y  $92^{\circ}10'$   
 Altitud: 630 m.s.n.m.  
 Temp. media anual prom.:  $25.4^{\circ}\text{C}$   
 Precipit. anual prom.: 4,720.1 mm.



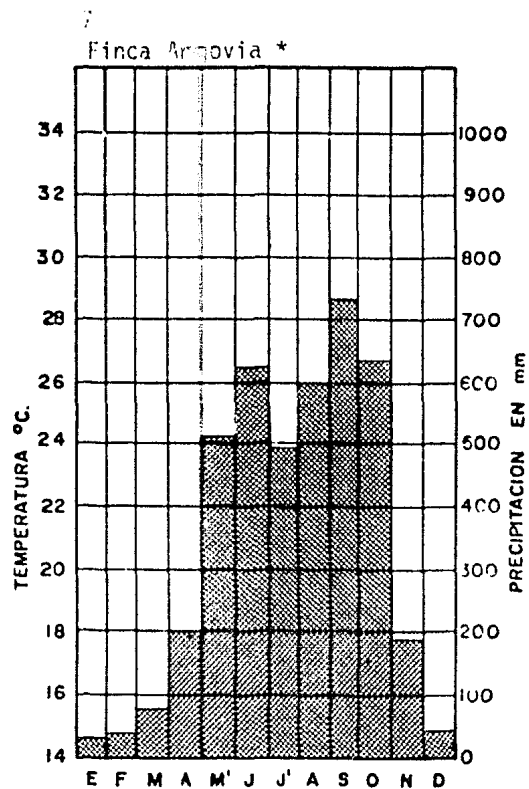
Estación 07-085  
 Coordenadas: 15°01' y 92°06'  
 Altitud: 1,300 m.s.n.m.  
 Precipit. anual prom.: 4.977.34 mm.  
 \*Temp. no registrada



Estación 07-096  
 Coordenadas: 15°03' y 92°05'  
 Altitud: 1,710 m.s.n.m.  
 Precipit. anual prom.: 3.830.7 mm.  
 Temp. media anual prom.: 20.7°C



Estación 07-080  
 Coordenadas: 15°02'y 92°08'  
 Altitud: 612 m.s.n.m.  
 Precipitac. anual prom.: 4,910.09 mm.  
 \*Temp. no registrada'

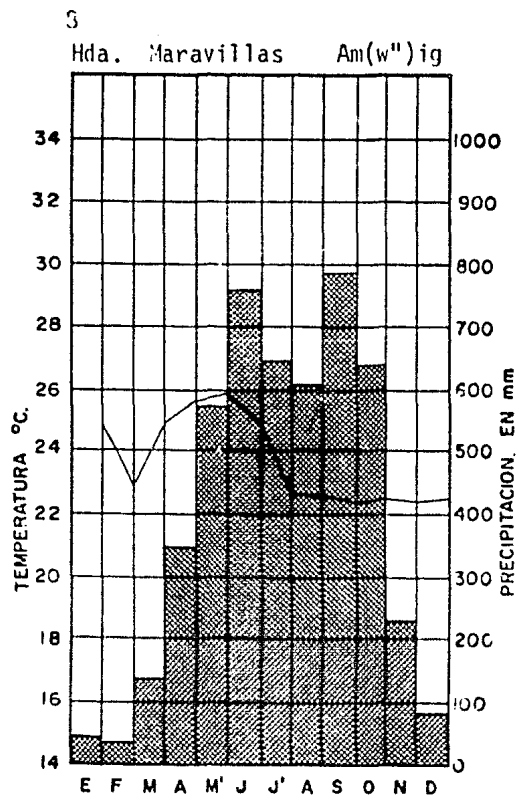


Estación 07-000

Coordenadas: 15°06' y 92°16'  
Altitud: 620 m.s.n.m.

Precipit. anual: 4,212.31 mm.

\* Temp. media anual prom. no reg.

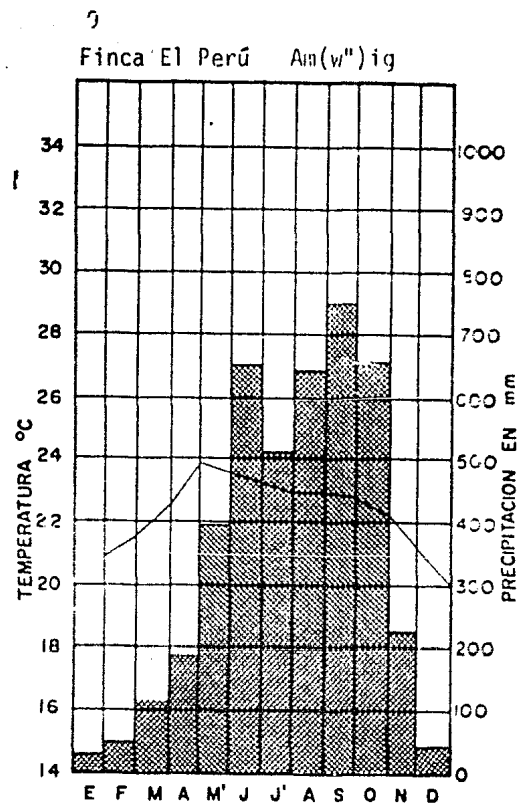


Estación 07-049

Coordenadas: 15°06' y 92°16'  
Altitud: 650 m.s.n.m.

Temp. media anual prom.: 23.7°C

Precipit. anual prom.: 4,921 mm.

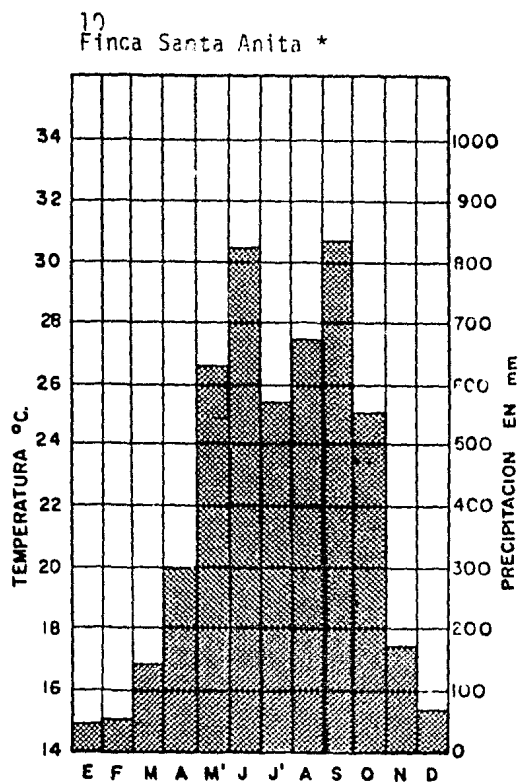


Estación 07-121

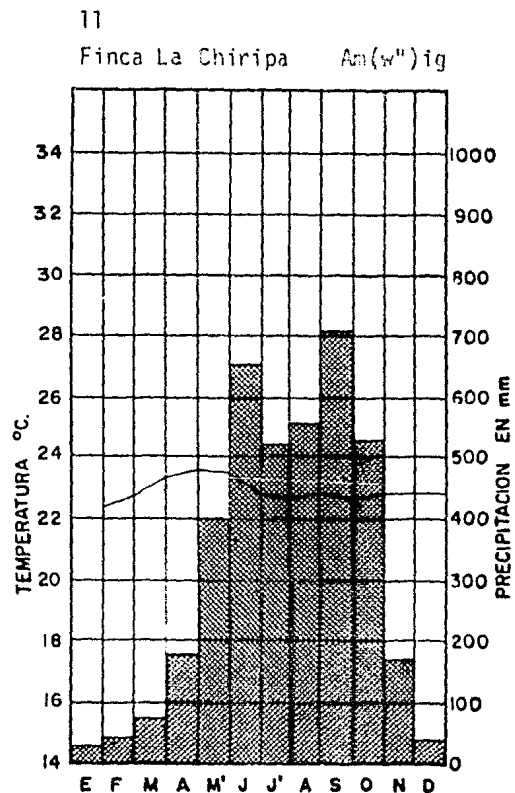
Coordenadas: 15°08' y 92°16'  
Altitud: 650 m.s.n.m.

Temp. media anual prom.: 22.3°C

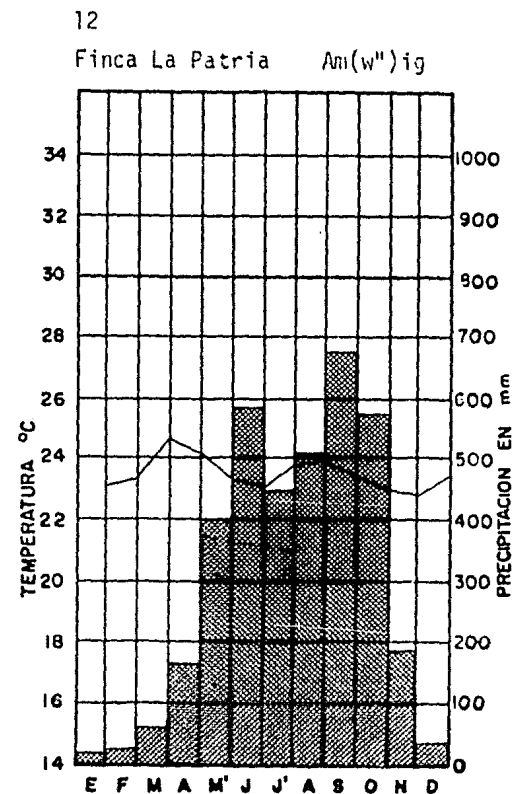
Precipit. anual prom.: 4,350.6 mm.



Estación: 07-033  
 Coordenadas: 15°12' y 92°20'  
 Altitud: 720 m.s.n.m.  
 Precipit. anual prom.: 4.967.48 mm.  
 \*Temp. no registrada.



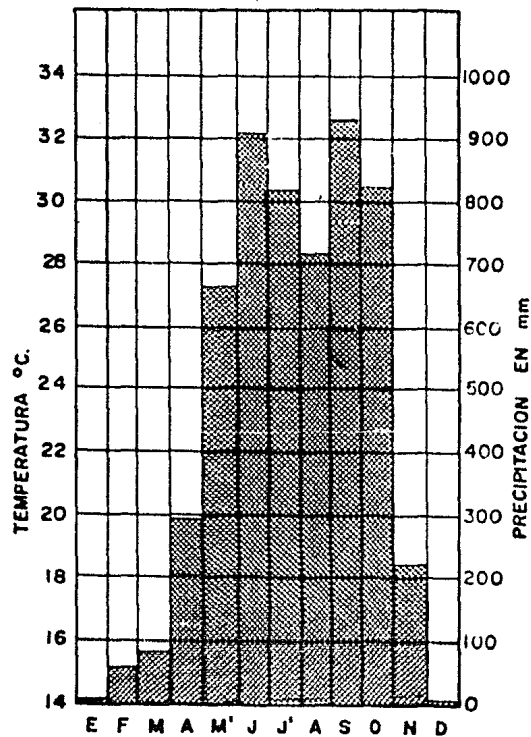
Estación 07-030  
 Coordenadas: 15°11' y 92°17'  
 Altitud: 750 m.s.n.m.  
 Temp. media anual prom.: 22.9°C  
 Precipit. anual prom.: 3.959.8 mm.



Estación 07-062  
 Coordenadas: 15°06' y 92°13'  
 Altitud: 900 m.s.n.m.  
 Temp. media anual prom.: 23.6°C  
 Precipit. anual prom.: 3.780.0 mm.

13

Finca Nevadaonga \*



Estación 07-023

Coordenadas: 15°07' y 92°14'

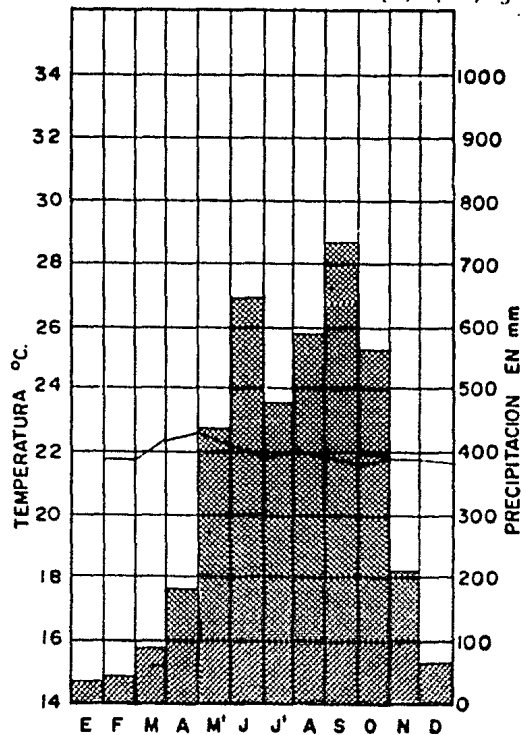
Altitud: 1,170 m.s.n.m.

Precipit. anual prom.: 5,594.32 mm.

\* Temp. no registrada.

14

Finca Las Chicharras A(C)m(w"ig



Estación 07-29

Coordenadas: 15°07' y 92°13'

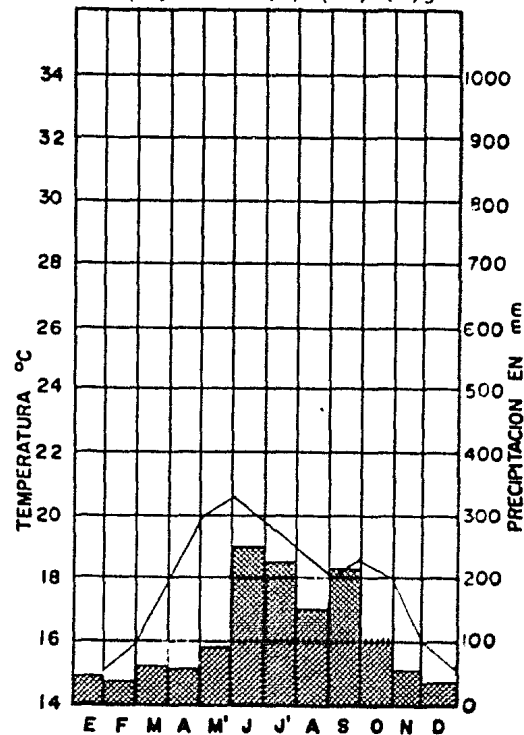
Altitud: 1,264 m.s.n.m.

Temp. media anual prom.: 21.9°C

Precipit. anual prom.: 4,031.0 mm.

15

Jalapa, Ver. (A)C(fm)a(i)gl



Coordenadas: 19°27' y 96°57'

Altitud: 1,225 m.s.n.m.

Temp. media anual: 18°C

Precipit. media anual: 1,957 mm.

## 5. Hidrografía

La hidrografía del Soconusco es muy diferente a la red fluvial que existe en la faja marginal entre la Meseta Central y la Falla Central de Chiapas, tan reducida debido a la escasez de lluvias y a la permeabilidad del subsuelo de constitución caliza. Están los ríos Suchiate, Cahuacán, Huixtla, Cuilco, Coatán y Zajú; las cañadas de éstos, profundamente entallados, suben hasta el principal eje de vertientes con sus surcos de sus arroyos tributarios, alimentados perenne y abundantemente en las regiones de las selvas nebulosas del Soconusco. El primero y el segundo son los dos más importantes. El río Suchiate, frontera natural con Guatemala está alimentado por una cuenca hidrográfica de  $1,193 \text{ km}^2$  y con un volumen de desague de aproximadamente tres mil millones de metros cúbicos por año. El río Cahuacán se alimenta por una cuenca de  $286 \text{ km}^2$  con un promedio de aproximadamente 750 millones de metros cúbicos. Helbig, (1964).

El declive del Pacífico es muy escarpado, se forman ríos de curso corto y de gran desnivel, que distan del mar sólo 50 ó 60 km., y la gran altitud del sureste de la sierra les da un carácter verdaderamente alpino. Estos ríos han cortado valles angostos y profundos. Su curso superior tiene, por lo general, saltos de agua rápidos, lo que originan gran denudación. Helbig, (1964).

En el declive del Atlántico predominan al igual que en el Pacífico, ríos de orientación paralela que corren en dirección del declive. Sin embargo, hay una gran excepción, el río Motozintla que corre en dirección noroeste-suroeste, por un valle ancho; vá por el núcleo cristalino de la Sierra, por lo que se cree fué influido tectónicamente en su situación y forma; más abajo de Mazapa el valle se estrecha y recibe en su margen derecha, cerca de Amatenango, al río Cuilco que va en dirección al núcleo de la Sierra. Después se abre paso a través de sedimentos plegados del Carbonífero, cambiando de dirección, en ángulo recto. Todos los ríos de esta vertiente se dirigen hacia el Grijalva, desague de la Depresión Central de Chiapas. Helbig, (1964).

La ocupación de la región por el hombre ha creado grandes transformaciones. La consecuencia más grave del conjunto de transformaciones, son los grandes desprendimientos de millares de  $\text{m}^3$  de suelo que tienen

lugar cada año a finales de la estación de lluvias provocadas por un lado, la destrucción de las selvas para el acondicionamiento o extensión de los cafetales, y por otro, por el continuo avance de los agricultores en las regiones altas de la Sierra, cuyas rozaduras son causa de la destrucción progresiva del bosque regulador.

En la zona de trabajo sólo quedan incluidos el río Suchiate, el río Coatán y Cuilco.

## 6. Vegetación

El bosque tropical perennifolio, es la vegetación clímax de las partes calientes y húmedas. El impacto de las actividades del hombre se ha centrado sobre este bosque, desde los tiempos prehispánicos y en algunas partes se ha ido acentuando, sobre todo en los últimos 30 años, en función de la apertura de eficientes vías de comunicación, del saneamiento del ambiente y de otros factores.

Dadas las características climáticas favorables para la agricultura que puede llevarse a cabo ininterrumpidamente y sin necesidad de riego durante todo el año, las áreas ocupadas por este tipo de vegetación constituye un atractivo fuerte para ser sometidas a cultivo.

Miranda, (1942, 1952, 1953, 1957 y 1961) ha estudiado la vegetación del Estado de Chiapas. En compañía de Sharps (1950) publicó un trabajo de interés fitogeográfico y ecológico sobre ciertas áreas muy húmedas de la Sierra de Madre de Chiapas. También Bredlove, (1973), publicó un esquema novedoso de los tipos de vegetación de Chiapas.

Son tan grandes las similitudes entre la flora del sur de México y la de América Central, que comúnmente se les considera formando parte de una sola área fitogeográfica. La continuidad fisiográfica, climática y florística entre Chiapas y Guatemala, excluye la posibilidad de considerar la frontera política como límite de significación biológica alguna. Lo mismo sucede a nivel de las otras repúblicas centroamericanas. Rzedowski, (1978).

Miranda, (1952) enfatiza las similitudes entre la flora de Chiapas y Centroamérica y hace algunas consideraciones acerca del papel del Istmo de Tehuantepec como barrera para difusión de las plantas. En apariencia el Istmo ha impedido el paso a un número significativo de



elementos de clima caliente, que de clima templado y frío.

En el Soconusco, aún puede encontrarse en muchas partes un equilibrio imperturbado en ciertas áreas, a pesar de miles de años de explotación continua y progresiva.

Helbig, (1964) describe la variación de la vegetación desde la costa de Huixtla, hasta la Selva tropical perennifolia y bosque templado, apoyado en los estudios de Miranda, (1952). El Inventario Nacional Forestal del Estado de Chiapas, (1976), resume la superficie de cada comunidad vegetal de la Sierra Madre de Chiapas, incluido el Soconusco, desde la Llanura Costera del Pacífico hasta el bosque templado-frío: Selvas altas, 125 has, Selvas Medianas, 390,750 has, Selvas bajas, 92,375 has, bosque templado-frío, 1,350 has. y forestal y otros usos, 137,325 has, que hacen un total de la superficie forestal de 621,295 has.

De la llanura costera hasta una altitud de 1,000 se desarrolla una selva tropical perennifolia, cuyos árboles varían entre 20 a 40 m. de altura. Entre 1,000 y 1,500 m de altitud se encuentra el bosque tropical menos cerrado que la selva. A partir de los 1,500 m se encuentran encinares cubiertos de orquídeas. Un poco más arriba se localiza el bosque de coníferas, principalmente pinos cubiertos de musgos y líquenes. Helbig, (1964).

Rzedowski, (1978) describe al Soconusco como la provincia No. 15 del país: "corresponde a una estrecha faja en las estribaciones inferiores de la Sierra Madre de Chiapas, con clima caliente y húmedo. Se prolonga también aunque no muy profundamente hacia Guatemala y está esencialmente constituido por un manchón de Bosque Tropical Perennifolia y de Bosque Mesófilo de montaña aislado de la gran extensión continua de estos tipos de vegetación que se localizan en la vertiente del Atlántico".

De acuerdo con Miranda, (1952) la flora de esta región está estrechamente relacionada con la del norte de Chiapas y sur de Veracruz y tiene poco en común con la del Occidente de México, Costa Pacífica. Su caracterización estriba en la presencia de una significativa proporción de especies endémicas.

El Bosque Tropical Perennifolio se desarrolla comúnmente a altitudes entre 0 y 1,000 m aunque en algunas partes de esta región ascienden a 1,500 msnm, dominando toda la región de los contrafuertes en las lade-

ras de la cordillera que forman el Soconusco, así como en los valles entallados de esta región montañosa. En esta comunidad biológica compleja predominan los árboles siempre verdes de más de 25 m de alto en la cual son características gran número de lianas, epífitas, enredaderas y plantas parásitas. Esta zona al igual que las demás zonas tropicales del Estado, ha sido intensamente explotado, para la extracción de maderas preciosas de exportación. Rzedowski, (1978).

Miranda, (1952), cita este bosque con especies de 80 a 150 m con dominancia de Terminalia amazonia, ("guayabo volador"), a los cuales acompaña las siguientes especies de árboles: Aspidosperma megalocarpon, ("chichi colorado"), Myrexylon balsamum, Vatairea Lundellii, Scheelea preussii, Dendropanax arboreus, Calophyllum brasiliense, Ficus crassiuscula, Bursera simaruba, Tetrorchidium rotundatum, Stercularia apetala, Roseodendron donnell-smithii. Helbig menciona además árboles que crecen en las partes bajas de las laderas y valles profundos de la región montañosa: Cecropias (C. obtusifolia, "guarumbo" y C. peltata), árboles Platymiscium dimorphandrum, "hormiguero" y muchos "amates" Ficus, "matapalos" Ficus involuta, Alchornea latifolia y el "chonte" Mabea excelsa.

En las porciones de la misma Sierra entre 800 y 1,400 m se desarrolla el bosque de Sterculia mexicana ("castaño") y Hasseltia guatemalensis, en cuya composición entran numerosas especies como Sloanea ampla ("peine o cepillo"), Dussia cuscatlantica, Prunus guatemalensis, Ficus hemsleyana, Dipholis minutifolia, Rheedia edulis, Phithecellobium arboreum, Coussapoa purpusii, Tapiriria mexicana, Microphollis mexicana ("albaricoque") Chaetoptelea mexicana ("mezcal o baqueta"), verdaderamente gigantesco hasta más de 80 m. En esta zona el Bosque Tropical Perennifolio ocupa a menudo el mismo nivel altitudinal que el Bosque Mesófilo de montaña con Liquidámbar y Quercus, estableciéndose a menudo un mosaico en el cual la comunidad de Sterculia y Hasseltia, se refugia a los lugares más protegidos de la Sierra, Miranda, (1952). También se desarrollan, el árbol "chirí" Laplacea brenesii. En las barrancas húmedas, toman gran parte las palmas "pacaya" Chamaedorea aguilariana y "bojón" Chamaedorea sp., el "palo de agua" Iresina salasii, el "zapote negro" Dyospyros ebanester, el árbol "cola de pava" Cupania Spondiasmombin, el "trompillo" Guarea trompillo.

En el Bosque Secundario se mantiene el "zope" Schizolobium parahybum, el "capulín" Muntingia calabura, el "chente" Mabea excelsa, el "guarumbo" Cecropia obtusifolia y C. peltata. A orillas de los caminos abiertos crece la "hierba santa" Piper auristicum. Helbig, (1964).

Los helechos arbóreos ocurren desde la zona baja de la Selva hasta las grandes alturas de la Selva Tropical. En lugares no demasiado sombreados, crecen los llamados "chipales" llegando a crecer hasta 8 metros como: Gleichenia linearia, Blechnum occidentale, B. unilaterale, Aspidum parasiticum, Dryopteris blanda, Lycopodium polymorphum o otras más. Las plantas de grandes hojas que crecen a la sombra son entre otras, "capote" Santhosoma mexicana, "come mano" Syngonium podophyllum, la "caña de Cristo" Costus spicatus, la "vid silvestre" Vitis tilifolia y V. bourgaena. Helbig, (1964).

El Bosque Tropical Subcaducifolio es una comunidad densa y cerrada relativamente baja a unos 1,200 m debido a la humedad. Su fisonomía en la época lluviosa a menudo es comparable con la del Bosque Tropical Perennifolio. La altura de sus árboles oscila entre 14 y 40 m y más frecuentemente entre 20 y 30.

En Soconusco, al igual que en otras partes del Estado, los pinares de P. oocarpa, son los más difundidos y su amplitud altitudinal va de 300 a 3,000 m P. pseudostrobus y P. tenuifolia forman comunidades en parajes más húmedos además de P. ayacahuite y P. strobus var. chiapensis. P. montezumae y P. teocote también constituyen bosques en diversas localidades, mientras que P. rudis, junto a P. hartwegii prevalece a altitudes superiores a 2,800 m, Miranda, (1952). La distribución de Abies se cita sobre la zona alta del Tacaná.

En el Bosque Mesófilo de Montaña, Liquidámbar styracifolia es uno de los elementos característicos de este tipo de vegetación, aunque los bosques puros de esta especie son más bien esporádicos, las comunidades de Quercus y Liquidámbar son frecuentes en altitudes entre 600 y 2,000 m. Generalmente son bosques de 20 a 40 m de alto, parcialmente caducifolios, siendo Matudea trinervia unos de los dominantes comunes, Miranda, (1952). En altitudes cercanas a 2,500 m Chiranthodendro pentadactylon puede ser muy frecuente, sobre todo en las laderas del Volcán Tacaná.

Otros géneros de árboles mencionados por Miranda, (1952) en la Sierra Madre son: Inga, Clethra, Ilex, Podocarpus, Osmanthus, Cedrela, Olmedilla, Ardisia, Conostegia, Eugenia, Hedyosmum, Nectandra, Oreopanax, Parathesis, Rhamna, Styrax, Trophis.

## 6. Edafología

Los suelos de esta región son tanto de origen granítico, granito-diorita, andesíticos y de cenizas volcánicas, por consecuencia, difieren ampliamente en su estructura, textura y fertilidad principalmente.

Tamayo, (1949) describe los suelos del Soconusco como: "suelos amarillos y migajones rojos del grupo laterítico" para las partes bajas y laderas de la vertiente del Pacífico y para las partes altas templado húmedas como "suelos complejos de montaña, con pendientes de más de 25%, dominando los suelos cafés forestales y podzólicos"

Helbig, (1964) menciona que debido a la humedad de la Sierra especialmente en el campo delantero de los volcanes andesíticos se han formado suelos rojos arcillosos de un espesor considerable, mientras que el noroeste más seco, la base granítica del pie de la Sierra aparece frecuentemente al descubierto, el espesor de los suelos es menor, su color amarillento y su consistencia desmenuzable. Dice también que en las partes bajas de la vertiente del Pacífico se desarrollan suelos profundos destacando los terra rosa lateríticos y que hacia el noroeste disminuyen en profundidad, predominando los migajones lateríticos y suelos amarillos o rojos. Menciona también que sobre las laderas más altas de la misma Sierra los suelos son café forestales y podzólicos de tonalidades moreno amarillentas.

En la Documentación del Plan Nacional Hidráulico de la S.A.G., García, (1976), clasifican a los suelos de esta región de acuerdo a FAO-UNESCO de la siguiente manera: Tm2ss-2 (Andosol mólico, textura media y pendientes de 0 a 7%), para la parte central del Municipio de Tapachula, Tuxtla Chico, el sur de Cacaohatán, y Unión Juárez; Tm2c (Andosol mólico, textura media y pendientes mayores del 30%) para suelos del norte del municipio de Tapachula y el norte de Cacaohatán; Lc-Tm2ab (Asociación luvisol crómico-andosol mólico de textura media y pendiente de 7 a 20%, para la parte del eje de vertientes del Pacífico.

La F.A.O., (1976), los clasifica dentro de la subregión Tierras Altas Volcánicas Centroamericanas, caracterizándolos como: Andosoles húmicos (Th), Andosoles mólicos (Tm) y Regosoles (R) a los materiales volcánicos efusivos recientes. Como Cambisol dístico (Bd), Luvisoles férricos (Lf) y Regosoles para los intrusivos y extrusivos: granito, grano-diorita y andesita.

Son notables las zonas cubiertas de cenizas volcánicas originadas por las erupciones recientes sobre las laderas del Volcán Tacaná, originando en el sureste del Soconusco, áreas débilmente combadas, muy apropiadas para el cultivo del café. Estas lomas no existen en tales dimensiones en la cordillera granítica geológicamente más antigua y de menor fertilidad, sin embargo a menudo han recibido aportes de cenizas volcánicas, lo que redundo en el aumento de la fertilidad.

Los andosoles constituyen un grupo de importancia primordial en esta región no tanto por su extensión geográfica, sino por razón de sus considerables reservas de fertilidad que han sustentado a gran número de agricultores tradicionales durante siglos. La mayor parte de estos suelos son de avenamiento libre, fáciles de labrar en todos los grados de humedad y poseen suficiente fertilidad natural para dar rendimientos moderados de los cultivos tradicionales. Sus limitaciones principales son la posibilidad de erosión y la carencia de fosfatos debidas a la fijación por el material amorfo, alofano, en formas aprovechables para las plantas en desarrollo. A fin de prevenir la erosión se recomiendan las prácticas comunes de manejo, especialmente sembrar en curvas de nivel.

Los andosoles húmicos se hallan presentes en los estratos de cenizas volcánicas más antiguas y más meteorizadas en zonas de alta pluviosidad, constantemente húmedos. Los andosoles mólicos parecen estar generalizados en las zonas húmedas, son moderadamente productivos pero potencialmente erosionables menos ácidos y con un contenido más elevado de bases y fosfatos aprovechables que los andosoles húmicos, se utilizan principalmente para el cultivo del cafeto, cítricos y varios cultivos de subsistencia entre ellos frijol y maíz. F.A.O. (1976).

Los lechos de cenizas volcánicas más antiguos y meteorizados dan origen a luvisoles crómicos rojizos. Los regosoles se hallan presentes en tierras altas, principalmente donde se presentan eyecciones de cenizas.

zas recientes que no han tenido tiempo de rebasar las fases iniciales. F.A.O. (1976).

Muchos de estos suelos pueden presentar todavía una corta proporción de coloide amorfo además de haloisita predominante, lo cual podría explicar una mayor capacidad de intercambio de cationes y el mayor contenido de alúmina, en comparación con los luvisoles crómicos más ortodoxos. Los suelos superficiales tienden también a ser más profundos y ricos en carbono orgánico que los luvisoles crómicos típicos.

Se identifican generalmente los tipos siguientes sobre las laderas del Tacaná: suelos jóvenes de cenizas volcánicas; suelos juveniles arcillosos, pardos o pardos rojizos. Generalmente profundos y muy fértiles. Son frecuentes los suelos enterrados por depósitos de cenizas.

El Cambisol dístico, se encuentra principalmente sobre rocas silíceas tales como granito, diorita, en regiones montañosas con una precipitación de alta a muy alta (3,500 a 5,000). Se observan fases líticas en las laderas montañosas escarpadas. Con los sistemas tradicionales estos suelos dan cosechas insatisfactorias. Algunos suelos coluviales más profundos enclavados a lo largo del pié de las laderas dan cosechas más suficientes. Incluso con sistemas perfeccionados de explotación, la naturaleza abrupta y accidentada del terreno y la escasa profundidad del suelo junto a la baja fertilidad natural, contribuyen a conferir a estos suelos escaso valor. Los suelos más comúnmente asociados son acrisoles órticos, los cuales se aprovechan para cafetales y huertos de cítricos. F.A.O., (1976).

Los luvisoles férricos se observan ocasionalmente en las tierras bajas costeras, pero se van generalizando hacia el interior de la cordillera en dirección de Guatemala, de ordinario asociados con Cambisoles dísticos y con acrisoles. Están formados principalmente a partir de materiales silíceos en condiciones ambientales tropicales húmedos. En las cadenas montañosas son comunes las fases líticas. Son suelos de fertilidad natural, aunque carecen de fosfato y nitrógeno para todos los cultivos. F.A., (1976).

Aguilera, H.N. (1972), citado por García y Falcón, menciona dos grupos de suelos para el Soconusco: derivados de cenizas volcánicas y de Ando, así como Oxisoles (lateríticos), como dominantes.

En general, la relación arena/limo/arcilla es variable siendo algunos arenosos, arcillosos, francos, limo arenosos, limosos. El pH está comprendido entre rangos de 4 a 6.5, es decir de extremadamente ácidos a ligeramente ácidos debido a la intensa pluviosidad de la zona. El contenido de materia orgánica fluctúa según la localidad, la altitud, temperatura, precipitación y el tiempo que los suelos han estado sujetos a cultivo, la intensidad de cobertura y sombra, el grado de exposición, es decir, la pendiente y su grado de erosión.

Los suelos son en general ricos en potasa; todos ellos son relativamente pobres en nitrógeno y algunos son bastante deficientes en fósforo. En ciertas áreas se han encontrado deficiencias de oligoelementos y toxicidad por aluminio. F.A.O. (1976).

Como consecuencia de la fertilidad natural de estos suelos se ha cultivado café en ciertas áreas durante muchos años sin agregar fertilizantes químicos.

Para el fin de este trabajo, se clasifican los suelos utilizando el criterio de la 7a. Aproximación de U.S.D.A. 1960 y 1975.

En el mapa No. 7 se observa los suelos que fueron clasificados en base a los resultados de los análisis físicos y químicos, así como a las observaciones en campo de la zona de trabajo.

## V. MATERIALES Y METODOS

Tomando en cuenta que en esta región se presenta una sucesión interesante de zonas geomorfológicas y por tanto de grandes contrastes geológicos tanto de sustratos extrusivos como intrusivos y cenizas volcánicas, con sus grandes diferencias de clima y suelo, los trabajos de muestreo se realizaron de tal manera que abarcaran dichos materiales. Están dispuestos en dos transectos: Tapachula-Unión Juárez (Perfiles núms. 1 y 2) y Tapachula-Maravillas (Perfiles Núms. 3, 4, 5, 6, y 7). Estos transectos tienen por límite la llanura Costera del Pacífico al sur, al norte las partes montañosas altas de la Sierrra, al oeste y este por Huixtla y la República de Guatemala, respectivamente.

Se incluye el perfil No. 8 efectuado en la zona cafetalera de la Orduña, Jalapa, Ver. a fin de efectuar algunas correlaciones.

Los perfiles se efectuaron tomando en cuenta que fuesen cultivados con café, pero al mismo tiempo que no se encontraran directamente bajo la influencia del cafeto mismo, en virtud de que los análisis podrían arrojar datos erróneos, sobre todo en los lugares en que se practica la fertilización. La profundidad de los perfiles fué de 1.50 cm tomándose muestras de suelos cada 10 cm.

Para la fotointerpretación de la zona se utilizaron 23 fotografías aéreas No. 69-77 y 198-211, sin número de línea, vuelo Detenal de Marzo de 1973 de la zona 38-A, Escala 1:50 000 en blanco y negro.

Una vez colectados los suelos, se secaron, se tamizaron y se procedió a efectuar los análisis físicos y químicos respectivos.

### 1. Análisis físicos

1.1 y 1.2) Color en seco y en húmedo, por comparación con las tablas Munsell (1975).

1.3) Densidad aparente. Se determinó por el método de la pro beta.

1.4) Densidad real. Se obtuvo por el método del picnómetro.



1.5) Espacio poroso. Se calculó en base a las dos densidades anteriores.

1.6) Textura. Se obtuvo por el método del hidrómetro de Bouyoucos, en el cual las muestras son tratadas con peróxido de hidrógeno al 36% calentando en baño maría para oxidar la materia orgánica. Para la dispersión se empleó oxalato y metasilicato de sodio.

## 2. Análisis químicos

2.1) pH. Se determinó por medio del potenciómetro de Beckman Zero-matic, con electrodos de vidrio, usando una mezcla de suelo:agua destilada en la relación 1:2.5 y con una solución de KCl 1N pH 7 en la relación 1:2.5

2.2) Materia orgánica. Se determinó usando el método de Walkey y Black modificado por Walkey (1947) en el cual se hace una digestión húmeda con dicromato de potasio.

2.3) La capacidad de intercambio catiónico total, se obtuvo empleando el método de centrifugación saturando la muestra con  $\text{CaCl}_2$  1N pH 7, luego lavando con alcohol etílico y saturando de nuevo con NaCl 1N pH 7. Se titula por medio del versenato 0.02 N (Jackson, 1964).

2.4 y 2.5) Calcio y magnesio intercambiables por el método de centrifugación extrayendo con acetato de amonio 1N pH 7. El calcio y magnesio desplazados se titulan por el método del versenato.

2.6) Fósforo aprovechable por el método de Bray I, determinándose luego colorimétricamente en un colorímetro Leitz Mod. M, por el método de azul de molibdeno en medio clorhídrico (Jackson, 1964).

2.7) Potasio intercambiable por flamometría, usando acetato de amonio 1N pH 7, para la extracción por agitación. Para su determinación se empleó un flamómetro Coleman Mod. Junior. (Black, 1965).

2.8) A lofano, por el método semi-cuantitativo de Fieldes y Perrot (1966), utilizando NaF 1N y fenoftaleína como indicador.

2.9) Aluminio intercambiable, por el método de aluminón (Smith et al, 1949), en el cual se agita la muestra con KCl 1N pH 7, determinándose con aluminón pH 4.8.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados de los análisis físicos y químicos practicados a los Perfiles No. 1 y 2, se encuentran en los cuadros Nos. 5 y 7 respectivamente. Las descripciones de los perfiles, se muestran en los cuadros 6 y 8.

En la definición establecida por FAO-UNESCO, durante la reunión sobre "clasificación y correlación de los suelos derivados de cenizas volcánicas", en Tokio, Japón, en 1964, se definen a los andosoles como: suelos minerales en que la fracción activa es dominada por materiales amorfos (mínimo, 50%). Estos suelos tienen una alta capacidad de retención, un horizonte A oscuro, friable, relativamente graso; poseen un alto contenido de materia orgánica, una densidad aparente baja y poca pegajosidad. Pueden tener un horizonte B sin mostrar cantidades significativas de arcilla iluvial. Ocurren bajo condiciones climáticas húmedas y subhúmedas, Martini, (1969).

Apegándonos a esta definición, los Perfiles 1 y 2 son los andosoles típicos de los sitios muestreados, con mayor expresión del material parental y que más se acercan al concepto típico. Se clasificaron dentro del Orden Inceptisol, Suborden Andepts, Gran Grupo Umbrandepts, Subgrupo Mollico, lo cual significa que tienen un epipedón úmbrico, un horizonte de acumulación de materia orgánica de color oscuro en medio ambiente húmedo.

La génesis de estos suelos demuestra que son jóvenes, por la abundancia de la fracción de arenas y/o limos, en comparación con la arcillosa. Originalmente estos suelos se han desarrollado sobre materiales andeíticos, los cuales posteriormente han sido sepultados por aportes de cenizas originando nuevos perfiles.

Los horizontes poseen colores pardo oscuro/pardo, 7.5 YR 4/2 a 7.5 YR 4/4 en seco para el Perfil No. 1, salvo donde la ceniza no está muy alterada en el subhorizonte A<sub>11</sub>. En húmedo, los colores son café rojizo oscuro 5 YR 3/2 a 5 YR 2.5/1 a negro, lo cual correlaciona con la alta presencia de materia orgánica y alofano.

El Perfil No. 2, tiene colores en seco pardo grisáceo muy oscuro/pardos oscuros 10 YR 3/2 a 10 YR 4/3 para los horizontes donde existe alto contenido de materia orgánica. La influencia de la ceniza fresca no muy alterada está indicada por los colores grises en el subhorizonte A<sub>p</sub> 10 YR 5/1 a 10 YR 6/1 en el C<sub>1</sub>. Con la profundidad el color se aclara de pardo a pardos amarillento oscuros en seco 10 YR 2/2 a 10 YR 4/4. En húmedo los colores dominantes van de negros 10 YR 2/1 a pardos muy oscuros 10 YR 4/4. El pardo grisáceo 10 YR 3/3 y gris en húmedo en los horizontes A<sub>p1</sub> y C<sub>1</sub>, señalan la cantidad de cenizas recientes. Con la profundidad, los colores son pardos grisáceos muy oscuros: 10 YR 3/2 a 10 YR 5/1.

El Perfil No. 1 está situado a 420 msnm con una precipitación de 4,156.1 mm y una temperatura de 25.0°C. El Perfil No. 2 tiene una precipitación de 4,997.34 mm a una altura de 1,300 msnm y con una temperatura anual media de 22.0°C aproximadamente. El clima para ambos es el Am(w")ig, sin embargo difieren en cuanto a la temperatura y precipitación. La textura de cada uno de ellos da una idea del desarrollo y grado de alterabilidad de sus minerales. En el primer caso, la textura dominante es migajón limoso, franco y migajón arenoso en la superficie, en tanto que en el Perfil No. 2 la textura dominante suele presentarse como migajón arenoso para todo el perfil. Esto indica que en el Perfil No. 2 conserva más minerales primarios aunque las condiciones de meteorización son altas debido a la precipitación, lo son menos en medida del clima. Otro hecho que puede influir en el desarrollo de ambos perfiles estriba en la cobertura vegetal, condicionada en este caso por el manejo de los cafetales.

En el Perfil No. 1 la plantación es bastante vieja y la variedad utilizada es la Mundo novo, observándose muy poca o casi nada sombra. El Perfil No.2, es un terreno ejidal, se cultivan las variedades bourbon, arabica y robusta aunque no se les poda. Este cafetal tiene bastante sombra, excesiva para el cafeto, de éste se usa el "chalum" Inga micheliana. La cobertura impartida por la sombra junto al clima influyen en la pedogénesis de los sitios.

En el Perfil No. 1 se observó que los cafetos requieren ser renovados, así como la utilización de sombra. Estos influyen en la productividad. En el Perfil No. 2, el terreno es ejidal, los cuales obtienen rendimientos bajos, debido al mal manejo de los cafetos, fertilización, por lo que siendo un suelo muy productivo podrían obtenerse mejores rendimientos. La regulación del sombrero es necesaria.

El cafeto se encuentra así en un suelo altamente productivo, con características físicas y químicas apropiadas, aunque requiere de considerables fertilizantes fosfatados así como nitrogenados. No se observa toxicidad por algún elemento.

La densidad aparente es baja en ambos perfiles. En el 1, va de 0.74 a 0.85 gr/ cc., en el Perfil No. 2 es más baja, varía de 0.60 a 0.83 gr/ cc excepto donde se acumula ceniza fresca, lo cual indica la gran dominancia de materiales amorfos, alofano y materia orgánica. La densidad real varía en el Perfil No. 1 es de 1.78 a 2.50 gr/cc u en el Perfil No. 2, de 1.78 a 2.27 gr/ cc, lo cual es diferente de muchos otros suelos minerales en los que la generalidad es de 2.60 a 2.75 gr/cc. En estos casos los bajos valores de las densidades reales de 1.78 son debidos a los altos contenidos de materia orgánica lo cual pesa mucho menos de un volumen igual de sólidos minerales.

En el Perfil No. 1 el pH va de 5.7 a 6.2 moderadamente ácido, en la suspensión de agua relación 1:2.5. El pH en solución de KCl 1N pH 7 en la relación 1:2.5, va de 5.2 a 5.7 moderadamente ácido. Para el Perfil No. 2, con la primera relación va de 5 a 5.9 moderadamente ácido, a 4.8 - 5.3 fuerte a moderadamente ácido con la solución de KCl. La acidez condicionada por las altas precipitaciones en la región se amortiguan por los altos contenidos de materia orgánica.

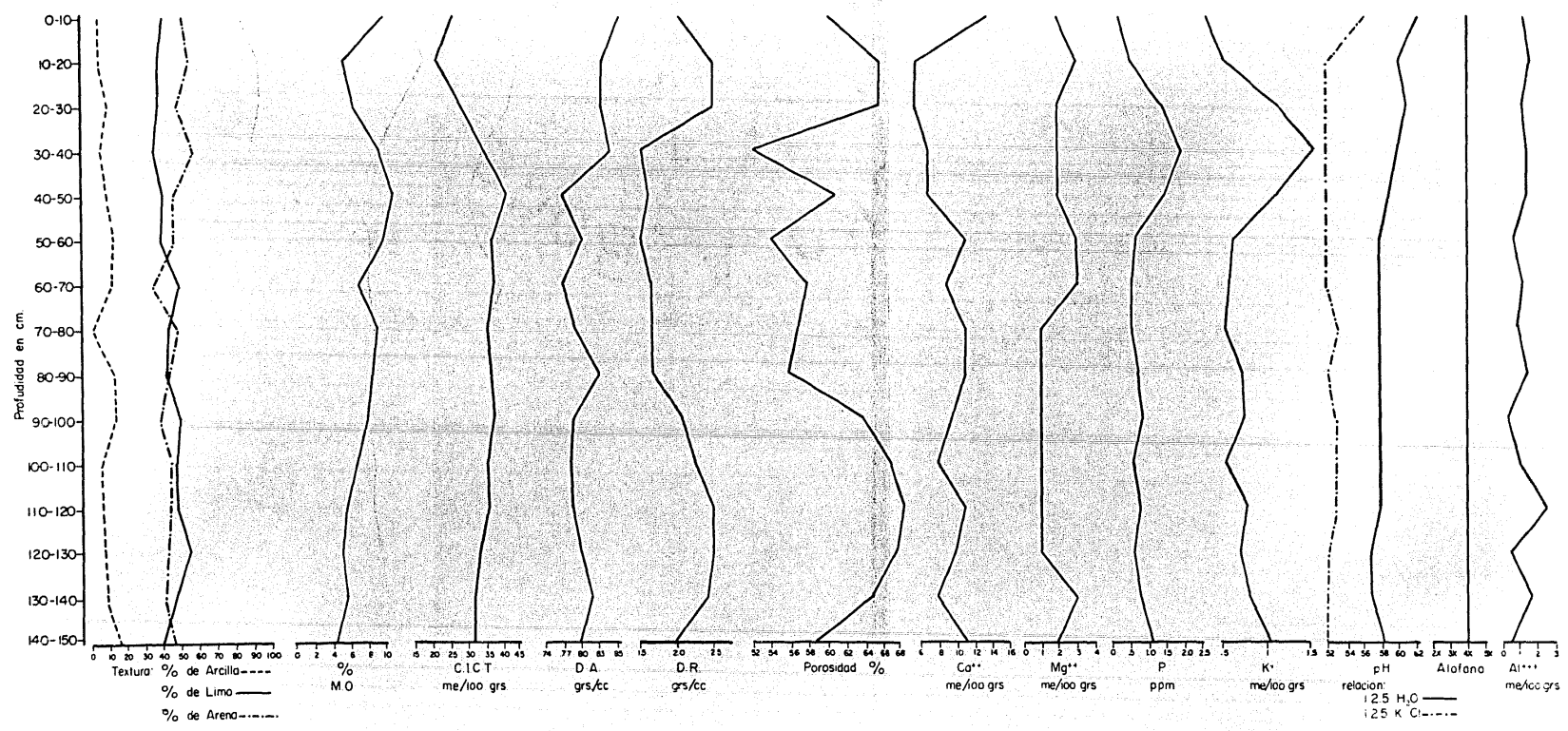
Los contenidos de materia orgánica en ambos perfiles son muy altos. En el Perfil No. 1 van de 4.48 a 10.69%. En el Perfil No. 2 son mucho más altos, van de 5.0 a 15.0, exceptuando en el Horizonte C<sub>1</sub> que presenta la capa de cenizas más frías, con solo 0.89%. El componente alofánico es muy alto en los dos perfiles. En relación con este contenido y al alto porcentaje de materia orgánica, se observó que con la dispersión

CUADRO No. 5. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS. PERFIL No. 1. PROY. ENCIENSA: FINCA "LA ARGENTINA",  
 MPIO. DE CACAHOATAN, CHIAPAS. (REGION SOCOMUNISCO). MATERIAL PARENTAL: CENIZAS VOLCANICAS,  
 420 MSNM. CLIMA: Am(w)lg. VEGETACION ORIGINAL: SELVA ALTA PERENNIFOLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFE.

PROPUNDA CMS.	C O L O R		T E X T U R A			POROSIDAD %	D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH				C	C.I.C.T. me/100	Ca <sup>++</sup> grs.	Mg <sup>++</sup> grs.	K <sup>+</sup>	P ppm.	Al <sup>+++</sup> me/100gr.	Alofano
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:2.5	M.O. %	C %								
0 -10	7.5 YR 4/2 PARDO OSCURO	5 YR 3/1 PARDO GRISACEO MUY OSCURO	53 MIGAJON	42 ARENOSO	5	60.4	0.87	2.17	6.2	5.7	9.66	5.60	26.6	13	2	0.575	0.577	1.44	xxxx	
10 - 20	7.5 YR 6/2 GRIS CLARO	5 YR 3/2 PARDO ROJIZO OSC.	55 MIGAJON	40 ARENOSO	5	66.0	0.85	2.50	5.9	5.2	5.69	3.30	20.2	6	3	0.639	0.420	1.66	xxxx	
20 - 30	7.5 YR 5/2 PARDO	5 YR 3/1 GRIS MUY OBSC.	51 FRANCO	40	9	66.0	0.85	2.50	6.1	5.2	6.72	3.90	27.4	6	2	1.330	1.120	1.33	xxxx	
30 - 40	7.5 YR 4/2 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/1 NEGRO	57 FRANCO	36	7	53.5	0.86	1.85	6.0	5.2	9.48	5.50	35.4	7	2	1.713	0.717	1.66	xxxx	
40 - 50	7.5 YR 3/2 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/1 NEGRO	49 FRANCO	42	9	61.0	0.78	2.00	5.9	5.2	10.59	6.20	42.8	7	2	1.329	0.577	1.57	xxxx	
50 - 60	7.5 YR 3/2 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/1 NEGRO	49 FRANCO	40	11	54.6	0.81	1.78	5.8	5.2	10.00	5.80	42.8	11	3	0.596	0.577	1.16	xxxx	
60 - 70	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/1 NEGRO	39 MIGAJON	50 LIMOSO	11	57.9	0.78	1.85	5.8	5.2	8.73	5.06	37.6	9	3	0.613	0.367	1.66	xxxx	
70 - 80	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/2 PARDO ROJIZO OBSC.	49 MIGAJON	46 LIMOSO	5	57.3	0.79	1.85	5.8	5.3	9.14	5.30	38.2	11	1	0.620	0.287	1.44	xxxx	
80 - 90	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/2 PARDO ROJIZO OBSC.	45 MIGAJON	44 LIMOSO	11	55.2	0.83	1.85	5.8	5.2	8.45	4.90	37.4	11	1	0.741	1.820	1.67	xxxx	
90 -100	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/2 PARDO ROJIZO OBSC.	39 MIGAJON	50 LIMOSO	11	53.6	0.79	2.17	5.7	5.3	7.93	4.60	37.8	9	1	0.777	0.287	0.44	xxxx	
100 -110	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 2.5/2 PARDO ROJIZO OBSC.	45 MIGAJON	48 LIMOSO	7	67.4	0.74	2.27	5.8	5.3	6.72	3.90	35.6	8	1	0.613	0.290	1.00	xxxx	
110 -120	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 3/2 PARDO ROJIZO OBSC.	45 MIGAJON	48 LIMOSO	7	68.4	0.79	2.50	5.8	5.3	5.69	3.30	35.8	11	1	0.596	0.287	2.77	xxxx	
120 -130	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 3/2 PARDO ROJIZO OBSC.	43 MIGAJON	50 LIMOSO	7	68.0	0.80	2.50	5.7	5.2	5.17	3.00	33.6	10	1	0.767	0.287	0.56	xxxx	
130 -140	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 3/2 PARDO ROJIZO OBSC.	43 MIGAJON	48 LIMOSO	9	65.5	0.82	2.38	5.7	5.2	5.52	3.20	33.2	8	3	0.824	0.100	1.56	xxxx	
140 -150	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	5 YR 3/2 PARDO ROJIZO OBSC.	45 MIGAJON	40 LIMOSO	15	58.4	0.80	1.97	5.8	5.2	4.48	2.50	34.5	11	2	0.952	0.140	0.56	xxxx	

x bajo  
 xx moderado  
 xxx medio  
 xxxx alto

GRAFICA Nº 1



## Cuadro No. 6 Descripción del Perfil No. 1

Sitio: Finca La Argentina, Mpio. de Cacahoatán.  
 Localización: a 1 km. de la Est. Exp. Rosario Izapa. Prop. de la Sra. Betancourt.  
 Utilización: cafetal  
 Pluviometría: 4,156.1 mm  
 Temperatura: 25.0°C  
 Clima: Am(w")ig  
 Topografía: plano  
 Material parental: cenizas volcánicas.  
 Altitud: 420 msnm  
 Clase de drenaje: bien drenado  
 Clasificación: Orden Inceptisol, Suborden Andepts, Gran Grupo Umbrandepts y Subgrupo Mollico.

A <sub>1p</sub>	0-10 cm	Color pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/2, pardo grisáceo muy oscuro en húmedo 5 YR 3/1; húmico; migajón arenoso; estructura granular; friable, muy proso, abundantes raíces; medio ácido pH 6.2.
A <sub>11</sub>	10-30 cm	Color gris rosáceo en seco 7.5 YR 6/2, pardo rojizo oscuro en húmedo 5 YR 3/2; húmico, migajón arenoso, estructura muy fina, débil, consistencia friable, muy porosa, no plástica ni pegajosa. Presencia de raíces; pH 5.9.
AC <sub>1</sub>	30-40 cm	Pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/2 y negro en húmedo 5 YR 2.5/1, franco, húmico, estructura fina, débil, consistencia friable, muy poroso, no plástico ni pegajoso, pH 6.0.
C <sub>1</sub> IIA <sub>1p</sub> (?)	40-70 cm	Color pardo oscuro en seco 7.5 YR 3/2 y negro en húmedo 5 YR 2.5/1; orgánico; franco, estructura granular fina y en bloques angular fina; friable, no se observa migración de arcilla; pH 5.8. Se observan inclusiones de "tepalcates" lo que indica evidencia de actividad humana de otras épocas.
IIA <sub>11</sub>	70-110 cm	Pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/4 y pardo rojizo oscuro en húmedo; orgánico; estructura granular media y fina, migajón limoso; friable, no adherente, poco plástico, pH 5.8.
IIA <sub>12</sub>	110-140 cm	Pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/4 y pardo rojizo oscuro en húmedo 5 YR 3/2, migajón limoso; estructura granular y subangular media y fina, pH 5.7.
IIA <sub>2</sub>	140-150 cm	Pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/4 y pardo rojizo oscuro en húmedo 5 YR 3/2, migajón limoso; estructura subangular media y fina, pH 5.7.
IIAC	150-X	Material parental andesítico.

para obtener la granulometría, se tuvieron ciertos problemas con la floculación de las muestras. Esto se debe a los contenidos de óxidos e hidróxidos de hierro y aluminio y a los materiales amorfos, los cuales poseen alta retención de agua, que además correlaciona con la baja densidad aparente y el alto contenido de materia orgánica. Según Aomine y Egashira, citados por Swindale, (1969), mencionan al respecto, que los coloides alofánicos separados de suelos de cenizas volcánicas floculan más fácilmente con los aniones bivalentes y no con los monovalentes. Esto se interpreta como una indicación de que los alofánicos están cargados positivamente. En los suelos ésta porción de mineral cargada positivamente es co-precipitada con elementos húmicos cargados negativamente para producir un complejo neutro que es difícil de dispersar. En relación a esto, Kosaka, Honda e Iseki, citados por el mismo Swindale, han demostrado la resistencia del material humificado de los suelos de cenizas volcánicas a la descomposición microbiológica. Ellos relacionan esto no tanto con la formación de compuestos de absorción de las superficies de los minerales, sino a la formación de compuestos específicos de Al-humus.

La capacidad de intercambio catiónico total promedio determinada, coincide con el alto contenido de materia orgánica y alofano. En el Perfil 1, va de 20.2 a 42.8 me/100 grs, en el Perfil No. 2 va de 14.0 a 43.0 me/100 grs excepto para el subhorizonte  $C_1$  que contiene cenizas inalteradas. La fracción orgánica contribuye significativamente a la capacidad de cambio. Por ello, estos suelos tienen propiedades de absorción muy altos para la materia orgánica, iones, partículas cargadas y agua. Tada, citado por Swindale, da una cifra promedio de  $330 \text{ m}^2/\text{gr}$  para los mecanismos de absorción de agua.

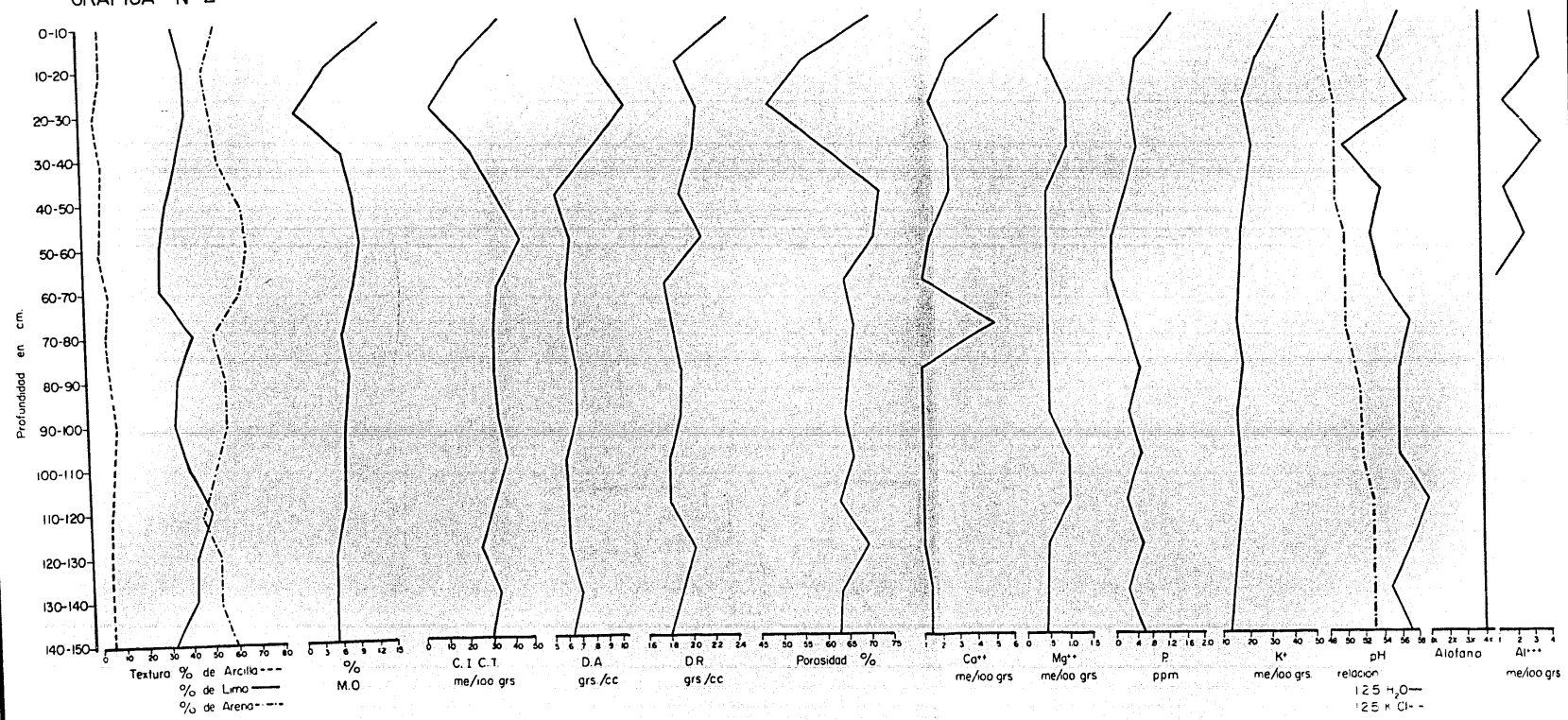
Puesto que las superficies totales específicas de los suelos de cenizas pueden ser grandes, la capacidad del suelo para absorber fosfatos e inmovilizarlos, es en realidad muy grande, Kekaru, citado por Fox, (1969) y Swindale, (1969), exponen como el fosfato puede ser absorbido con el consiguiente aumento de la C.I.C.T. o aumento del pH. La fijación del fósforo concuerda con los resultados que se han reportado para zona similares a esta región en México, Centroamérica y Sudamérica. Aguilera, (1969), Fassbender, (1969), McConaghy, (1969) y Mar-



PROFUNDIDAD CMS.	C O L O R		T E X T U R A			D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH			C %	C.I.C.T.	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> K <sup>+</sup>			P ppm	Al <sup>+++</sup> me/100 gr	Alofano	
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARBILLA %			POROSIDAD %	H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:2.5			M.O. %	me/100 grs.	me/100 grs.				me/100 grs.
0 - 10	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	10 YR 3/2 PARD0 GRISACEO MUY OSCURO	57.8	38	4.2	70.58	0.70	2.38	5.6	4.8	15.0	8.70	32.7	5.5	0.5	0.281	1.4	2.22	xxxx
10 - 20	10 YR 4/3 PARD0 OSCURO	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	53.8	42	4.2	55.1	0.83	1.85	5.4	4.8	5.7	3.30	14.0	2.5	0.5	0.180	0.577	2.55	xxxx
20 - 30	10 YR 6/1 GRIS	10 YR 5/1 GRIS	55.8	42	2.2	48.4	1.17	2.27	5.7	4.9	0.89	0.51	3.6	1.5	1.0	0.083	0.42	0.77	xxxx
30 - 40	10 YR 5/1 GRIS	10 YR 5/2 PARD0 GRISACEO	57.8	39	3.2	60.5	0.79	2.00	5.0	4.9	8.10	4.70	22.4	2.5	1.0	0.127	0.577	2.55	xxxx
40 - 50	10 YR 3/2 PARD0 GRISACEO MUY OBSC.	10 YR 2/1 NEGRO	65.9	31.9	2.2	73.87	0.54	1.92	5.4	4.9	10.52	6.10	32.8	2.5	0.5	0.102	0.28	0.66	xxxx
50 - 60	10 YR 3/2 PARD0 ROJIZO MUY OBSC.	10 YR 2/1 NEGRO	67.8	30	2.2	70.92	0.66	2.27	5.3	5.0	11.04	6.40	43.2	1.5	0.5	0.083	0	1.44	xxxx
60 - 70	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	10 YR 2/1 NEGRO	63.8	30	6.2	64.6	0.63	1.78	5.4	5.0	10.52	6.10	33.4	1.0	0.5	0.076	0	0	xxxx
70 - 80	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	10 YR 2/2 PARD0 MUY OBSC.	53.8	42	4.2	65.9	0.63	1.85	5.7	5.0	8.45	4.90	31.8	5.0	0.5	0.051	0.28	0	xxxx
80 - 90	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	10 YR 2/2 PARD0 MUY OBSC.	57.8	36	6.2	64.58	0.68	1.92	5.6	5.1	8.80	5.10	32.8	1.0	0.5	0.083	0.63	0	xxxx
90 -100	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	10 YR 2/2 PARD0 MUY OBSC.	57.8	34	8.2	64.0	0.69	1.92	5.6	5.1	7.76	4.50	33.4	1.0	0.5	0.076	0.35	0	xxxx
100 -110	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	10 YR 2/2 PARD0 MUY OBSC.	53.8	40	6.2	66.29	0.60	1.78	5.6	5.2	7.24	4.20	36.2	1.0	1.0	0.076	0.63	0	xxxx
110 -120	10 YR 3/3 PARD0 OSCURO	10 YR 2/2 PARD0 MUY OBSC.	45.8	50	4.2	64.6	0.63	1.78	5.9	5.3	7.24	4.20	32.4	1.0	1.0	0.083	0.28	0	xxxx
120 -130	10 YR 4/3 PARD0 OSCURO	10 YR 3/2 PARD0 GRISACEO MUY OBSCURO	53.8	42	4.2	68.5	0.63	2.00	5.7	5.3	5.86	3.40	32.4	1.5	0.5	0.076	0.63	0	xxxx
130 -140	10 YR 4/4 PARD0 AMARILLO LLENT0 OSCURO	10 YR 3/2 PARD0 GRISACEO MUY OBSCURO	53.8	42	4.2	63.5	0.70	1.92	5.6	5.3	5.34	3.10	32.6	1.5	0.5	0.051	0.28	0	xxxx
140 -150	10 YR 4/4 PARD0 AMARILLO LLENT0 OSCURO	10 YR 3/2 PARD0 GRISACEO MUY OBSCURO	59.8	36	4.2	62.92	0.66	1.78	5.7	5.3	5.00	2.90	30.6	1.5	0.5	0.051	0.63	0	xxxx

x bajo  
xx moderado  
xxx medio  
xxxx alto

GRAFICA Nº 2



## Cuadro No. 8 Descripción del Perfil No. 2

Sitio: Ejido Santo Domingo, Mpio de Unión Juárez.

Localización: Ejido, frente al panteón, terreno en usufructo de la señora Esther Martínez.

Utilización: cafetal

Pluviometría: 4,997.34 mm

Temperatura media: alrededor de 22°C

Clima: Am(w")ig

Forma del terreno: pendiente larga y regular, 10%. Forma parte de una de las prolongaciones de las laderas del Tacaná.

Material parental: cenizas volcánicas.

Altitud: 1,300 msnm

Clase de drenaje: bien drenado

Clasificación: Orden Inceptisol, Suborden Andepts, Gran Grupo Umbrandepts y Subgrupo Mollico.

A <sub>op</sub>	0-10 cm	Pardo oscuro 10 YR 3/2 en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo 10 YR 3/2; húmico; migajón arenoso, estructura granular fina bien desarrollada; muy friable, muy porosa, no plástica, ni pegajosa, abundantes raicillas. pH 5.6
A <sub>1p</sub>	10-20 cm	Pardo oscuro en seco 10 YR 4/3 y pardo oscuro en húmedo 10 YR 3/3; húmico, migajón arenoso; abundantes raíces y raicillas; estructura débil granular muy fina; friable, pH 5.4.
C <sub>1</sub>	20-30 cm	Gris claro en seco 10 YR 6/1 y gris en húmedo 10 YR 5/1; migajón arenoso; muy pocas raíces; cenizas poco alteradas, fresca, presenta cementación débil; muy porosa, pH 5.7.
CIIA <sub>1p</sub> (?)	30-40 cm	Gris en seco 10 YR 5/1 y pardo grisáceo 10 YR 5/2 en húmedo; migajón arenoso; húmico, horizonte sepultado; friable; estructura granular fina; raíces finas abundantes; pH 5.0.
IIA <sub>1</sub>	40-50 cm	Color pardo grisáceo muy oscuro 10 YR 3/2 en seco y negro en húmedo 10 YR 2/1; migajón arenoso; húmico, estructura granular y en bloques subangular fina, muchos poros intersticiales y tubulares finos; muchas crotovinas; abundantes raíces finas; un fragmento de cerámica o "tepalcate", además de una grava de andesita. pH 5.4.
IIA <sub>2</sub>	50-70 cm	Color pardo rojizo muy oscuro 10 YR 3/2 en seco y negro en húmedo 10 YR 2/2; húmico, migajón arenoso; estructura media débil, muchos poros tubulares finos: friable pH 5.4.
IIA <sub>3</sub>	70-90 cm	Color pardo oscuro 10 YR 3/3 en seco y pardo muy oscuro en húmedo 10 YR 2/2; húmico, migajón arenoso, estructura media débil, muchos poros tubulares finos; friable pocas raíces, pH 5.6.
IIA <sub>4</sub>	90-150 cm	color pardo oscuro 10 YR 4/3 en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo 10 YR 3/2; orgánico; migajón arenoso; friable, pocas raíces, pocos revestimientos negros pequeños. pH 5.7.

tini, (1969).

Las cenizas volcánicas al eludir el proceso de intemperización física que experimentan los materiales parentales consolidados, son altamente eficaces para intemperizarse. Tales factores, unidos a la inestabilidad química de los vidrios volcánicos, determina una susceptibilidad muy alta al intemperismo, esto es, al ataque químico de los líquidos que penetran en las capas de cenizas, promoviendo una rápida remoción de los productos-solubles bajo adecuadas condiciones de drenaje. Naturalmente en sitios próximos a los volcanes como es el caso del Perfil 1 y 2, este fenómeno se ve parcialmente atenuado debido a que hay un suplemento continuo de cenizas frías, ó como lo expresa Kano, (1962), "un suplemento continuo de bases".

Los Perfiles 3 y 4 están sobre materiales andesíticos y cenizas volcánicas que se han intemperizado profundamente en relación a los perfiles anteriores. Los resultados de los análisis físicos y químicos se muestran en los cuadros No. 9 y 11. Las descripciones de los perfiles se muestran en los cuadros 10 y 12. El clima de estos sitios es del tipo Am(w")ig cálido húmedo, con lluvias en verano, y una corta sequía. Las precipitaciones son generalmente mayores de los 4,000 mm. Estos suelos de origen volcánico están muy meteorizados y lixiviados y han perdido casi todos sus minerales alterables, manifestándose horizontes de acumulación de arcilla, originando Oxisoles, Flach, (1969). Los suelos son rojos, arcillosos, pardo rojizos, pardo amarillentos, plásticos, bien estructurados. A medida que aumenta la meteorización la estructura se desarrolla, el color más claro o más brillante y la textura más pesada. Estos cambios que se producen en suelos volcánicos intemperizados son debidos al espesor del horizonte B, que aumenta a expensas del horizonte A. Las arcillas comúnmente son del tipo 1:1 y arcillas óxidos, Martini, (1969). También son comunes los revestimientos de arcilla en B, debido a la acumulación de arcilla iluvial y en consecuencia se produce una transformación de limo a arcillas.

Los resultados de los análisis físicos y químicos practicados en el

Perfil No. 3 corresponden al Orden Oxisol, Suborden Ustox, Gran Grupo A Acrustox. El Perfil No. 4 corresponde al Orden Oxisol, Suborden Ustcx, Gran Grupo Haplustox. El clima para ambos perfiles es del tipo Am(w")ig.

Los oxisoles son suelos muy alterados con un complejo de intercambio extremadamente baja, pueden desarrollarse en cenizas volcánicas entre los trópicos de Cancer y Capricornio. El suborden Ustox incluye a los llamados latosoles en climas húmedos. El Gran Grupo Acrustox incluye los suelos cuyos colores dominantes son los rojos o rojos oscuros y que tienen baja capacidad para retener bases en su fracción mineral. El Gran Grupo Haplustox, corresponde a los suelos rojos o rojos oscuros que tienen arcillas con bajas capacidad de intercambio catiónico y baja saturación de bases en alguno o todas las partes del horizonte óxico. Steila, (1976).

Los horizontes del Perfil No. 3 pueden observarse en el cuadro No.10 Los colores en seco dan valores de 5 YR 4/3 a 5 YR 4/6, pardos rojizos a pardos amarillentos. Por la vía húmeda, van de 2.5 YR 2/2 a 2.5 YR 3/6, rojos oscuros en todo el perfil. Casi todo el perfil tiende a ser pesado. El horizonte A tiene una textura migajón arcilloso y para todo el horizonte B es arcilloso. Esto es debido a la transformación de los minerales primarios a arcilla del tipo 1:1 y a arcillas óxidos.

La alta cantidad de alofano le confiere una densidad aparente baja que va de 0.85 a 0.98 grs/cc. La densidad real, va de 2.0 a 2.63 gr/cc La reacción del suelo a pH suspendido en agua en la relación 1:2.5 es de 4.6 a 4.9, fuertemente ácido. En KCl 1N en la relación 1:2.5 va de 3.6 a 4.2 extremadamente ácido. Con respecto a la materia orgánica, varía desde 3.17 a 4.48% en el horizonte A y baja considerablemente en el B, con valores de 0.34 a 2.27%. Kobo, citado por Swindale, (1969) sugiere que con las transformaciones del alofano a caolinita, el humus ligado en el complejo órgano-mineral, es liberado y expuesto a los procesos de descomposición y lavado. La capacidad de intercambio catiónico se mantiene a un valor relativamente bajo y constante en todo el perfil, variando entre 13.2 a 14.8 me/100 grs, lo que indica que los minerales responsables de la baja capacidad son del grupo del caolín y a algunos sesquióxidos. Entre las bases que saturan el complejo se encuentra el alumi

nio de 11.6 a 22.83 me/100 grs, sumamente tóxico, calcio de 1.0 a 3.0 me/100 grs, el magnesio de 0.5 a 1.0 me/100 grs. y potasio de 0.063 a 0.294, cantidades sumamente bajas.

La cantidad de aluminio intercambiable es muy alta, lo que correlaciona con el pH extremadamente ácido. El aluminio (y quizá el fierro) son fácilmente combinables con los iones de fosfato para formar compuestos en esta forma insolubles. El fósforo asimilable es de 0.0 a 2.80 ppm. Las bajas cantidades en B están relacionadas con la fuerte fijación en cada capa de suelo, el pH y las arcillas.

El Perfil No. 4 presenta características de mayor meteorización que el anterior perfil. Este suelo es originado de andesita y cenizas volcánicas y es el que exhibe un mayor desarrollo pedogenético que los perfiles 1,2,6,7 y 8. Los colores en seco van de pardo rojizo 5 YR 4/3 a 5 YR 4/2 en el horizonte  $A_{11}$ . En húmedo el suelo es negro en el subhorizonte  $A_{11}$  5 YR 2.5/1 pardos rojizos oscuros 5 YR 4/3 a 5 YR 4/4 hasta rojos amarillentos 5 YR 4/6. En general es arcilloso en todo el perfil excepto el horizonte  $A_{1p}$  migajón arcilloso, debido a la materia orgánica. La densidad aparente va de 0.88 a 0.93 gr/cc excepto para el  $A_{11}$  que es de 0.81 gr/cc. La materia orgánica es muy alta en el horizonte A, con 6.72% y 4.3%. Para el horizonte B, los valores son medios hasta una profundidad de 70 cms hasta llegar a ser más pobre. La C.I.C.T. es mucho más baja que el anterior perfil, variando aquí de 16.0 a 5.2 me/100 grs. esto indica que aunque la caolinita es muy estable, puede intemperizarse y formar gibsita  $Al(OH)_3$ . El pH con agua en relación 1:2.5 es de 4.5 a 4.8 y con KCl en relación 1:2.5 es de 3.6 a 4.2, es decir de extremadamente a fuertemente ácido, lo que correlaciona con los niveles muy tóxicos de aluminio intercambiable, el cual varía de 8.23 a 23.16 me/100 gr.

Las bases que saturan el complejo de cambio son calcio de 1.0 a 2.5 me/100 gr. magnesio de 0.5 a 2.0 me/100 gr y el potasio en mínimas cantidades de 0.025 a 0.095 me/100 gr. El fósforo se encuentra también en mínimas cantidades ya que es altamente fijado.

El perfil demuestra que se han operado a través del tiempo los procesos pedogenéticos de lixiviación, iluv iación, transformación, de

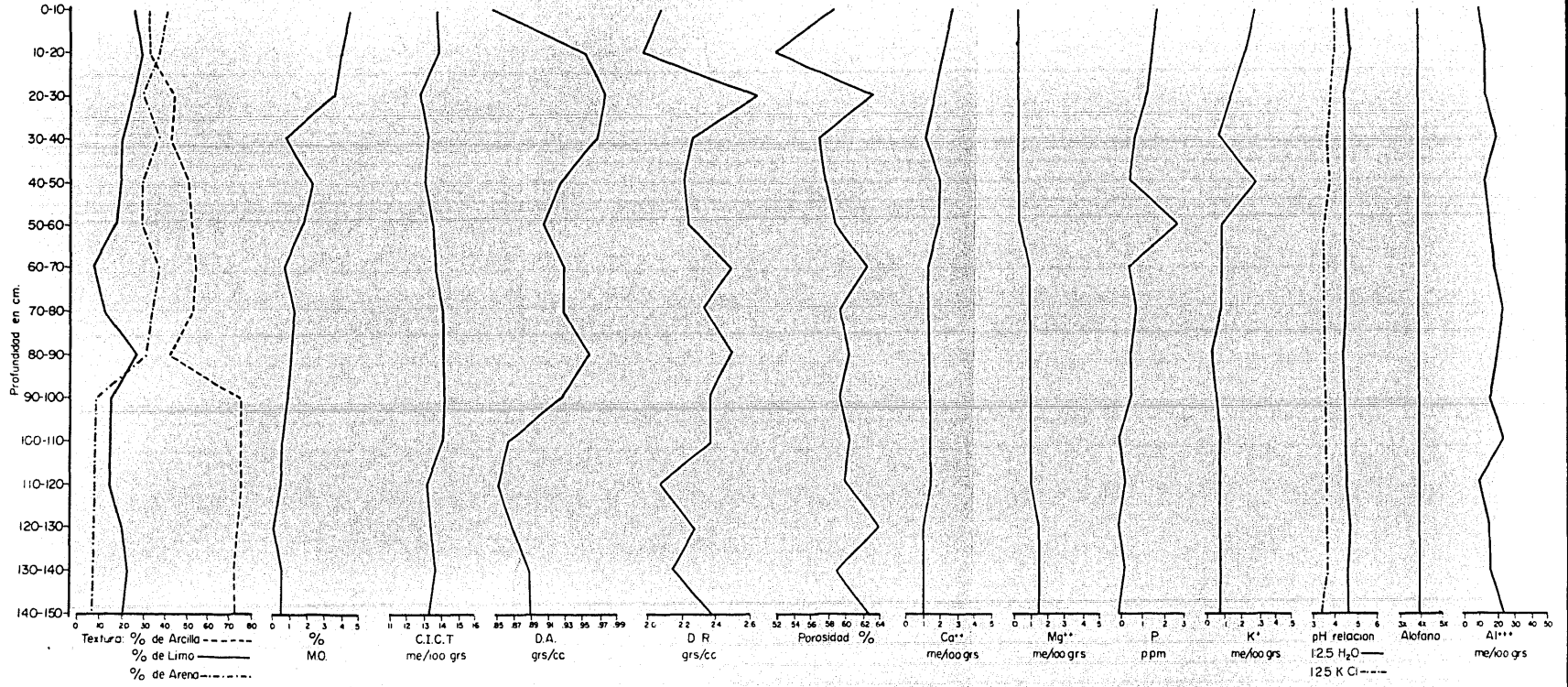
CUADRO No. 9. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS. PERFIL No. 3. PROCEDENCIA: "FINCA SAN LUIS", MPIO. DE TAPACHULA, CHIAPAS. (REGION SOCONUSCO). MATERIAL PARENTAL: ANDESITA. 470 MSNM. CLIMA: Am(w<sup>h</sup>)1g. VEGETACION ORIGINAL: SELVA ALTA PERENNIFOLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFE.

79.

PROFUNDIDAD CMS.	C O L O R		T E X T U R A				D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH			C	C.I.C.T.	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> K <sup>+</sup>			P ppm	Al <sup>+++</sup> me/100 gr.	Alofano
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	POROSIDAD %			H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:2.5	M.O. %			me/100 grs.					
0 - 10	5 YR 4/3 PARDO ROJIZO	2.5 YR 3/2 ROJO OSCURO.	41.6	26.0	32.4	59.1	0.85	2.08	4.8	4.2	4.48	2.60	14.4	3.0	0.5	0.294	1.82	11.66	xxxx
10 - 20	5 YR 4/3 PARDO ROJIZO	2.5 YR 3/2 ROJO OSCURO	37.6	30.0	32.4	52.1	0.96	2.00	4.9	4.1	3.45	2.0	14.4	2.5	0.5	0.242	1.75	15.00	xxxx
20 - 30	5 YR 4/4 PARDO ROJIZO	2.5 YR 3/2 ROJO OSCURO	29.6	26.0	44.4	62.7	0.98	2.63	4.7	4.0	3.17		13.2	2.0	0.5	0.162	1.82	15.66	xxxx
30 - 40	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/4 PARDO ROJIZO OSC.	37.6	20.0	42.4	57.2	0.97	2.27	4.7	3.8	1.93	1.12	13.8	1.5	0.5	0.102	0.82	19.66	xxxx
40 - 50	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	29.6	20.0	50.4	64.63	0.9	2.63	4.7	3.9	2.27		13.6	2.0	0.5	0.294	0.58	15.00	xxxx
50 - 60	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	29.6	18.0	52.4	60.4	0.90	2.27	4.7	3.7	1.65	0.96	14.0	2.0	0.5	0.102	2.80	17.66	xxxx
60 - 70	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	37.6	8.0	54.4	62.8	0.93	2.50	4.7	3.7	1.17		14.0	1.5	1.0	0.102	0.58	18.33	xxxx
70 - 80	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	35.6	12.0	52.4	60.9	0.93	2.38	4.7	3.7	1.24		14.8	1.5	1.0	0.102	0.82	21.50	xxxx
80 - 90	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	31.6	26.0	42.4	61.6	0.96	2.50	4.6	3.7	1.10		14.8	1.5	1.0	0.063	0.58	19.00	xxxx
90 - 100	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	7.6	16.0	76.4	60.9	0.93	2.38	4.6	3.7	0.96		14.6	1.5	1.0	0.076	0.58	16.60	xxxx
100 - 110	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	7.6	16.0	76.4	63.9	0.86	2.38	4.6	3.7	0.69		14.4	1.5	1.0	0.089	0	22.83	xxxx
110 - 120	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	7.6	16.0	76.4	62.4	0.85	2.26	4.6	3.7	0.48		13.4	7.5	1.0	0.089	0.28	12.00	xxxx
120 - 130	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	5.6	20.0	74.4	61.6	0.87	2.27	4.7	3.7	0.34		13.6	1.0	1.5	0.089	0	15.66	xxxx
130 - 140	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	5.6	22.0	72.4	59.0	0.89	2.17	4.7	3.6	0.69		13.8	1.0	1.5	0.089	0.28	16.60	xxxx
140 - 150	5 YR 4/6 PARDO AMARILL.	2.5 YR 3/6 ROJO OSCURO	7.6	20.0	72.4	62.6	0.89	2.38	4.7	3.6	0.62		13.4	1.0	1.5	0.089	0	21.50	xxxx

x bajo  
xx moderado  
xxx medio  
xxxx alto

GRAFICA N° 3





## Cuadro No. 10 Descripción del Perfil No. 3

Sitio: Finca San Luis.

Localización: Finca aproximadamente a 5 kms. del Ejido Toluca y a 15 kms de Tapachula, sobre la carretera Tapachula-Edén.

Utilización: cafetal

Pluviometría: 4,000 mm. aproximadamente

Temperatura media anual: alrededor de 23°C

Clima: Am(w")ig

Forma del terreno: pendiente de aproximadamente 10%.

Altitud: 470 msnm

Material parental: rocas andesíticas y cenizas volcánicas

Clase de drenaje: bueno. Mucha humedad en todo el perfil

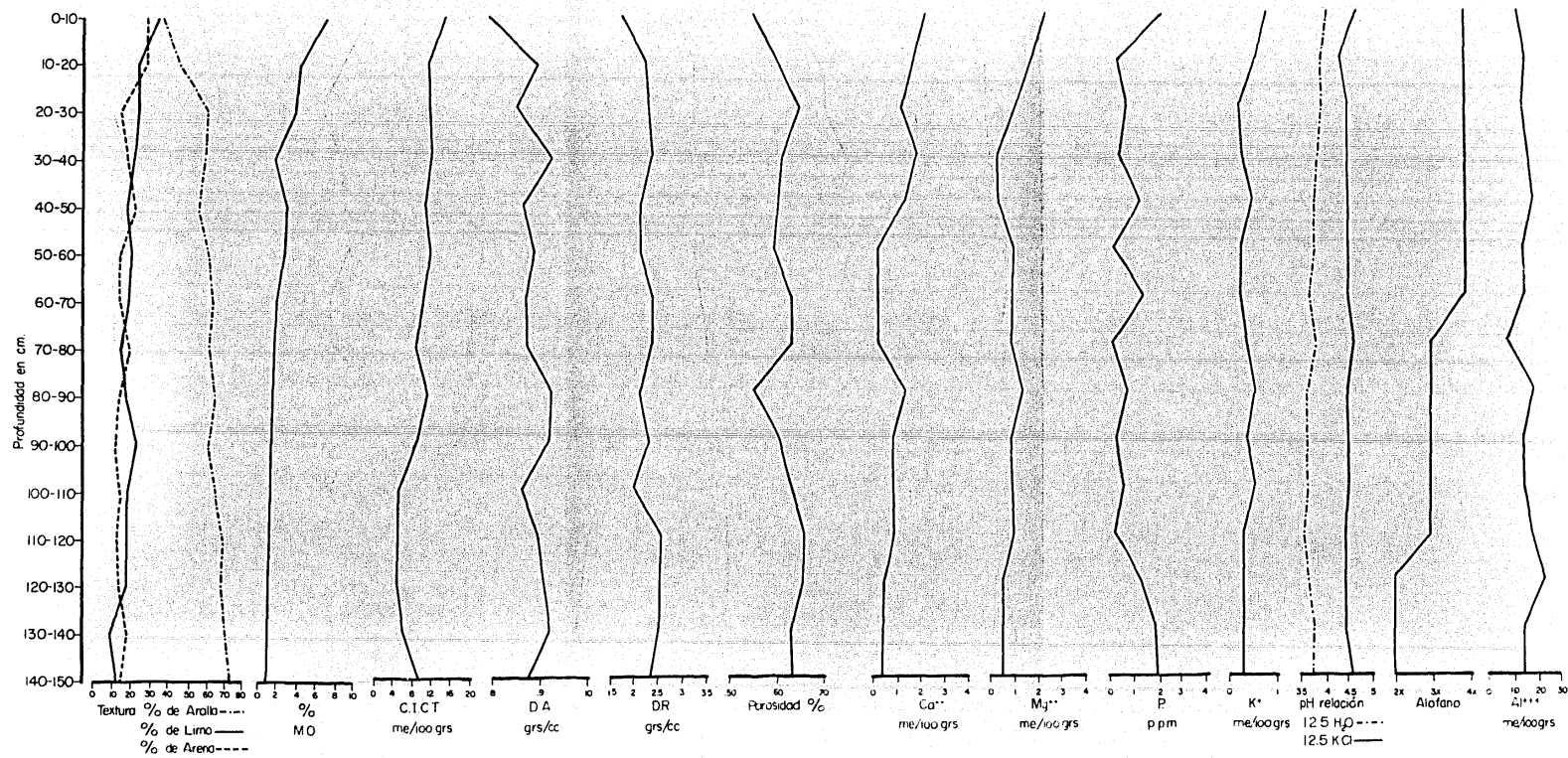
Clasificación: Orden Oxisol, Suborden Ustox, Gran Grupo Acrustox.

A <sub>1p</sub>	0-10 cm	Color pardo rojizo en seco 5 YR 4/3 y rojo oscuro en húmedo 2.5 YR 3/2; orgánico, migajón arcilloso, abundantes raíces y raicillas; estructura granular fino, poroso, firme en seco; migración de arcilla, pH 4.8.
A <sub>12</sub>	10-30 cm	De color pardo rojizo en seco 5 YR 4/4; en húmedo es rojo oscuro 2.5 YR 3/2; migajón arcilloso, estructura en bloques angular y subangulares fina fuerte, pocas raíces pequeñas y medianas; revestimientos de arcillas de iluvialización débil; algunas gravas, pH 4.8.
B <sub>21</sub>	30-50 cm	Color pardo amarillento 5 YR 4/6 en seco y rojo oscuro en húmedo 2.5 YR 3/6; arcilloso; adhesivo y plástico; estructura en bloques angular y subangular firmes; algo poco roso; se observa más revestimientos de arcilla; pocas raíces, pH 4.7.
B <sub>22</sub>	50-90 cm	Pardo amarillo en seco 5 YR 4/6 y rojo oscuro en húmedo 2.5 YR 3/6; arcilloso; estructura en bloques angular y subangular; plástica, adhesiva, pocas raíces, revestimientos de arcilla iluvial, pH 4.7.
B <sub>23</sub>	90-150 cm	Pardo amarillento en seco 5 YR 4/6 y rojo oscuro en húmedo 2.5 YR 3/6; arcilloso; plástico y adhesivo; estructura en bloques angular y subangular firmes en seco; abundancia de revestimientos de arcilla; pH 4.6.

PROFUNDIDAD CMS.	C O L O R		T E X T U R A				D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH			C %	C.I.C.T.	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> K <sup>+</sup>			P ppm	Al <sup>+++</sup> me/100 gr.	Alofano
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIJO %	ARCILLA %	POROSIDAD %			H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:2.5	M.O. %			me/100	grs.	grs.			
0 - 10	5 YR 4/2 GRIS ROJIZO OSCURO	5 YR 2.5/1 NEGRO	35	28	37	56.2	0.81	1.85	4.8	4.2	6.72	3.90	16.0	2.5	2.0	0.095	2.450	13.3	xxxx
10 - 20	5 YR 4/3 PARDO ROJIZO	5 YR 3/2 PARDO ROJIZO OSCURO	25	28	47	61.7	0.91	2.38	4.5	4.1	4.30	2.49	12.8	2.0	2.0	0.070	0.735	16.6	xxxx
20 - 30	5 YR 4/3 PARDO ROJIZO	5 YR 3/2 PARDO ROJIZO OSCURO	23	17	60	65.2	0.87	2.50	4.6	4.1	3.80		12.6	1.5	1.0	0.044	0.875	13.3	xxxx
30 - 40	5 YR 4/3 PARDO ROJIZO	5 YR 3/3 PARDO ROJIZO OSCURO	22	18	60	62.4	0.94	2.50	4.6	4.0	3.27	1.90	13.0	2.0	0.5	0.044	0.595	16.6	xxxx
40 - 50	5 YR 4/4 PARDO ROJIZO	5 YR 3/3 PARDO ROJIZO OSCURO	19	24	57	63.0	0.88	2.38	4.6	3.9	2.82		11.2	1.5	0.5	0.057	1.260	20.0	xxxx
50 - 60	5 YR 4/4 PARDO ROJIZO	5 YR 3/3 PARDO ROJIZO OSCURO	21	16	63	60.35	0.90	2.27	4.6	3.9	2.69	1.56	12.4	1.0	1.0	0.038	0.280	16.6	xxxx
60 - 70	5 YR 4/6 PARDO ROJIZO	5 YR 3/4 PARDO ROJIZO OSCURO.	19	16	65	64.8	0.88	2.56	4.6	3.8	2.07		11.2	1.0	1.0	0.320	1.505	16.6	xxxx
70 - 80	5 YR 4/6 PARDO ROJIZO	5 YR 4/3 PARDO ROJIZO	18	19	63	64.8	0.88	2.50	4.7	3.9	1.79		9.6	1.5	1.0	0.038	0.280	8.3	xxx
80 - 90	5 YR 5/3 PARDO ROJIZO	5 YR 4/3 PARDO ROJIZO	18	17	65	60.42	0.93	2.35	4.6	3.7	1.51		11.4	1.0	1.5	0.057	0.595	20.0	xxx
90 -100	5 YR 5/4 PARDO ROJIZO	5 YR 4/4 PARDO ROJIZO	23	14	63	63.2	0.92	2.50	4.6	3.7	1.31		9.4	1.5	1.0	0.032	0.350	16.6	xxx
100 -110	5 YR 5/4 PARDO ROJIZO	5 YR 4/4 PARDO ROJIZO	19	16	65	63.4	0.87	2.38	4.6	3.7	1.03		5.8	1.5	1.0	0.057	0.735	15.0	xxx
110 -120	5 YR 5/4 PARDO ROJIZO	5 YR 4/4 PARDO ROJIZO	17	14	69	65.7	0.90	2.63	4.5	3.6	0.95		5.4	1.0	1.0	0.032	0.315	18.3	xxx
120 -130	5 YR 5/4 PARDO ROJIZO	5 YR 4/6 ROJO AMARILL.	17	14	69	65.4	0.91	2.63	4.5	3.7	0.95		5.2	1.0	0.5	0.032	0.133	23.7	xx
130 -140	5 YR 5/4 PARDO ROJIZO	5 YR 4/6 ROJO AMARILL.	11	18	71	63.2	0.92	2.50	4.5	3.8	0.89		6.4	1.5	0.5	0.025	1.715	15.0	xx
140 -150	5 YR 5/4 PARDO ROJIZO	5 YR 4/6 ROJO AMARILL.	13	14	73	63.02	0.88	2.38	4.6	3.8	0.82		8.4	1.5	0.5	0.025	1.715	13.3	xx

x bajo  
xx moderado  
xxx medio  
xxxx alto

GRAFICA Nº 4



## Cuadro No. 12 Descripción del Perfil No. 4

Sitio: Finca Independencia, Mpio. de Tapachula  
 Localización: sobre la carretera Tapachula-Edén, propiedad del Sr. Walter Adolfo Arriaga Gálvez.

Utilización: cafetal

Pluviometría, 4000 mm aproximadamente

Temperatura media anual: 23°C aproximadamente

Clima: Am(w")ig

Forma del terreno: ondulado, sobre una pendiente de 15%

Altitud: 550 msnm

Material parental: rocas andesíticas y cenizas volcánicas

Clasificación: Orden Oxisol, Suborden Ustox, Gran Grupo Haplustox

A <sub>11</sub>	0-10 cm	Color gris rojizo oscuro 5 YR 4/2 en seco y negro 5 YR 2.5/1 en húmedo; migajón arcilloso; estructura granular fina; abundantes raíces y raicillas; se observan migraciones por poros tubulares de raicillas; pH 4.8
A <sub>12</sub>	10-20 cm	Pardo rojizo 5 YR 4/3 en seco y pardo rojizo oscuro en húmedo 5 YR 3/2; arcilloso; estructura granular fina; bien estructurada; algunos bloques angulares y subangulares; presencia de raicillas; pH 4.5
B <sub>1</sub>	20-30 cm	Pardo rojizo 5 YR 4/3 en seco y pardo rojizo oscuro en húmedo 5 YR 3/2; arcilloso; estructura granular y bloques angular y subangular bien desarrollada, consistencia moderada; presencia de revestimientos arcillosos; presencia de raicillas; pH 4.5
B <sub>11</sub>	30-60 cm	Pardo rojizo en seco 5 YR 4/4 y pardo rojizo oscuro en húmedo 5 YR 3/3; arcilloso; se incrementa la arcilla; estructura granular fina con bloques angular y subangular bien desarrollada; muy adhesiva y plástica; mayor formación de revestimientos arcilloso; algunas raíces, pH 4.6
B <sub>12</sub>	60-100 cm	Color pardo rojizo en seco 5 YR 5/3 y pardo rojizo en húmedo 5 YR 4/3; arcilloso; mayor migración de arcilla a través de poros tubulares e intersticiales; estructura fina migajosa con bloques compactados; mayor revestimiento arcilloso; pocas raíces pH 4.6
B <sub>2</sub>	100-150 cm	Pardo rojizo en seco 5 YR 5/4 y pardo rojizo en húmedo 5 YR 4/5; arcilloso; bloques angulares y subangulares bien desarrollados; mayor revestimientos de arcilla; facetas de presión; raíces escasas; pH 4.5

un modo dinámico. La presencia de alofano en la superficie ha alterado el proceso pedogenético normal por los aportes de cenizas volcánicas, proporcionándole cierto "rejuvenecimiento" que se detecta por los contenidos de materia orgánica, la capacidad de intercambio de cationes, y el contenido de bases intercambiables.

Con respecto al cultivo del café, las dos fincas utilizan tecnologías adecuadas tanto para el cultivo, como para la regulación del sombreado y fertilización. Se siembran las variedades bourbon y mundo novo. El árbol de sombra es el "chalum" I. miceliana.

Parece que en estas condiciones el Perfil 3 y el Perfil No. 4 es necesario el uso de la cal. Los beneficios probables de ésta es sobre el desarrollo de la raíces y la precipitación de los iones que pueden estar en concentraciones tóxicas como el aluminio, y a la vez influir en la cantidad de P retenido, haciéndolo asimilable y disponible para el cafeto, Swindale, (1969).

El Perfil No. 5 se clasificó dentro del Orden Alfisol, suborden Udalfs, Gran Grupo Hapludalfs. Los resultados de los análisis físico-químicos se muestran en el cuadro No. 13 y la descripción del perfil en el cuadro No. 14. Los alfisoles son suelos con un horizonte de acumulación de arcilla (horizonte argílico) con saturación de bases moderadas a altas, con epipedón ócrico. El suborden Udalfs (udus, húmedo) ocurre en climas húmedos con un corto período seco. Tienden a ser de colores parduzcos o rojizos y de avenamiento libre.

Este suelo deriva de granito bastante meteorizado, junto con los Perfiles 6 y 7, los que presentan una "sucesión catenaria", Variando la textura. La fracción gruesa constituye el material de partida del Perfil 7 sobre una ladera superior. Las fracciones progresivamente más finas, migajones arcillosos a las laderas inferiores en el Perfil No. 6. El Perfil No. 5 que corresponde a texturas más finas migajones arcillosos, constituyen el material de un "piso de valle" con relieve suavemente ondulado.

El clima de estos tres sitios es del tipo Am(w")ig. Además del clima hay otros factores involucrados en los procesos genéticos de estos suelos ya que los Perfiles 5 y 6 presentan aportes de cenizas volcánicas que han sido transportadas por el aire o por el agua, que si bien no transforman totalmente sus propiedades, si logran imprimirle ciertas características, como son la densidad aparente baja.

El Perfil No. 5 tiene una altura sobre el nivel del mar de 630 m. Los datos referentes a su perfil se describen en el cuadro No. 14. Los colores son heredados por el material parental; en seco son pardo oliva claro 2.5 Y 5/4 a 2.5 Y 6/4; en húmedo son para el horizonte A<sub>11</sub> 2.5 Y 4/2 pardo grisáceo oscuro y el resto es pardo oliva claro a oliva claro, 2.5 Y 4/4 a 2.5 Y 5/4. Los resultados de los análisis físicos y químicos se observan en el cuadro No. 14. La textura es franca para el horizonte A<sub>11</sub> y migajones arcillosos que con la profundidad pasan a ser arcillosas. Esta textura da una idea de las condiciones y el tiempo excesivamente largo que ha necesitado este perfil para desarrollarla, tomando en cuenta la naturaleza de su fracción mineral ácida altos en contenidos de cuarzo y su edad geológica del Paleozoico Terciario. Su densidad aparente va de 1.00 a 1.12 gr/ cc. La densidad real va de 2.27 a a 2.77 gr/cc. El pH suspendido en agua en la relación 1:2.5 es de 5.4 a 6.0 moderadamente ácida en solución de KCl 1N en la relación 1:2.5 va de 4.3 a 4.6 fuertemente ácida. La materia orgánica es muy baja y pobre en todo el perfil. El pH es influido en parte por la roca madre y por otra, las condiciones de intemperismo.

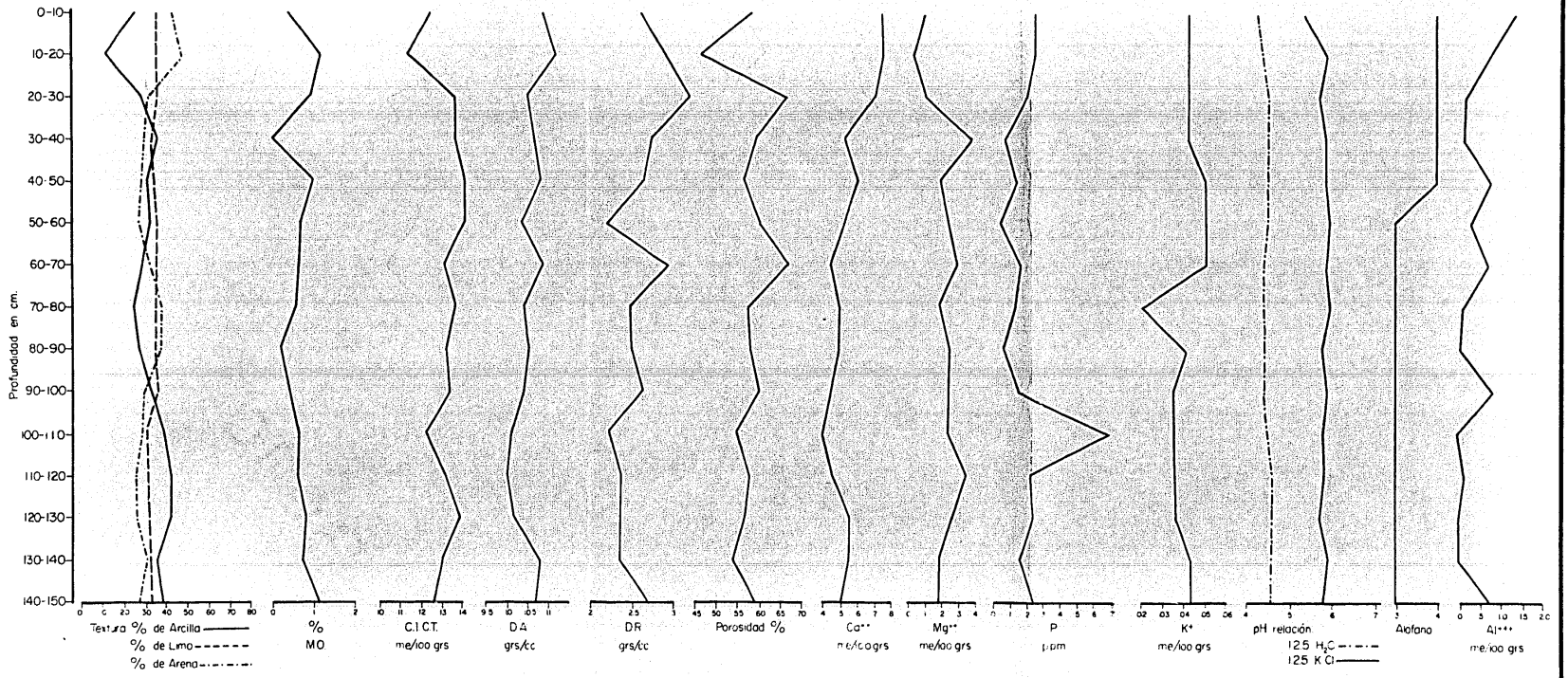
La capacidad de intercambio va de 11.4 a 14.0 me/100 gr lo cual da una idea del coloide arcilloso dominante, caolinita que se ha derivado del intemperismo de los feldspatos principalmente. Las bases que saturan este complejo son: calcio de 4.0 a 7.5 me/100 grs, magnesio de 0.5 a 3.5 me/100 grs, muy bajas cantidades de potasio, de 0.038 a 0.210 me/100 grs, las cantidades de aluminio son menores de 1.44 me/100 gr. El fósforo se encuentra en cantidades muy pequeñas de 0.056 a 2.73 me/100 gr.

Se cultivan las variedades caturra y bourbon. El manejo del cafetal es altamente tecnificado tanto en lo que se refiere a la poda, sombrero y fertilización.

PROFUNDIDAD CMS.	C O L O R		T E X T U R A			POROSIDAD %	D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH				C %	C.I.C.T.	Ca <sup>++</sup> me/100	Mg <sup>++</sup> grs.	K <sup>+</sup>	P ppm	Al <sup>+++</sup> me/100 gr.	Alofano
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:2.5	M.O. %									
0 - 10	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVA CLARO	2.5 Y 4/2 PARDO GRISACEO OSCURO	46.4	38	15.6	58.5	1.09	2.63	5.4	4.3	0.59	0.40	12.4	7.5	1.0	0.044	2.66	1.44	xxxx	
10 - 20	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	48.4	38	13.6	59.42	1.12	2.76	5.9	4.4	1.24	0.72	11.4	7.5	0.5	0.044	2.73	0.77	xxxx	
20 - 30	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVA CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	34.4	38	27.6	63.15	1.05	2.85	5.8	4.5	1.03	0.5	13.6	7.0	1.0	0.044	2.13	0.33	xxxx	
30 - 40	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVA CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	30.4	34	35.6	61.37	1.07	2.77	5.9	4.5	0.86	0.50	13.6	5.5	2.5	0.044	0.91	0.33	xxxx	
40 - 50	2.5 Y 5/4 PARDO	2.5 Y 4/2	30.4	38	31.6	60.4	1.04	2.63	5.9	4.5	1.03	0.5	14.0	6.0	2.0	0.051	1.29	0.77	xxxx	
50 - 60	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 5/4 OLIVA CLARO	28.4	38	33.6	58.80	1.03	2.50	6.0	4.5	0.75	0.44	14.0	5.0	2.5	0.051	0.56	0.33	xxx	
60 - 70	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 5/4 OLIVA CLARO	34.4	36	29.6	59.05	1.04	2.54	5.9	4.4	0.75	0.5	13.2	4.5	3.0	0.051	1.29	0.66	xxx	
70 - 80	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 5/4 OLIVA CLARO	37.4	37	25.6	58.4	1.04	2.50	6.0	4.4	0.55	0.5	13.4	5.0	2.0	0.210	1.19	0.11	xxx	
80 - 90	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 5/4 OLIVA CLARO	37.4	35	27.5	58.0	1.05	2.50	5.8	4.4	0.27	0.5	13.4	5.0	2.5	0.044	0.84	0	xxx	
90 - 100	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 5/4 OLIVA CLARO	30.4	36	33.6	60.4	1.04	2.63	5.9	4.4	0.55	0.5	13.4	4.5	2.5	0.038	1.26	0.77	xxx	
100 - 110	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVA CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	28.4	31	40.6	55.5	1.01	2.27	5.8	4.5	0.69	0.5	12.2	4.0	2.5	0.038	7.0	0	xxx	
110 - 120	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVA CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	26.4	32	41.6	59.98	1.00	2.38	5.8	4.6	0.62	0.5	13.2	4.5	3.5	0.038	2.17	0.11	xxx	
120 - 130	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	26.4	33	40.6	57.56	1.01	2.38	5.7	4.6	0.82	0.5	13.8	5.5	2.5	0.038	2.38	0	xxx	
130 - 140	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	30.4	32	37.6	54.6	1.08	2.38	5.9	4.6	0.75	0.5	13.0	5.5	2.0	0.044	1.50	0	xxx	
140 - 150	2.5 Y 6/4 PARDO AMARILLENTO CLARO	2.5 Y 4/4 OLIVA PARDO	28.4	33	38.6	59.3	1.07	2.53	5.8	4.6	0.86	0.5	12.6	5.0	2.0	0.044	2.27	0.56	xxx	

x bajo  
xx moderado  
xxx medio  
xxxx alto

GRAFICA Nº 5





Cuadro No. 14 Descripción del Perfil No. 5

Sitio: Finca Brasil, Mpio. de Tapachula  
 Localización: sobre la carretera Tapachula-Edén, el terreno es propiedad del Sr. Alfredo Klein Herzinger.  
 Utilización: cafetal  
 Pluviometría: 4,000 mm aproximadamente  
 Temperatura media anual: 23°C aproximadamente  
 Forma del terreno: ondulado, con una pendiente de 5%.  
 Altitud: 630 msnm  
 Material parental: granito (presenta contaminación con cenizas volcánicas)  
 Clasificación: Orden Alfisol, Suborden Udalfs, Gran Grupo Hapludalfs

A <sub>11</sub>	0-10 cm	Pardo olivo claro en seco 2.5 Y 5/4 y pardo amarillo grisáceo oscuro en húmedo 2.5 Y 4/2; franco; estructura fina bien desarrollada; pocas raíces; pH 5.4
A <sub>12</sub>	10-20 cm	Color pardo amarillento claro en seco 2.5 Y 6/4 y en húmedo olivo claro 2.5 Y 4/4; migajón arcilloso; estructura fina bien desarrollada; bloques subangulares; presenta poros intersticiales; adhesivo, plástico; compactado; presenta contaminación de cenizas de color claro; pH 5.9
B <sub>1</sub>	20-30 cm	Pardo amarillento claro en seco 2.5 Y 5/4 y pardo olivo en húmedo 2.5 Y 4/4; migajón arcilloso; estructura en bloques angulares y subangulares bien desarrollados; consistencia ligeramente dura; presencia de revestimientos de arcilla; presencia de poros intersticiales; nódulos de manganeso; inclusiones de gneiss y esquistos; pH 5.8
B <sub>11</sub>	30-60 cm	Pardo amarillento claro en seco 2.5 Y 6/4 y pardo olivo en húmedo 2.5 Y 5/4; migajón arcilloso; estructura en bloques angulares y subangulares bien desarrollados; consistencia ligeramente dura; presentan más revestimientos de arcilla; migración de manganeso; pocas raíces; presencia de gneiss; pH 5.9
B <sub>12</sub>	60-90 cm	Pardo amarillento claro en seco 2.5 Y 6/4 y olivo claro en húmedo 2.5 Y 5/4; migajón arcilloso; como B <sub>11</sub> , excepto que hay formación de arcillas "in situ". pH 5.9
B <sub>2</sub>	90-150	Pardo amarillento claro en seco 2.5 Y 6/4 y olivo claro en húmedo 2.5 Y 4/4; arcilloso; acumulación de arcilla bloques angulares medios; acumulaciones de óxidos de hierro, manganeso, arcillas; facetas de presión; revestimientos fuertes de arcillas; pH 5.9

El Perfil No. 6 tiene una altura sobre el nivel del mar de 650 m. Los datos referentes del perfil, se describen en el cuadro No. 16. Los resultados de los análisis físicos y químicos efectuados a sus muestras, se observan en el cuadro 15. El perfil debido a su pendiente de 20%, ha sido alterado en su desarrollo pedogenético, pero a la vez favorecido en sus propiedades por la deposición coluvio-aluvial de cenizas volcánicas que afectaron o contaminaron significativamente la superficie.

Este perfil a pesar de su origen granítico, exhibe características en sus horizontes  $A_{11}$ ,  $A_{1a}$ , AB,  $B_1$  y  $B_2$  parecidas con los andosoles por su densidad aparente baja, pero no llega a ser tan baja como la que exhiben los andosoles típicos, pues aquí van de 0.86 a 0.99 gr/cc (exceptuando el valor de 0.83 que no es representativo), el resto del perfil tiene una densidad aparente más alta de 1.09 a 1.27 gr/cc. La densidad real va de 2.0 a 2.63 gr/cc. Se observa que la influencia del alofano le ha conferido varias características a este perfil sobre todo de 0 a 80 cm incrementando la materia orgánica de 1.24 a 5.24%, en el resto del perfil es muy bajo. La capacidad de intercambio catiónico total va de 12.2 a 16.2 me/100 gr, para el resto del perfil es muy baja de 4.2 a 7.3 me/100 gr. Las bases que saturan la mayor parte del complejo de cambio son: calcio de 2.5 a 5.0 me/100 gr, magnesio de 0.5 a 1 me/100 gr, potasio de 0.166 a 0.959 me/100 gr, el aluminio no es tóxico en este perfil. El fósforo no es tan bajo, va de 0.11 a 3.66 ppm.

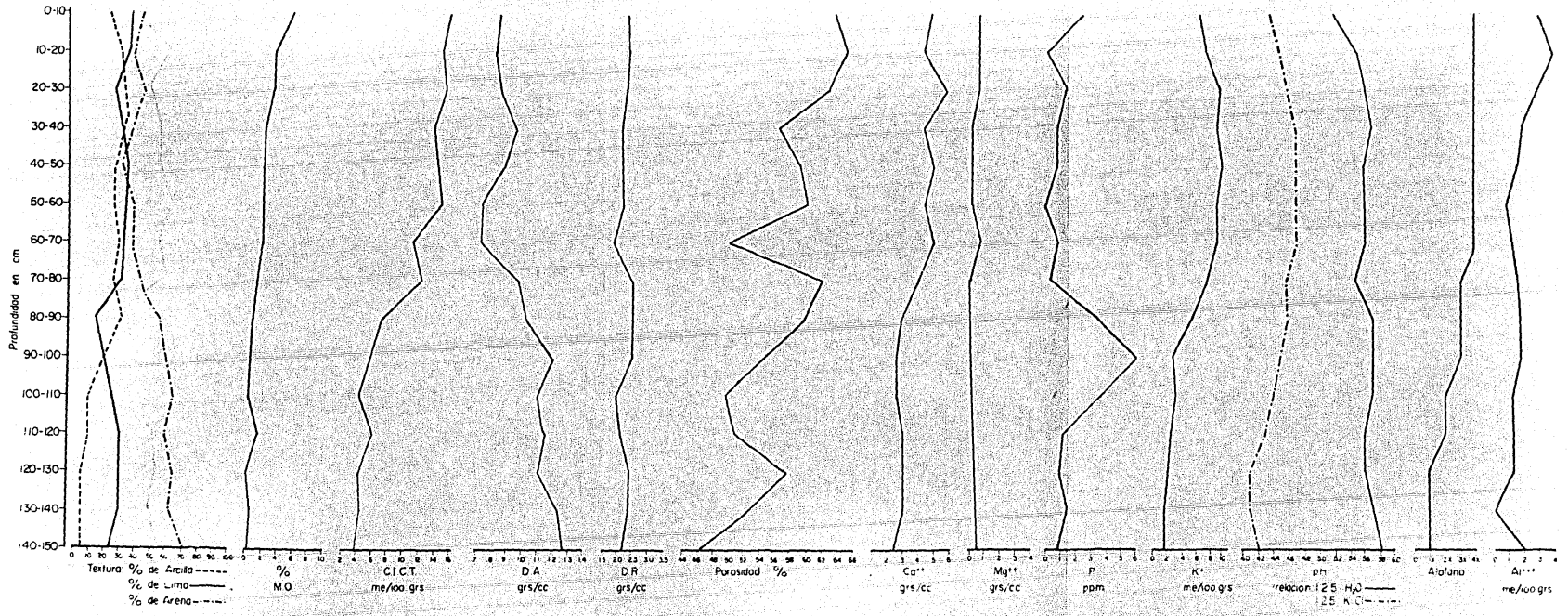
Las condiciones de los cafetos son buenas en cuanto a estado nutricional, poda y sombra. Se cultivan las variedades catarra, bourbon robusta, márago.

Este perfil se clasificó como Orden Entisol, Suborden Orthents, Gran Grupo Troprothents. Los Entisoles son grupos de suelos en los que, algunas veces las condiciones físicas del medio ambiente han frenado o modificado su desarrollo o bien no han formado horizontes pedogenéticos. En el caso de este perfil, a pesar de que el material parental es muy antiguo, granito, los depósitos coluvio-aluviales, han modificado su desarrollo. El Suborden Orthents corresponde a Entisoles con superficies erosionadas o modificadas. El Gran Grupo Troprothents indica que están situadas en regiones intertropicales húmedas. Steila, (1976).

PROFUNDIDAD CMS.	C O L O R		T E X T U R A				D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH				C.I.C.T.	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> K <sup>+</sup>			P ppm	Al <sup>+++</sup> me/100 grs.	Alofano
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	POROSIDAD %			H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:2.5	M.O. %	C %		me/100 grs.					
0 - 10	2.5 Y 4/2 PARDO GRISACEO OBSCURO	10 YR 3/2 PARDO GRISACEO MUY OBSCURO	40.5	36	23.4	64.8	0.88	2.50	5.2	4.4	5.24	3.04	16.2	5.0	1.0	0.665	2.59	2.77	xxxx
10 - 20	2.5 Y 4/2 PARDO GRISACEO OBSCURO	10 YR 3/2 PARDO GRISACEO MUY OBSCURO	36.6	34	29.4	65.6	0.86	2.50	5.5	4.5	3.31	1.92	15.4	4.5	1.0	0.794	0.45	3.66	xxxx
20 - 30	2.5 Y 4/4 PARDO OLIVO	10 YR 3/3 PARDO OBSCURO	38.6	28	33.4	63.0	0.88	2.38	5.6	4.6	3.03		15.6	5.5	1.0	0.959	1.47	2.77	xxxx
30 - 40	2.5 Y 4/4 PARDO OLIVO	10 YR 3/3 PARDO OBSCURO	36.6	32	31.4	56.8	0.98	2.27	5.7	4.7	2.13	1.24	14.0	4.5	0.5	0.895	0.80	1.88	xxxx
40 - 50	2.5 Y 4/4 PARDO OLIVO	10 YR 3/3 PARDO OBSCURO	36.6	26	37.4	59.5	0.92	2.27	5.6	4.7	1.93		14.8	5.0	0.5	0.959	0.80	1.44	xxxx
50 - 60	2.5 Y 4/4 PARDO OLIVO	10 YR 3/3 PARDO OBSCURO	38.6	28	33.4	61.6	0.87	2.27	5.6	4.7	1.86	1.10	14.8	4.5	0.5	0.873	0	0.77	xxxx
60 - 70	2.5 Y 4/4 PARDO OLIVO	10 YR 3/3 PARDO OBSCURO	38.6	28	33.4	57.5	0.83	2.00	5.6	4.7	1.86		11.6	5.0	1.0	0.873	0.80	1.0	xxxx
70 - 80	2.5 Y 4/4 PARDO OLIVO	10 YR 4/3 PARDO OBSCURO	42.6	26	31.4	62.3	0.99	2.63	5.5	4.6	1.24		12.3	4.0	0.5	0.741	0.350	1.44	xxx
80 - 90	2.5 Y 6/6 AMARILLO OLIVO	10 YR 4/6 PARDO AMARILL OBSCURO	54.6	30	15.4	60.4	1.09	2.63	5.7	4.6	0.69		7.6	3.0	0.5	0.511	3.5	1.66	xxx
90 - 100	2.5 Y 6/6 AMARILLO OLIVO	10 YR 4/6 PARDO AMARILL. OBSCURO	62.6	20	17.4	54.7	1.19	2.63	5.7	4.5	0.48		6.4	2.5	0.5	0.294	5.95	1.66	xxx
100 - 110	2.5 Y 7/4 AMARILLO PALIDO	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVO CLARO	64.6	26	9.4	48.8	1.11	2.17	5.7	4.4	0.20		5.8	2.5	0.5	0.332	3.67	1.16	xx
110 - 120	2.5 Y 7/4 AMARILLO PALIDO	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVO CLARO	60.6	30	9.4	51.68	1.15	2.38	5.6	4.3	0.103		6.4	3.0	0.5	0.268	1.26	1.16	xx
120 - 130	2.5 Y 7/4 AMARILLO PALIDO	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVO CLARO	64.6	30	5.4	57.6	1.1	2.63	5.6	4.1	0.20		4.6	3.0	0.5	0.204	0.60	1.0	x
130 - 140	2.5 Y 7/4 AMARILLO PALIDO	2.5 Y 5/4 PARDO OLIVO CLARO	64.6	30	5.4	52.8	1.24	2.63	5.7	4.1	0.207		4.8	3.0	0.5	0.166	1.26	0.11	x
140 - 150	2.5 Y 7/2 GRIS CLARO	2.5 Y 6/2 GRIS PARDUZO CLARO	70.6	24	5.4	46.6	1.27	2.38	5.8	4.2	0.172		4.2	2.5	0.5	0.166	0.80	1.88	x

x bajo  
xx moderado  
xxx medio  
xxxx alto

GRAFICA Nº6



## Cuadro No. 16 Descripción del Perfil No.6

Sitio: Finca Argovia (antes Nueva Alemania)

Localización: sobre la carretera Tapachula-Argovia, terreno propiedad del Sr. Jorge Grezeman.

Utilización: cafetal

Pluviometría: 4,212.31 mm

Temperatura media anual: 22.5°C

Clima: Am(w")ig

Forma del terreno: ondulado, con una pendiente de 20%.

Drenaje superficial: bueno

Altitud: 620 msnm

Material parental: granito (con presencia de cenizas volcánicas coluvio-aluvial)

Clasificación: Orden Entisol, Suborden Orthents, Gran Grupo Troorthents.

A <sub>11</sub>	0-10 cm	Pardo grisáceo oscuro 2.5 Y 4/2 en seco y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo 10 YR 3/2; franco; abundantes raicillas y materia orgánica; estructura granular media y fina; duro en seco; ligeramente adhesivo y poco plástico; buena porosidad; bastante humedad; lombrices de tierra; presencia de micas y cuarzo; pH 5.2.
A <sub>12</sub>	10-20 cm	Pardo grisáceo oscuro en seco 2.5 Y 4/2 y pardo grisáceo muy oscuro en húmedo 10 YR 3/2 migajón arcilloso; presencia de gravas de coluviamiento, andesita; estructura granular y subgranular fina; pH 5.5
AB	20-40 cm	Pardo olivo en seco 2.5 Y 4/4 y pardo oscuro en húmedo 2.5 Y 3/3; migajón arcilloso; pocas raíces; presencia de lombrices y hormigas; estructura en bloques angulares, ligeramente duras; pH 4.6.
B <sub>1</sub>	40-70 cm	Pardo olivo en seco 2.5 Y 4/4 y pardo oscuro en húmedo 10 YR 3/3; migajón arcilloso; estructura en bloques subangulares; pocas raíces; revestimiento arcilloso débil; algunas gravas de andesita muy alteradas; pH 4.7.
B <sub>2</sub>	70-80 cm	Pardo olivo en seco 2.5 Y 4/4 y pardo oscuro en húmedo 10 YR 4/3; migajón arcilloso; estructura en bloques subangulares, pocas raíces, presencia de revestimientos de arcilla; pocas raíces, presencia de algunas gravas de andesita muy alteradas, pH 4.6
BC	80-100 cm	Amarillo olivo claro en seco 2.5 Y 6/6 y pardo amarillento oscuro en húmedo 10 YR 4/6; migajón arenoso; predominan arenas y limos típicos del granito; presencia de algunas andesitas coluvio-aluvial; el pH 4.4
C	110-150 cm	Amarillo pálido en seco 2.5 Y 7/4 y pardo olivo claro en húmedo 2.5 Y 5/4; migajón arenoso; textura gruesa; mucha humedad, pH 4.1

El Perfil No. 7 a pesar de que su origen data del Paleozoico Terciario, al igual que el perfil anterior, su desarrollo incipiente en pendiente, permite clasificarlo dentro del Orden Entisol, Suborden Orthents, sin horizonte de clasificación. Es pues un suelo poco desarrollado, ver cuadro No. 18, descripción del perfil. Los resultados de los análisis físicos y químicos se muestran en el cuadro No. 17. Los colores en seco son olivo, olivos pálidos a amarillos pálidos, variando de 5 Y 5/3, a 5 Y 7/3. En húmedo van de color olivo oscuro a olivo 5 Y 3/2 a 5 Y 5/3. Las texturas muestran la influencia del material parental muy poco intemperizado y son arenas migajosas para todo el perfil. La Densidad aparente va de 1.08 a 1.43 gr/cc. La densidad real va de 1.97 a 4.06 grs/cc. El pH en una suspensión de agua en la relación 1:2.5, va de 5.6 a 6.2 moderadamente ácido, con KCl 1N pH 7, va de 3.6 a 5.5 fuerte a moderadamente ácido. La materia orgánica solo es alta en el horizonte A<sub>1</sub> con 3.17%. La capacidad de intercambio catiónico es sumamente baja, va de 3.0 a 7.3 me/100 grs, lo cual está relacionado con el bajo intemperismo de los minerales para la formación de arcillas y con la textura arenosa. El calcio de 3.5 a 6.0 me/100 gr, magnesio de 0.5 a 3.0 me/100 grs., el potasio de 0.04 a 0.255 me/100 grs, son las bases que saturan el complejo de cambio y son cantidades aceptables para el cafeto. Es de notar en este perfil que la ausencia de alofano característico de los demás perfiles hace que los fosfatos se manifieste en cantidades mayores aunque relativamente bajas y medias de 1.15 a 8.61 ppm. Estas cantidades son las más altas en todos los perfiles muestreados.

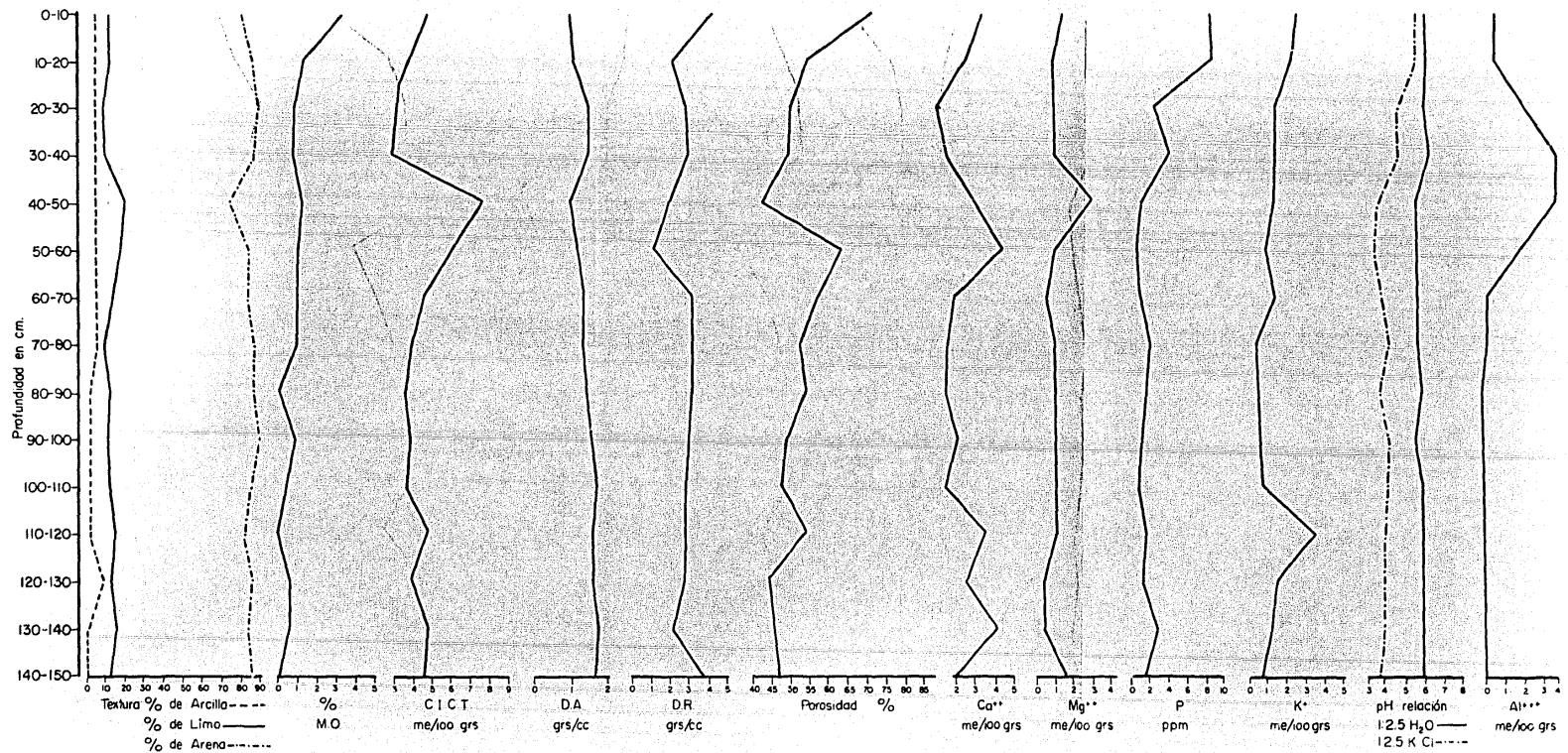
El perfil está constituido por un horizonte A poco desarrollado con buenas condiciones para el cultivo de los cafetos y un horizonte C de granito típico bastante meteorizado y con mucha humedad.

Con respecto a los rendimientos, se observó que es la finca mejor tecnificada. Se cultivan las variedades arabica, caturra, robusta y bourbon. El manejo tanto de la sombra como del cafeto es altamente desarrollado.

PROFUNDIDAD CMS.	C O L O R		T E X T U R A			D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH		M.O. %	C %	C.I.C.T.	Ca <sup>++</sup> Mg <sup>++</sup> K <sup>+</sup> me/100 grs.			P ppm	Al <sup>+++</sup> me/100 gr.	Alofano	
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %			POROSIDAD %	H <sub>2</sub> O 1:2.5				KCl 1:2.5	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>				K <sup>+</sup>
0 - 10	5 Y 5/3 OLIVO	5 Y 3/2 OLIVO OSCURO	84.4 ARENA	12 MIGAJOSA	3.6	70.68	1.19	4.06	6.2	5.5	3.17	1.84	4.9	5.5	1.5	0.255	8.61	0.77	-
10 - 20	5 Y 6/3 OLIVO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	84.4 ARENA	12 MIGAJOSA	3.6	57.09	1.24	2.89	6.1	5.5	1.38	0.80	4.1	4.5	1.0	0.217	8.61	0.77	-
20 - 30	5 Y 7/4 AMARILLO PA LIDO	5 Y 5/3 OLIVO	88.4 ARENA	8 MIGAJOSA	3.6	51.68	1.43	2.96	6.0	4.6	0.48	0.28	3.2	3.0	1.0	0.172	2.80	2.77	-
30 - 40	5 Y 6/4 OLIVO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	10 MIGAJOSA	3.6	51.02	1.43	2.92	6.2	4.6	0.41	0.40	3.1	3.5	1.0	0.172	4.27	3.88	-
40 - 50	5 Y 6/6 AMARILLO OLIVO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	10 MIGAJOSA	3.6	45.17	1.08	1.97	5.7	3.7	0.69		7.3	5.0	3.0	0.153	1.36	3.88	-
50 - 60	5 Y 7/6 AMARILLO	5 Y 5/3 OLIVO	80.4 ARENA	16 MIGAJOSA	3.6	64.66	1.12	3.17	5.7	3.6	0.55		6.1	5.5	1.0	0.108	1.15	3.88	-
60 - 70	5 Y 6/4 OLIVO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	80.4 ARENA	14 MIGAJOSA	5.6	66.66	1.25	3.00	5.8	3.8	0.55		4.6	4.0	0.5	0.127	1.15	2.22	-
70 - 80	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	84.4 ARENA	12 MIGAJOSA	3.6	55.63	1.30	2.93	5.9	4.0	0.41		4.0	3.5	1.0	0.064	2.03	0.33	-
80 - 90	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	12 MIGAJOSA	1.6	56.18	1.24	2.83	5.9	3.9	0.27		3.6	3.5	1.0	0.084	1.47	0.33	-
90 - 100	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	12 MIGAJOSA	1.6	50.92	1.33	2.71	5.6	4.1	0.24		3.9	4.0	1.0	0.064	1.15	0	-
100 - 110	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	12 MIGAJOSA	1.6	48.50	1.38	2.68	5.8	4.0	0.41		3.7	3.5	1.0	0.089	1.15	0	-
110 - 120	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	12 MIGAJOSA	1.6	51.82	1.32	2.74	5.8	3.9	0.14		4.6	5.5	1.0	0.345	1.57	0	-
120 - 130	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	12 MIGAJOSA	1.6	47.69	1.36	2.60	5.8	3.9	0.21		4.0	4.5	0.5	0.127	1.54	0	-
130 - 140	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	84.4 ARENA	14 MIGAJOSA	1.6	47.14	1.39	2.63	5.8	4.0	0.21		4.8	6.0	0.5	0.108	2.24	0	-
140 - 150	5 Y 7/3 AMARILLO PALIDO	5 Y 5/3 OLIVO	86.4 ARENA	12 MIGAJOSA	1.6	48.23	1.32	2.55	5.8	3.9	0.13		4.6	4.0	1.5	0.080	1.75	0	-

GRAFICA Nº 7

TEXTURA



NOTA no se encontro Atofano



## Cuadro No. 18 Descripción del Perfil No. 7

Sitio: Finca Maravillas

Localización: sobre la carretera Tapachula-Maravillas, propiedad del Sr. Juan Carlos Luttman, en el lugar denominado "arenal"

Utilización: cafetal

Pluviometría: 4,921.0 mm

Temperatura media anual: 23.7°C

Clima: Am(w")ig

Forma del terreno: sobre una pendiente más o menos del 30%, a unos 20 kms del río Cuilco.

Drenaje superficial: bueno, bastante humedad en todo el perfil.

Altitud: 660 msnm

Material parental: granito

Clasificación: Orden Entisol, Suborden Orthents. (sin horizonte de diagnóstico).

A <sub>1p</sub>	0-10 cm	Color olivo 5 Y en seco y olivo oscuro en húmedo 5 Y 3/2 arena migajosa, el color oscuro debido a la materia orgánica; abundantes raicillas; poroso; estructura subangular poco desarrollada; abundantes cantidades de minerales cuarzo, mica, feldespatos; pH 6.2
A <sub>11</sub>	10-20 cm	Olivo pálido 5 Y 6/3 en seco y olivo 5 Y 5/3 en húmedo; arena migajosa; abundantes raicillas; poros finos, estructura subangular y granular fina; débil película arcillosa; pH 6.1.
C <sub>1</sub>	20-80 cm	Amarillo pálido en seco 5 Y 7/3 y olivo en húmedo 5 Y 5/3; arena migajosa; estructura granular fina poco desarrollada; raicillas, bloques subangulares muy porosos; alta cantidad de minerales en vías de intemperización; pH 5.8
C <sub>2</sub>	80-150 cm	Amarillo pálido en seco 5 Y 7/3 y olivo en húmedo 5 Y 5/3; arena migajosa; estructura granular con bloques subangulares; pocas raíces; abundante humedad; altos contenidos de minerales primarios los cuales dan el moteado característico del granito, pH 4.8

El Perfil No. 8 se clasificó dentro del Orden Inceptisol, Suborden Andepts, Gran Grupo Ocrandepts, lo cual significa que tienen un epipedón ócrico, horizonte de superficie con poca materia orgánica y saturación de bases baja junto con un horizonte cámbico de alteración pedogenética, debido a la meteorización. Steila, (1976).

La descripción del perfil se muestra en el cuadro No. 20. Los resultados de los análisis físicos y químicos se muestran en el cuadro No. 19. La precipitación en este sitio es de 1,957 mm, a 1,225 msnm. Esta cantidad es desde luego mucho más baja que los anteriores perfiles. Se trata de un andosol maduro, los colores en seco van de pardo oscuro a pardos fuertes y amarillo rojizos 7.5 YR 4/2 a 7.5 YR 6/6, en húmedo son pardos muy oscuros 10 YR 2/2, a pardos oscuros 7.5 YR 3/4 a 7.5 YR 4/4. La textura del perfil es para el horizonte  $A_{1p}$  y  $A_{12}$  migajón arcilloso, para el resto del perfil arcilloso. La densidad aparente de la superficie a 60 cm va de 1.0 a 1.05 gr/cc y de ahí hasta 1.50 cm desciende de 0.86 a 0.92 gr/cc lo cual correlaciona con la cantidad de alofano que aumenta con la profundidad. La densidad real va de 2.11 a 2.60 gr/cc. El pH es una suspensión de agua en la relación 1:2.5 va de 4.7 a 5.5 moderadamente ácido, con KCl en la misma relación va de 4.2 a 4.8 fuertemente ácido. La materia orgánica es alta en el horizonte  $A_{1p}$  y  $A_{12}$  de 8.34 y 4.62%, luego va disminuyendo con la profundidad tendiendo a hacerse de contenidos medios a bajos. La capacidad y el contenido de materia orgánica, va de 8.7 a 10.5 me/100 gr, el cual es bajo, dominado por los minerales arcillosos del tipo caolínico. A su vez, la capacidad de intercambio catiónico total correlaciona con la textura la cual es más arcilloso con la profundidad. Las bases que saturan el complejo de cambio son calcio de 4.0 a 7.5 me/100 gr, magnesio de 1.0 a 3.0 me/100 grs., potasio de 0.01 a 1.099 me/100 gr. El fósforo parece guardar una relación con la menor cantidad de alofano en la superficie, el cual es de 5.46 ppm, bajando la cantidad con la profundidad. El aluminio no se encuentra ahí en cantidades tóxicas y va de 0.66 a 2.11 me/100 gr.

Se cultivan las variedades arabica y bourbon. El sombrero y manejo del cafetal es adecuado.

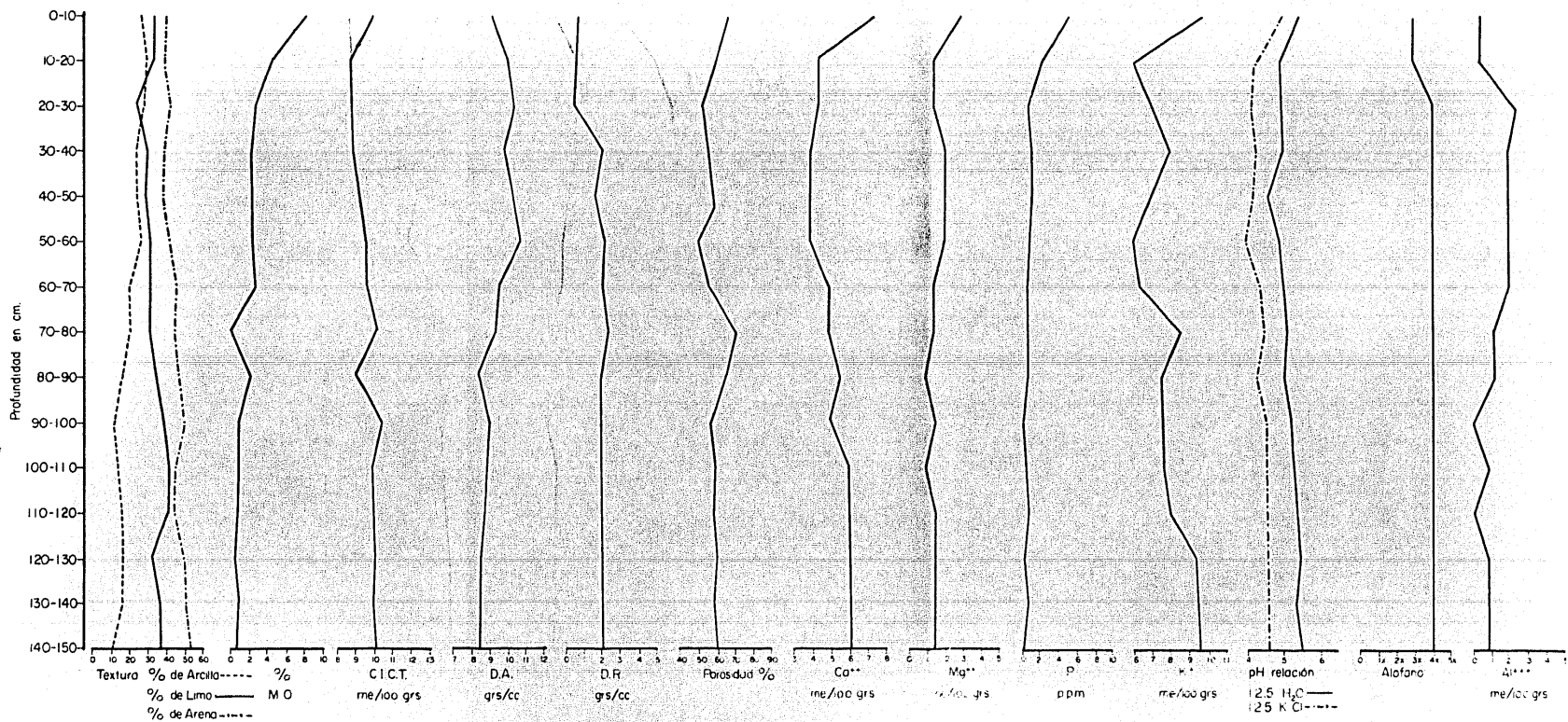
En cuanto a productividad del café, los factores que más dependen

CUADRO No. 19. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS. PERFIL No. 8. PROCEDENCIA: FINCA "LA ORDUÑA", MPIC. DE JALAPA, ETO. DE VERACRUZ. MATERIAL PARENTAL: CENIZAS VOLCANICAS. 1,225 MSNM CLIMA: - (A)C(fm)a(1)g. VEGETACION ORIGINAL: SELVA ALTA PERENIFOLIA. VEGETACION ACTUAL: CAPE.

PROFUNDIDAD CMS	C O L O R		T E X T U R A			POROSIDAD %	D.A. gr/cc.	D.R. gr/cc.	pH				C %	C.I.C.T.	Ca <sup>++</sup> me/100 grs.	Mg <sup>++</sup> me/100 grs.	K <sup>+</sup> me/100 grs.	P ppm	Ml <sup>+++</sup> me/100 grs.	Alofano
	SECO	HUMEDO	ARENA %	LIMO %	ARCILLA %				H <sub>2</sub> O 1:2.5	KCl 1:2.5	M.O. %									
0 - 10	7.5 YR 4/2 PARDO OSCURO	10 YR 2/2 PARDO MUY OBSC.	33.2 MIGAJON	26 ARCILLOSO	40.8	60.54	1.01	2.56	5.4	4.8	8.34	4.84	9.8	7.5	3.0	1.099	5.46	0.33	xxx	
10 - 20	7.5 YR 4/2 PARDO OSCURO	10 YR 2/2 PARDO MUY OBSC.	33.2 MIGAJON	28 ARCILLOSO	38.8	60.76	1.02	2.60	4.9	4.3	4.62	2.68	8.7	4.5	1.5	0.601	2.1	2.11	xxx	
20 - 30	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	10 YR 2/2 PARDO MUY OBSC.	23.2 ARCILLA	26 ARCILLA	50.80	56.25	1.05	2.40	5.0	4.2	2.82		9.0	4.5	1.5	0.716	0.77	1.66	xxxx	
30 - 40	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	10 YR 2/2 PARDO MUY OBSC.	29.2 ARCILLA	22 ARCILLA	48.8	57.98	1.00	2.34	4.9	4.4	2.48	1.44	9.1	4.0	2.0	0.805	1.13	1.66	xxxx	
40 - 50	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	10 YR 2/2 PARDO MUY OBSC.	29.2 ARCILLA	24 ARCILLA	46.8	58.13	1.03	2.46	4.7	4.3	2.41		9.4	4.0	2.0	0.690	1.36	1.88	xxxx	
50 - 60	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	10 YR 2/2 PARDO MUY OBSC.	33.2 MIGAJON	26 ARCILLOSO	40.8	53.77	1.04	2.25	4.9	4.2	2.41	1.40	9.5	4.0	2.0	0.601	0.70	1.88	xxxx	
60 - 70	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	10 YR 2/2 PARDO MUY OBSC.	31.2 ARCILLA	24 ARCILLA	44.8	54.88	0.97	2.15	5.0	4.4	2.82		9.9	5.0	1.5	0.639	0.77	1.11	xxxx	
70 - 80	7.5 YR 5/6 PARDO FUERTE	7.5 YR 3/4 PARDO OSCURO	33.2 ARCILLA	20 ARCILLA	46.8	57.20	0.92	2.15	5.2	4.5	1.31		10.2	5.0	1.5	0.844	0.56	1.11	xxxx	
80 - 90	7.5 YR 5/6 PARDO FUERTE	7.5 YR 3/4 PARDO OSCURO	35.2 ARCILLA	16 ARCILLA	48.8	59.53	0.87	2.15	5.1	4.4	2.07		9.9	5.5	1.0	0.767	0.77	0.77	xxxx	
90 - 100	7.5 YR 5/6 PARDO FUERTE	7.5 YR 3/4 PARDO OSCURO	37.2 ARCILLA	12 ARCILLA	50.8	56.87	0.91	2.11	5.2	4.5	1.03		10.5	5.0	1.5	0.767	0.38	0.77	xxxx	
100 - 110	7.5 YR 5/6 PARDO FUERTE	7.5 YR 3/4 PARDO OSCURO	41.2 ARCILLA	14 ARCILLA	44.8	58.98	0.89	2.17	5.3	4.6	1.75		9.9	6.0	1.0	0.767	0.80	0.66	xxxx	
110 - 120	7.5 YR 5/6 PARDO FUERTE	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	41.2 ARCILLA	16 ARCILLA	42.8	59.53	0.87	2.15	5.4	4.6	0.55		10.0	6.0	1.5	0.805	0.87	0.65	xxxx	
120 - 130	7.5 YR 6/6	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	33.2 ARCILLA	16 ARCILLA	50.8	60.0	0.85	2.15	5.5	4.7	0.48		10.1	6.0	1.5	0.933	0.38	0.66	xxxx	
130 - 140	7.5 YR 6/6	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	35.2 ARCILLA	14 ARCILLA	50.8	59.53	0.87	2.15	5.4	4.7	0.82		10.0	6.0	1.5	0.972	0.77	0.66	xxxx	
140 - 150	7.5 YR 6/6	7.5 YR 4/4 PARDO OSCURO	35.2 ARCILLA	12 ARCILLA	52.8	60.0	0.86	2.15	5.5	4.7	0.75		10.1	6.0	1.5	0.972	0.38	0.65	xxxx	

x bajo  
xx moderado  
xxx medio  
xxxx alto

GRAFICA N°8



## Cuadro No. 20 Descripción del Perfil No. 8

Sitio: Finca La Orduña

Localización: Aproximadamente a 15 kms de Jalapa, Ver., el terreno es propiedad del Sr. Juan Martínez.

Utilización: cafetal

Pluviometría: 1,957 mm

Temperatura media anual: 18°C

Clima: (A)C(fm)a(ig)

Forma del terreno: plano

Drenaje superficial: bueno

Altitud: 1,225 msnm

Material parental: Cenizas volcánicas

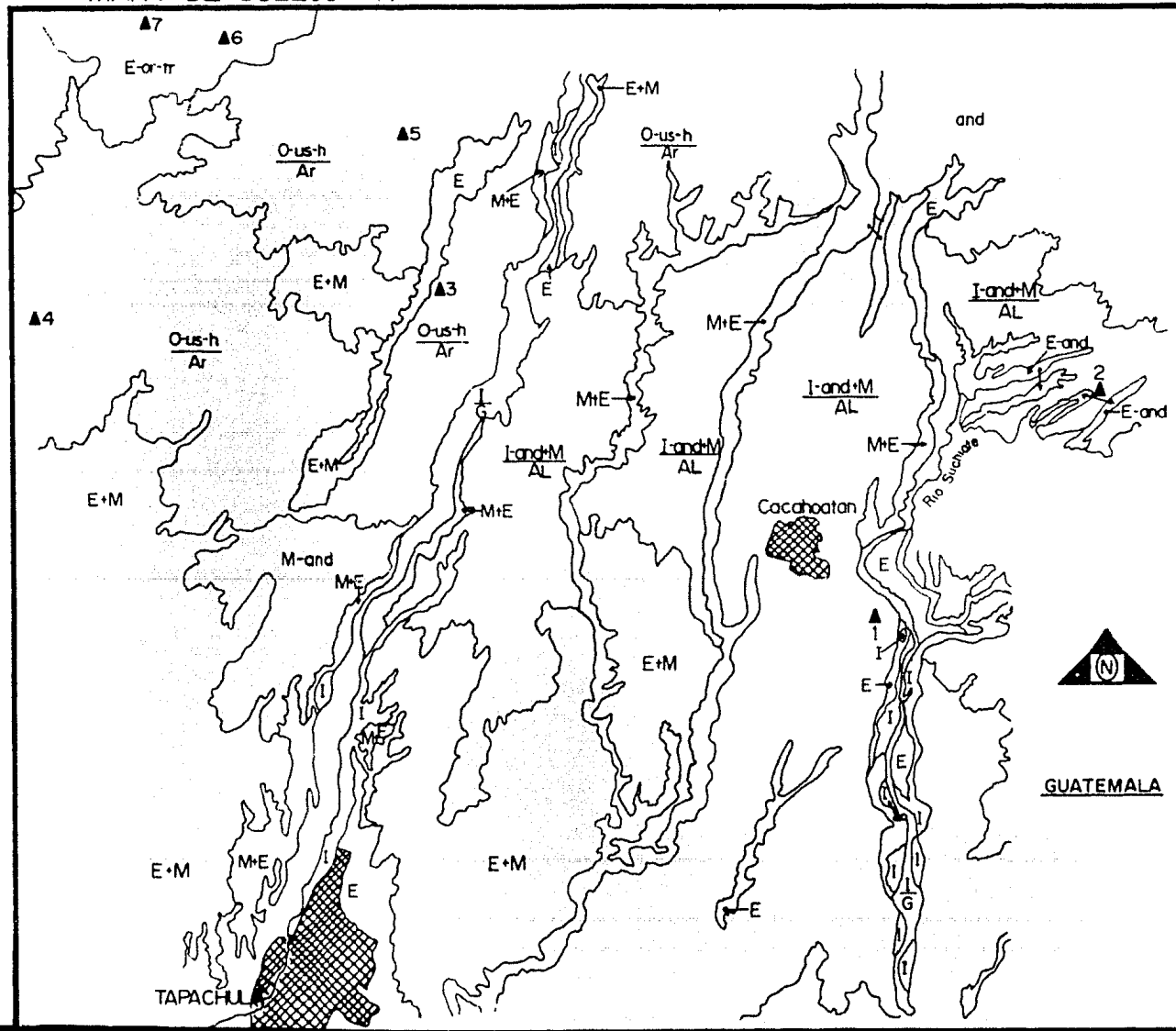
Clasificación : Orden Inceptisol, Suborden Andepts, Gran Grupo Ocrandepts.

A <sub>1p</sub>	0-10 cm	Pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/2 y pardo muy oscuro en húmedo 10 YR 2/2; migajón arcilloso; estructura granular, plástica, algo adhesivo, abundantes raíces; friable; muchos poros intersticiales muy finos pH 5.4
A <sub>12</sub>	10-20 cm	Pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/2 y pardo muy oscuro en húmedo 10 YR 2/2; migajón arcilloso; estructura en bloques subangulares muy finas; friable, adherente; raíces abundantes, pH 4.9.
B <sub>11</sub>	20-70 cm	Pardo oscuro en seco 7.5 YR 4/4 y pardo muy oscuro en húmedo 10 YR 2/2; arcilla; estructura en bloques subangulares finas y muy finas, moderada a granular fina; friable, ligeramente adherente, ligeramente plástica, muchos poros intersticiales; raíces comunes; revestimiento arcilloso; límite inferior abrupto; pH 4.9
B <sub>12</sub>	70-100 cm	Pardo fuerte en seco 7.5 YR 5/6 y pardo oscuro en húmedo 7.5 YR 3/4; arcilla; estructura en bloques subangulares; muy adherente, plástica, graso; poros tubulares muy finos, comunes; pocas raíces; revestimientos de arcilla; pH 5.2.
B <sub>13</sub>	100-150 cm	Pardo fuerte 7.5 YR 6/6 en seco y pardo oscuro en húmedo 7.5 YR 4/4; arcilla; plástica, adhesivo; estructura en bloques angulares y subangular firmes; revestimientos de arcilla; raíces escasas; pH 5.4.

para ello es el clima, buen manejo, fertilización, poda, sombra, variedades de café adecuadas y desde luego el suelo, aunque éste por sí solo no abastece todos los requerimientos en cuanto a nutrición, por lo mismo es necesario tomar en cuenta lo anterior, es decir, fertilización, además de cambios en la reacción del suelo, pH con encalados adecuados en el caso de los perfiles 3 y 4 y sembrar en curvas de nivel en el caso de utilizarse terrenos en pendientes.

Con respecto a los rendimientos, en el Perfil No. 1 es baja, de 300 kg por ha debido a la avanzada edad de los cafetos, el Perfil 2 es un terreno ejidal cuya producción es de apenas 200 kg por ha. Los Perfiles 3 y 4 obtuvieron en 1977 una cosecha de 600 kg por ha., no obstante el buen manejo. Los Perfiles 5, 6 y 7 obtuvieron en 1976 rendimientos entre 700 y 800 kgs por ha, las cuales son mejor tecnificadas.

# MAPA DE SUELOS Nº 7



Clasificación de acuerdo a la Séptima Aproximación. (USDA)

P-1 Orden-Inceptisoles I  
 Suborden-Andepts and  
 Gran grupo-Umbrandept u  
 Subgrupo-Mollico m

P-2 Orden-Inceptisoles I  
 Suborden-Andepts and  
 Gran grupo-Umbrandept u  
 Subgrupo-Mollico m

P-3 Orden-Oxisol O  
 Suborden-Ustox us  
 Gran grupo-Acrustax ac

P-4 Orden-Oxisol O  
 Suborden-Ustox us  
 Gran grupo-Haplustox ha

P-5 Orden-Alfisol A  
 Suborden-Ubalfts ud  
 Gran grupo-Hapludalts h

P-6 Orden-Entisol E  
 Suborden-Orthents or  
 Gran grupo-Troporthents tr

P-7 Orden-Entisol E  
 Suborden-Orthents or  
 Arenoso A  
 Arcilloso Ar  
 Gravosa G  
 Limo L

- ▲ POZO
- ☞ CONTACTO
- POBLADO

## VI. RESUMEN Y CONCLUSIONES

Por los estudios efectuados en los siete perfiles del Soconusco, Estado de Chiapas, concuerdan con resultados sobre suelos de otras regiones de México y Centroamérica. Se colectaron en las cotas de 420 a 1,300 msnm y sujetos a procesos intempéricos muy grande.

Con los estudios de campo y los análisis físicos y químicos de las muestras colectadas, se efectuaron las interpretaciones y clasificación de éstos. Se hizo lo mismo para el Perfil No. 8 colectado en el Estado de Veracruz.

Estos suelos antes de ser sometidos al cultivo de café estuvieron cubiertos de Selva Alta Perennifolia. Las precipitaciones son muy altas de 4,000 a 5,000 mm. Las temperaturas medias son de 23°C a 25°C. El clima en todos los sitios de muestreo del Soconusco, Estado de Chiapas es del tipo Am(w")ig cálido húmedo con una corta y relativa temporada seca. Este clima es determinante en la meteorización de estos suelos.

Los suelos se presentan bajo los siguientes materiales parentales: andesita, cenizas volcánicas andesíticas y granito.

Las cenizas volcánicas andesíticas han desarrollado dos grupos fundamentales de suelos. Estos suelos son:

-Suelos de cenizas volcánicas jóvenes, limo arenosos y migajones arenosos sobre material parental andesítico, sepultados con cenizas volcánicas relativamente jóvenes, los cuales conservan muchos minerales primarios inalterados. Son los Perfiles No. 1 y 2. Estos sitios presentan cromas oscuros, densidad aparente baja, altas cantidades de materia orgánica, C.I.C.T. alta, cantidad de alofano alta, lo que permite clasificarlos como: Orden Inceptisol, Suborden Andepts, Gran Grupo Umbrandepts y Subgrupo Mollico. Estos suelos presentan una fertilidad natural notable y son muy importantes en la región. Sus perfiles pre-



sentan los horizontes A-C.

-Suelos rojos arcillosos sobre material andesítico y cenizas volcánicas antiguos muy evolucionados, los cuales han rebasado la cantidad de minerales primarios para dar lugar a las arcillas del tipo 1:1, pH extremadamente ácido; presentando como consecuencia alto contenido de aluminio soluble, sumamente tóxico para el café. Tienen horizontes A delgados y B sumamente desarrollados. Estos perfiles son el 3 y 4. El Perfil No. 3 se clasifica dentro del Orden Oxisol, Suborden Ustox, Gran Grupo Acrustox. El Perfil No. 4 dentro del Orden Oxisol, Suborden Ustox, Gran Grupo Haplustox.

Los suelos de granito, por los efectos del intemperismo forman los siguientes suelos:

-Suelos derivados de granito altamente intemperizados, textura migajones arcillosos, condicionados por la alta precipitación. La capacidad de intercambio catiónico revela que está dominado por arcillas del tipo caolínico. Los colores están condicionados por el material original y la materia orgánica: oliva, pardos amarillentos. Presentan retención de fosfatos, pero no toxicidad por aluminio. El alofano se presenta como contaminante de estos suelos, modificando su desarrollo pedogenético e influyen notablemente en propiedades como: densidad aparente, C.I.C.T. y materia orgánica. Este es el Perfil No. 5 que pertenece al Orden Alfisol, Suborden Udalfs y Gran Grupo Hapludalfs.

-El Perfil No. 6 pertenece al Orden Entisol, Suborden Orthents, Gran Grupo Troorthents. Presenta las mismas características que el anterior salvo que el alofano acarreado por coluviamiento ha modificado ciertas propiedades de una buena parte del perfil en forma notable a través de la presencia del alofano como, relativamente baja densidad aparente, capacidad de intercambio catiónico relativamente mayor, materia orgánica más alta; poca disponibilidad de fosfatos.

-El Perfil No. 7, presenta poca evolución por su situación en ladera. Olivo, claro y amarillento, textura arena migajosa, dominada por los minerales del material parenta, muy baja capacidad de intercambio catiónico por su poca evolución, pobre en materia orgánica. No contiene alofano por tanto no existe fijación de fosfatos. Se clasificó dentro del Orden Entisol, Suborden Orthents. El perfil consiste en un A-C.

El perfil No. 8 pertenece al Orden Inceptisol, Suborden Andepts, Gran Grupo Ochrandept, pardos oscuros, arcillosos. Su capacidad de intercambio muy baja y muy probablemente dominada por arcillas caolínicas. La alta cantidad de alofano y los minerales arcillosos condicionan la baja disponibilidad de fosfatos.

La clasificación, de acuerdo a 7a. Aproximación, U.S.D.A. 1975.

En todos los perfiles, las variaciones en los contenidos de calcio, magnesio y potasio, se debieron principalmente a diferencias de material parental y meteorización. La variación en calcio puede también ser debida a que por el mismo material de origen, tiende a ser deficiente. Los resultados para todos los perfiles muestran que el potasio y el magnesio se lixivian más rápidamente que el calcio, de ahí que la relación  $Ca^{++}/Mg^{++}$ ,  $Ca^{++}/K^{+}$ ,  $Ca^{++}/Mg^{++}/K^{+}$ , tienden a ser más bajos en los horizontes inferiores

Los contenidos de  $K^{+}$  extraídos son bajos en todos los perfiles de ahí que los suelos respondan bien al abonamiento potásico.

El contenido de fósforo extraído con la solución Bray I, son muy bajos en los perfiles, 1, 2, 3, 4, 5 y 6, debido a que los óxidos e hidróxidos de fierro y aluminio y el alofano fijan los fosfatos por tanto son responsables de que estos suelos respondan bien a los fertilizantes fosfatados. El perfil 7 derivado de granito es el único

sitio en el que se encontraron valores medios y bajos de fósforo, lo cual correlaciona con la falta de alofano. El Perfil 8 presenta cantidades muy bajas y bajas en los primeros 20 cm debido a los mecanismos de fijación.

En las condiciones de acidez de los Perfiles 3 y 4 los suelos concentran cantidades tóxicas de aluminio y retienen fosfatos. El uso de la cal podrá corregir, el pH, disminuir la toxicidad del aluminio y hacer disponibles los fosfatos.

Casi todos los perfiles contienen valores altos y muy altos de materia orgánica, exceptuando los Perfiles 5 y 7, a pesar de estar muy meteorizados y de ser extremadamente ácidos, lo cual correlaciona con los aportes de cenizas volcánicas, evidentes por las densidades aparentes bajas, acumulación de materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico total.

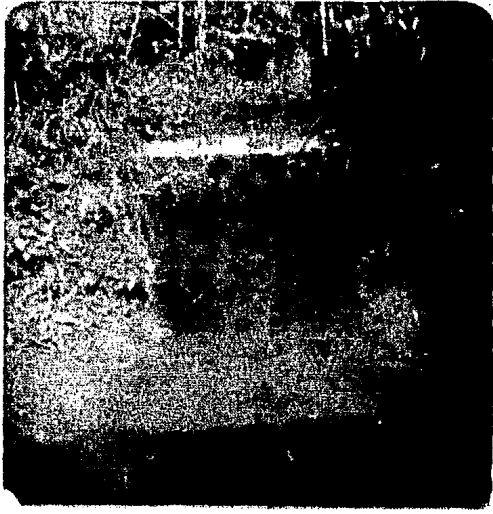
Los procesos pedo-enéticos más importantes presentados por estos suelos son: 1) acumulación de materia orgánica, 2) lixiviación de los iones intercambiables, 3) fijación de aniones, 4) meteorización de los minerales primarios para formar arcillas, 5) desarrollo de la estructura, y 6) acumulación de material amorfo.

De los suelos estudiados el 80% dan muestra de algún grado de incorporación de cenizas volcánicas evitando que se formen suelos con alto grado de intemperización como ocurre en otros lugares del mundo con superficies muy antiguas sujetos a meteorización. Perfiles, 1, 2, 3,, 4, 5, 6 y 8.

El cultivo del café en la región del Soconusco, Estado de Chiapas, debido a las altas precipitaciones, exige altas proporciones de aplicación de P que están de acuerdo con las grandes capacidades de estos suelos para fijar fosfatos. El uso de fertilizantes que contengan mezclas adecuadas de N-P-K son necesarias debido a la lixiviación. La es

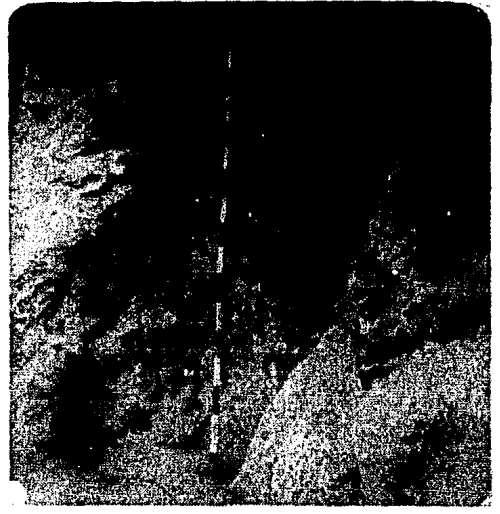
tabilidad de la materia orgánica del suelo en los Perfiles 1 y 2 es muy alta y por esto es necesario el uso de fertilizantes nitrogenados.

La productividad del café sobre estos suelos está condicionada por un lado, por las propiedades del suelo y por la otra, el manejo del mismo. Los propietarios privados usan tecnologías adecuadas, mientras los ejidatarios conservan métodos primitivos que no les permiten obtener rendimientos adecuados.



Perfil No. 2

Suelo enterrado por una capa  
de cenizas volcánicas.



Perfil No. 7

poco desarrollo sobre material  
parental granítico



Cafeto bourbon  
del sitio No. 6

## VIII. BIBLIOGRAFIA

1. ADUAYI, E.A. 1978. Role of phosphorus and copper in growth and nutrient composition of Arabica coffee grown in sand culture. Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA, Turrialba, Costa Rica, Vol. 28-2, págs. 105-11.
2. AGUILERA, H.N. 1963. Algunas consideraciones, características, génesis y clasificación de los Suelos de Ando. Memorias del 1er. Congreso Nacional de Ciencias del Suelo. págs. 233-240.
3. AGUILERA, H.N. 1969. Geographic distribution and characteristics of Volcanic Ash Soil in Mexico. Panel sobre suelos derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. A.6.3/12.
4. AGUILERA, H.N. 1965. Suelos de ando, génesis, morfología y clasificación. Serie Inv. No. 6. Colegio de Postgraduados, E.N.A. Chapinigo, México.
5. ARAÑA, V., LOPEZ R., J. 1974. Volcanismo, dinámica y petrología de sus productos. Edic. Istmo. Madrid. 481 págs.
6. AVILES, C. 1954. Métodos más científicos de cultivar adelantarán la industria cafetalera. El café. El Salvador. 24(274-275):435.
7. BANCO NACIONAL DE MEXICO, S.A. 1979. Exámen de la situación Económica de México. Vol. LV, Núm. 641, pp. 198-208.
8. BANCO NACIONAL DE MEXICO, S.A. 1979. Exámen de la situación Económica de México. Vol. LV, núm. 644, pp. 357-367.
9. BASSOLS, A. 1979. Geografía Económica de México, 3a. Edic. Edit. Trillas, México, 440 págs.
10. BASSOLS, A. 1979. Los Recursos Naturales de México. 1a. Edición, Edit. Nuestro Tiempo, S.A. 361 págs.
11. BASSOLS, A., RODRIGUEZ, D., VARGAS, G., SANDOVAL, L., y ORTIZ, A. 1971. Sobre el subdesarrollo de la Costa de Chiapas. Revista Latinoamericana de Economía. Inst. de Investig. Econ. UNAM. Trim. No. 7, págs. 99-117.
12. BESOAIN, E. 1969. Mineralogía de las arcillas de los suelos de cenizas volcánicas de Chile. Panel sobre suelos derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. B.1.1/17.

13. BIRREL, K. 1969. Some properties of Volcanic Ash soils. Report of The Meeting on the Classification and Correlation in Soil from Volcanic Ash. World Soil Resources. Report No. 14, FAO, Rome. 74 págs.
14. BORNEMUSZA, E., y PINEDA, R. 1969. Minerales amorfos y mineralización de nitrógeno en suelos derivados de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación, Turrialba, Costa Rica. B.7.1/7.
15. BUOL, S.W., HOLE, F.D., McKRACKEN, R.J. 1973. Soil genesis and classification. The Iowa State University Press, Amer. pp. 226-230.
16. BREEDLOVE, D.E. 1973. The phytogeography and vegetation of Chiapas (México) In: Vegetation and vegetational history of Northern Latin América. Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam. pp. 149-165.
17. CASTELL, M. 1979. Convenio Banrural-Inmecafé. Implementación de un nuevo y ágil sistema de ventas. Impacto No. 535.
18. CARRILLO, A., GONZALEZ, V., VILLASEÑOR, A., SAHAGUN, S. 1974. Evolución de la cafecultura en 7 municipios de Chiapas. Inmecafé, págs. 156-158.
19. CERDA, J. 1977. Cómo hacer un vivero. Centro Experimental Garnica, Jalapa, Ver. Inmecafé, SARH. 6 págs.
20. CAVALLINI, J.A. y CARVAJAL, J.A. 1978. Mineral nutrition and nitrate reductase activity in coffee trees affected by mineral deficiency. Centro de Enseñanza e Investig. Inst. Interamericano de Ciencias Agríc. de la OEA. Turrialba, Costa Rica. Vol. 28-1, págs. 61-66.
21. CENTRO DE INVESTIGACIONES ECOLOGICAS DEL SURESTE. 1978. Oncocercosis. Una evaluación del estado de su conocimiento y de las perspectivas de investigación. Serie de documentos No. 2. San Cristóbal de Las Casas, Chis.
22. COLMET, F.D. 1969. Naturaleza de la fracción arcillosa de algunos suelos derivados de cenizas volcánicas de las Antillas, El Ecuador y Nicaragua. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Ens. e Investig. Turrialba, Costa Rica. B.2.1/12.
23. COMERCIO EXTERIOR, 1979. Las heladas afectan al café en Brasil. Vol. 29 No. 3, pág. 601.
24. COMERCIO EXTERIOR. 1979. Reunión de la Organización Internacional de café O.I.C. Vol. 29 Núm. 4. pág. 426.

25. COMERCIO EXTERIOR. 1979. Reunión mundial sobre normas internacionales del café. Vol. 29, núm. 3, pág. 301.
26. COSTE, R. 1978. El café, técnicas agrícolas y producciones tropicales. Edit. Blume, 2a. Edic. Barcelona. 263 págs.
27. DOMINGUEZ, I. 1975. Estudios ecológicos del Volcán Popocatepetl Edo. de México. Tesis Biólogo, Fac. de Ciencias, UNAM.
28. DUCHAUFOUR, P. 1977. Atlas ecológico de suelos del mundo. Edit. Toray-Masson, S.A. Barcelona.
29. DUCHAUFOUR, P. 1978. Manual de Edafología. Edit. Toray-Masson, S.A. Barcelona.
30. FAO-UNESCO. 1976. Estudio mundial de suelos 1:5 000 000 Vol. III, México y América Central. París. 104 págs.
31. FASSBENDER, H.W., BEMROTH, F.H., y SARMIENTO, L.S. 1978. Amounts and forms of phosphorus in ten highly eathered soils of Puerto Rico. Centro de Enseñanza e Inv. Inst. Interam. de Ciencias Agíc. Turrialba, Costa Rica, Vol. 28:2, págs. 9-13.
32. FASSBENDER, H.W. 1969. Deficiencia y fijación de fósforo en suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Inv. Turrialba, Costa Rica. B.4.1/10.
33. FASSBENDER, H., y MOLINA, R. 1969. Influencia de las enmiendas calcáreas y silicatadas sobre el efecto de fertilizantes fosfatados en suelos derivados de cenizas volcánicas de Costa Rica. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investig. Turrialba, Costa Rica. C.2.1/10.
34. FLACH, K. 1969. The use of the 7th Approximation for the Classification of Soils from Volcanic Ash. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investig. Turrialba, Costa Rica. A.7.1/18'
35. FLORES DE LA VEGA y LEON LOPEZ, A. 1979. La política de Inmecafé y la Sierra Mazateca. Comercio Exterior. Vol. 29, núm. 7, págs. 767-778.
36. FONT, M., ALTABA, A. SAN MIGUEL. 1977. Atlas de Geología. Edics. Jover, S.A. Barcelona.
37. FORSYTHE, W.M. GAVANDE, S.A. y GONZALEZ, M. 1969. Propiedades físicas de suelos derivados de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investig, Turrialba, Costa Rica B.3.1/7.



38. GARCIA, E. 1973. Modificaciones al sistema de Clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 2a. Edic. Inst. de Geografía, UNAM.
39. GARCIA, E y FALCON, DE G.Z. 1972. Atlas de la República Mexicana, Edit. Porrúa, S.A. México.
40. GARCIA, L., R. 1976. Uso potencial del suelo. Documentación de la Comisión del Plan Nacional Hidráulico. Direc. de Planeación - Nal. de la SARH. 47 págs.
41. GARCIA, L., R. 1976. Uso potencial del suelo. Anexo G. Región del Sureste. Documentación de la Com. del Plan Nal. Hidráulico. SARH. 49 págs.
42. GARCIA S. A., CARRASCAL G. E. 1974. Los mames (en Soconusco). Sus problemas geoeconómicos. Bol. del Inst. de Geografía. UNAM. Vol. V. págs. 213-293.
43. GARCIA O., J. 1979. Estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas en el transecto Ixhuatlán del Café a Amatlán de los Reyes, Edo. de Veracruz. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias, UNAM.
44. GONZALES-BONORINO, F., 1972. Introducción a la Geoquímica. Serie Química. Monografía No. 8, OEA, Washington. 140 págs.
45. GLINKA, K.D. 1963. Treatise on Soil Science. Department of Agriculture, U.S.D.A.
46. HAARER, A.E. 1977. Producción moderna de café. Cía. Editorial Continental, S.A. México. 652 págs.
47. ARDWARD, M.E. y BORCHARDT, G.A. 1969. Mineralogía y contenido de elementos menores de los suelos de ceniza y pómez en el noroeste pacífico de los Estados Unidos. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investig. Turrialba, Costa Rica. B.5.1/12.
48. HARDY, F. 1970. Suelos tropicales. Pedología tropical con énfasis en América. Edit. Herrera Hnos. Suc. México. 334 págs.
49. HAYAMA, T.M.L. 1971. Estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas del Nevado de Toluca, Edo. de México. Tesis Biólogo. Facultad de Ciencias, UNAM.
50. HAYAMA, M.L. y AGUILERA, H.N. 1972. Mineralogía de los suelos del volcán Xinantecatl, Edo. de México. II Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina, Mariño Colombia. pág. 309-347.
51. HELBIG, C. 1964. La Cuenca superior del Río Grijalva. 1a. Edic. Trad. de Félix Heyne. Inst. de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. 233 págs. varios mapas.

52. HELBIG, C. 1964. El Soconusco y su zona cafetalera en Chiapas. 1a. Edic. Trad. Augusto Muench. Inst. de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México. 133 págs. y 2 mapas.
53. HERNANDEZ, R. y SANCHEZ, C.J. 1973. Guía para la descripción y muestreo de suelos de áreas forestales. Bol. No. 32. SAG-INIF.
54. INMECAFE, 1979. Broca del grano del café Hypothenemus hampei. Direc. Adjunta de producción y mejoramiento de la cafecultura. Protección fitosanitaria. Folleto del Depto. del Depto. de Divulgación de Inmecafé-SARH. 12 págs.
55. " 1978. Calendario de Inversiones para el establecimiento y manejo de 1 ha. de cafetal. Anexo No. 13. mimeógrafo. 6 págs
56. " k968, Comparación de clones de Coffea robusta, y producción a 1968. Anexo. No. 13, mimeógrafo. 6 págs.
57. " 1979. Contra la roya: acondicionamiento de cafetales. Centro Experimental Garnica, Jalapa, Ver. Sección Fitosanitaria. Inmecafé-SARH. Folleto No. 1, 12 págs.
58. " 1974. El café Mexicano. Edit. Inmecafé a través de la Edit. Internacional. Año. 1 No. 5. México, págs. 42-46.
59. " 1976. Fertilización del cafeto. Campo Experimental Garnica, Jalapa, Ver. Sección de Suelos Inmecafé (folleto. 12 págs.
60. " 1976. México y el Consumo Internacional de Café. Inmecafé. México.
61. " 1975. Perfil cafetalero del Estado de Chiapas. Inmecafé. folleto. 26 págs.
62. " 1975. Perfil cafetalero del Estado de Chiapas. IEPES. México. folleto. 16 págs.
63. " 1975. Perfil cafetalero del Estado de Oaxaca, Inmecafé. folleto.
64. " 1973. Plan Nacional de Política cafetera de México 1970-1973. Inmecafé. 62 págs.
65. " 1978. Principales enfermedades en vivero de café. Enfermedades del cafeto. Principales plagas en vivero de café. Plagas del cafeto. Inmecafé. (mimeógrafo) 3 págs.
66. " 1978. Programa Integral para el desarrollo de la Cafecultura en la región Sureste. Inmecafé. (mimeógrafo) 9 págs.
67. " 1976. Tecnología cafetera Mexicana, 25 años de Investigación y Experimentación. Edit. Inmecafé.

68. INSTITUTO DE GEOLOGIA. 1938. Reseña Geológica del Estado de Chiapas. UNAM.
69. INSTITUTO MEXICANO DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1975. Chiapas y sus Recursos Naturales Renovables. XVIII Serie de Mesas Redondas. Edic. Inst. Mexicano de Investigaciones Naturales Renovables, A.C. México.
70. JIMENEZ, A.E. 1979. Estudios ecológicos del Agroecosistema cafetalero. I: Estructura de los cafetales de una finca cafetalera en Catepec, Ver. Biótica, INIREB. Vol. 4:1, Jalapa, Ver. México, págs. 1-12.
71. JACKSON, M.L. 1964. Análisis químicos de Suelos. Edit. Omega.
72. KANNO, I. 1962. Genesis and classification of humic allophan soils in Japan. Tr-s. Comms. IV & V, Int. Soc. Soil. Sci. Wellington pp. 422-427.
73. KRUG Y POERCK, 1969. Estudio Mundial del Café. Estudios Agropecuarios No. 75, FAO, Roma. 507 págs.
74. KNOX, E.G., y MALDONADO, F. 1969. Suelos de cenizas volcánicas. Excursión al Volcán Irazú. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. A.8.1/12.
75. LEON L., A. 1976. Las comunidades indígenas y un cultivo comercial. El Café. (Estudio de un caso: región ch'ol del norte del Estado de Chiapas). Tesis Lic. en Economía. Esc. Nal. de Economía, UNAM. 103 págs.
76. LETELIER, E. 1969. Respuesta a la fertilización de los Suelos Volcánicos Chilenos (Trumaos), según resultados de ensayos de campo. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. C.3.1/13.
77. LICONA, F.P. 1973. Experimentos con niveles de fertilizantes en cafetos en producción. Memorias del III Congreso Nal. de Ciencias del Suelo.
78. LOPEZ, M. 1969. Problemas de fertilización en suelos derivados de Cenizas volcánicas de Colombia. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. C.1.3/8.
79. LOPEZ, P. 1979. El presupuesto del Inmecafé para finqueros. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Proceso No. 137. México. pág. 27.
80. LOPEZ R., J. y LOPEZ, M.J. 1978. El diagnóstico de suelos y plantas. Edit. Mundi-Prensa. Madrid. 337 págs.

81. LOPEZ, R. 1975. Carta geológica del Estado de Chiapas. 2a. Edic. Instituto de Geología, UNAM.
82. LUNA, C. 1969. Aspectos genéticos de andosoles en Colombia. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investig. Turrialba, Costa Rica. A.3.1/12.
83. LORAN, N.R. 1976. Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas del transecto Jalapa-Teocelo, Ver. Tesis Biólogo. Fac. de Ciencias, UNAM.
84. MACIAS V., M. 1959. Carta de Suelos de la República Mexicana en 1962, en la Geografía General de México por Tamayo, L. J. Inst de Investig. Econom. de México.
85. MACHADO, S.A. 1958. Algunos resultados experimentales con fertilizantes en café. Inmecafé. Vol. 9 números 7 y 8.
86. MARTINI, J.A. 1969. Distribución y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Centroamérica. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. A.5.1/19.
87. MCCONAGHY, S. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos de cenizas volcánicas de las Antillas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investig. Turrialba, Costa Rica. A.4.1/13.
88. MENDOZA, G. M.E. 1978. Algunos análisis bromatológicos de Coffea arabica L. cultivadas en suelos derivados de cenizas volcánicas y Andosoles en el transecto Jalapa-Córdoba. Tesis Biólogo. Fac. de Ciencias, UNAM.
89. MERCADO DE VALORES. 1979. México: comercio Exterior por principales productos. XXXIX No. 12, págs. 219.
90. MIRANDA, F. 1952. La Vegetación de Chiapas. 2 Vol. Tuxtla Gutiérrez, Chis. Edic. del Gobierno del Edo. págs. 334 y 426.
91. MOHR, E.C. y BAREN, F.A. 1976. Tropical Soils. Londres, Interscience Publishers.
92. MULLERIED, F.C.G. 1957. Geología del Estado de Chiapas. México, D.F.
93. MUNSELL, SOIL CHART. 1954. Edition Munsell color Co. Baltimore Maryland.
94. NAVARRO, J. 1976. Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas o de Ando del Nevado de Toluca (Región Este y Sur). Tesis Biólogo, Fac. de Ciencias, UNAM.

95. OCHOA, T., E. 1979. Estudios edafológicos de suelos de origen volcánico del Estado de Veracruz, Tesis Biólogo, Fac. de Ciencias UNAM.
96. OCHSE, J.J., SOULE, M.J.Jr. KIJKMAN, M.J. WEHLBURG, C. 1976. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. Vol. I y II. Edit. Limusa, México. -1535 págs.
97. PARRA, H.J. 1972. Correlation between the nitrogen and phosphorus content of soil and the composition of vegetable tissues in coffee and grassland. Química Agrícola del Centro de Investigaciones del Café. Cenicafé, Colombia. Vol. 22-1. págs. 18-26.
98. PEÑA V., L. 1978. Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas y de Ando, cultivadas con café en el transecto Córdova-Jalapa, Ver. México. Tesis Biólogo, Fac. de Ciencias, UNAM.
99. POHLENS C., J. 1979. Dependencia y Desarrollo capitalista en una región agrícola. Las plantaciones cafetaleras de la Sierra Madre de Chiapas. Tesis Lic. en Antropología, Esc. Nal. de Antropología e Historia. México.
100. POMEROL, C., FOUET, R. 1974. Las rocas eruptivas. Presses Universitaires de France, París. Traduc. de la 2a. Edic. Augusto Colmels. Edit. Universitaria de Buenos Aires Arg. 63 págs.
101. PRIMO, Y., E y CARRASCO D., J.M. 1973. Química Agrícola. Tomo I. Suelos y Fertilizantes. 1a. Edic. Edit. Alhambra, S.A. Madrid. 472 págs.
102. RAMOS H., L.E. 1978. La colonización de la Selva Lacandona. Análisis y perspectivas. Tesis Lic. en Economía. Esc. Superior de Economía, I.P.N.
103. REYNA, T., GUILLEN R.A., y AGUILERA H., N. 1974. Suelos derivados de cenizas volcánicas y de Ando y sus relaciones con el clima en el Municipio de Uruapan, Mich. Bol. del Inst. de Geografía, UNAM. Vol. V. pág. 131-161.
104. ROCHA M., D. 1977. Clasificación de los cafetos según sus posibilidades de producción. Mimeógrafo. Garnica, Ver. 7 págs.
105. ROCHA M., D. 1977. Mejoramiento de cafetales: rejuvenecimiento. Garnica, Ver. mimeógrafo. 8 págs.
106. ROMERO, M. 1893. Cultivo del café en la Costa Meridional de Chiapas. Srta. de Fomento. Ofna. Tipográfica. Hacienda. 4a. Edic. México. 163 págs.

107. RUIZ B., R. 1977. Fertilidad del cafeto (*Coffea arabica*) en vivero. Tesis Ing. Agrónomo. ENA, Chapíngo. Depto. de Suelos, México.
108. RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Edit. Limusa, México. 432 págs.
107. SCHAEFER, R., URBINA, A., y SAN MARTIN, E. 1969. Actividades microbianas como un sistema de regulación de ecosistemas en suelos hidromórficos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investig. y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. B.6.1/11.
108. SCHENKEL, G. 1969. Problemas de la acidez en suelos chilenos derivados de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de Cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. B.9.1/11.
109. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1972. Agenda Técnica del Estado de Chiapas. Cultivos básicos de Invierno-Primavera. Chapiingo, México.
110. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1978. Chiapas, Alianza para la producción. Evaluación de programas de 1978. Sector Agropecuario y Forestal.
111. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1976. Inventario Forestal del Estado de Chiapas. Dirección General del Inventario Forestal. Publ. No. 34, México. 82 págs.
112. SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS. 1978. Resumen anual de datos climatológicos. Dirección de Hidrología, Ofna. de Climatología. Tuxtla Gutiérrez, Chis. México.
113. SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA. 1976. Chiapas, datos básicos. Dirección de Desarrollo Regional y Urbano. México.
114. SRIA. DE LA PRESIDENCIA-INST. DE GEOGRAFIA, UNAM. 1974. Mapa de climas de la Región Soconusco de Koppen, modificada por Enriqueta García. México.
115. SILVA, C., J. 1978. Aspectos del Mercado Mundial cafetalero. Comercio Exterior. Vol. 28, Núm. 7, Jul. 78, págs. 848-856.
116. STEILA, D. 1976. The Geography of Soil, formation, distribution an management. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Yersey. 22 págs.
117. TAMAYO, J.L. 1942. Atlas geográfico general de México. págs. 4.5.
118. TAMAYO, J.L. 1965. Geografía General de México. Geografía Física. 2a. Edic. Tomo I y II. Inst. Mex. de Investig. Econ. México.

119. TAMHANE, R.V., MOTIRAMANI, D.P. y BLY, Y.P. 1978. Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. 1a. Edic. Edit. Diana, México. 483. págs.
120. SWINDALE, L. 1964. The properties of soil derived from volcanic ash. Report of the Meeting on the Classification and Correlation of soil from Volcanic Ash. World Soil Resources Rep. 14 FAO, Rome.
121. SWINDALE, L. 1969. Propiedades de los suelos de cenizas volcánicas. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. B.9.1/11
122. TORRES, O.G.I. 1976. Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas en el transecto Texiutlán Puebla de Jalapa, Ver. Tesis Biólogo, Fac. de Ciencias, UNAM
123. URIBE-HENARO, A. MESTRE-MESTRE, A. 1976. Efecto del nitrógeno, el fósforo y el potasio sobre la producción de café. Cenicafé. Chinchina, Colombia.
124. U.S.D.A. 1975. Soil conservation service; Soil Classification a comprehensive system, 7th approximation, U.S. Dep. of Agricultural, Washington, D.C. 753 págs.
125. VALDEZ, F.A. 1976. Distribución geográfica de los suelos derivados de cenizas volcánicas de Chile. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. A.1.1/14.
126. VALLEJO, G.E., y AGUILERA, N. 1969. Génesis de suelos del Volcán Popocatepetl, Edo. de Morelos. IV Congreso Nacional de la Soc. Mexicana de Ciencias del Suelo. Monterrey, N.L.
127. WAIBEL, L. 1946. La Sierra Madre de Chiapas. Soc. Mex. de Geografía y Estadística. pág. 124-135, 123-124.
128. WAIBEL, L. 1949. La Sierra Madre de Chiapas, Soc. Mex. de Geografía y Estadística. México. pág. 99.
129. WINDLEY, B.F. 1977. The evolving continents. John Wiley & Sons. Ltd. Londres.
130. ZAMORA, C. 1969. Uso actual y potencial de suelos derivados de cenizas volcánicas del Perú. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica. C. 5.1/10.
131. ZAVALETA, A. 1969. Distribución geográfica y características de los suelos derivados de cenizas volcánicas del Perú. Panel sobre suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Turrialba, Costa Rica. A.2.1/14.