

38  
24

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE CIENCIAS

CARACTERISTICAS Y DISTRIBUCION DE LA MATERIA ORGANICA EN RELACION  
CON LA ALTITUD EN SUELOS CAFETALEROS DE COATEPEC, VERACRUZ

TESIS  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
B I O L O G O  
P R E S E N T A  
EPIFANIO REGULO CRUZ REYES

MEXICO, D.F.

1992

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

## INDICE

1. Introducción.....	1
1.1 Objetivos.....	3
2. Revisión bibliográfica.....	4
2.1 Generalidades.....	4
2.2 Requerimientos ecológicos.....	4
2.2.1 Temperatura.....	5
2.2.2 Precipitación.....	5
2.2.3 Iluminación.....	6
2.2.4 Vientos.....	7
2.2.5 Factores edáficos.....	7
2.3 Características del café en México.....	8
2.3.1 Manejo del cafetal.....	9
2.4 Suelos.....	11
3. Descripción de la zona en estudio.....	12
3.1 Localización.....	12
3.2 Fisiografía.....	12
3.3 Geología.....	14
3.4 Clima.....	15
3.4.1 Unidad mesoclimática semicálida-muy húmeda..	20
3.4.2 Unidad mesoclimática semicálida-húmeda.....	20
3.4.3 Unidad mesoclimática semicálida-subhúmeda ..	20
3.5 Hidrología.....	21

4. Metodología.....	26
4.1 Actividades de Gabinete.....	26
4.1.1 Fotointerpretación.....	26
4.2 Actividades de campo.....	26
4.3 Análisis de suelos.....	27
4.3.1 Análisis físicos.....	27
4.3.2 Análisis químicos.....	27
5. Resultados.....	28
5.1 Transecto 1 Tuzamapan.....	28
5.2 Transecto 2 Mahuistlan.....	31
5.3 Transecto 3 Zipizahua I.....	33
5.4 Transecto 4 Zipizahua II.....	35
5.5 Transecto 5 Ursulo Galvan I.....	37
5.6 Transecto 6 Ursulo Galvan II.....	39
6. Interpretación de resultados.....	42
7. Conclusiones.....	47
8. Bibliografía.....	48
Rangos de las propiedades químicas empleadas.....	54

## 1. INTRODUCCION

Nuestra sociedad contemporánea se encuentra al borde de una crisis, ya que su medio natural se está degradando. Este dilema ambiental es consecuencia de un rápido incremento de la población, de la contaminación y del excesivo consumo de recursos. En éste contexto se incluye al suelo como recurso natural renovable el cual en unión con el clima y el agua determinan el desarrollo agrícola forestal (Owen, 1977).

El suelo, medio natural para el crecimiento de las plantas es una mezcla de materia orgánica, materia mineral, agua y aire, de estos cuatro constituyentes el primero es el que modifica y mejora la estructura del suelo en su porosidad y en su permeabilidad, asimismo la materia orgánica protege y reduce los efectos erosivos ocasionados por los vientos y escurrimientos.

La materia orgánica también suministra los nutrimentos necesarios para las plantas tales como fósforo, nitrógeno, potasio, azufre, calcio, magnesio, etc, constituyendo una reserva para los microorganismos y el desarrollo vegetal

Desde un punto de vista práctico el factor de mayor importancia es la cantidad de carbono en relación con el nitrógeno, las concentraciones de ellos nos indicarán la reserva nutricional del suelo. Así tenemos que para la relación carbono/nitrógeno mayores de diez, se tiene en suelos con materia orgánica altamente celulósica expuestas a una descomposición lenta y humificación moderada; valores alrededor de diez, indican una completa humificación; y menores de diez

denotan la presencia de exceso de nitrógeno que probablemente continúa sufriendo la nitrificación, siempre que exista condiciones aeróbicas y estas no sean un factor limitante (Hardy, 1970).

La cantidad de materia orgánica en el suelo está en función de los residuos vegetales que se le incorporan, así como de la influencia de los factores climáticos. La topografía influye en el gradiente del contenido de materia orgánica, así tenemos que los menores porcentajes corresponden a las pendientes más pronunciadas, debido a los procesos erosivos, lo contrario sucede en pendientes suaves o llanas las cuales captan los escurrimientos de aquellas más pronunciadas produciéndose en efecto mayor acumulación de materiales entre los cuales están los sustratos orgánicos.

Por las características topográficas mencionadas anteriormente se infiere que no todos los suelos son apropiados para el establecimiento de cultivos anuales ya que si se elimina el bosque en sitios con pendientes pronunciadas los nutrimentos acumulados en varios siglos de desarrollo pueden perderse en pocos años por la erosión hídrica y eólica, sin embargo dichos suelos son recomendables para cultivos perennes.

El café es un cultivo perenne que protege aquellos terrenos con erosión potencial, en pendientes fuertes, mayores de 30°. Este cultivo ocupa zonas cálido-húmedas y subhúmedas; presenta características que lo asemejan a un ecosistema natural con una buena estructuración que protege al suelo de la

erosión.

Por otra parte económicamente es uno de los cultivos más remunerables ya que después del petróleo ocupa el segundo lugar como producto de exportación nacional (INMECAFE, 1986).

La región cafetalera de Coatepec es una de las zonas con mayor densidad de cafetos en la República Mexicana, se localiza en la parte central de Veracruz y manifiesta condiciones altitudinales y climáticas propias para la producción de café de la mejor calidad a nivel internacional. En esta zona la mayoría de las plantaciones están sobre pendientes fuertes (López, 1980).

Estas son las principales razones por las cuales se escogió esta zona para la realización de éste trabajo, referente al contenido y distribución de la materia orgánica en suelos cafetaleros.

#### 1.1 Objetivos:

a) Conocer la distribución de la materia orgánica en suelos cafetaleros en relación con la altitud.

b) Encontrar la relación carbono/nitrógeno a diferentes altitudes.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1 GENERALIDADES

El café es una planta nativa de las tierras boscosas y húmedas de Etiopía, en donde convive con otra especies arbóreas y normalmente forma parte de los estratos inferiores del bosque (Sylvain, 1975).

La introducción del café en México se realizó en el siglo XVIII y fué en 1795 en la región de Córdoba Veracruz; en dicha zona se plantó el primer arbusto procedente de Cuba; otras semillas se plantaron en Michoacán en el año 1828, las cuales provenían de Moka (Arabia) y la introducción del cafeto en Chiapas se efectuó en 1846 con 1500 arbolitos traídos de Guatemala los cuales fueron plantados en una ladera del Volcán Tacaná.

El cafeto pertenece a la familia de las Rubiaceas y al género Coffea, el cual comprende más de 40 especies. De éstas únicamente cuatro se cultivan comercialmente a nivel mundial: Coffea arabica (café arábigo) Coffea canephora (café robusta), Coffea liberica (café liberiana) y Coffea excelsa (café excelso).

La especie Coffea arabica es la más difundida en las regiones cafetaleras de la República Mexicana y entre sus variedades se destacan las siguientes: typica, caturra, bourbon, mundo novo y robusta (INMECAFE, 1979).

### 2.2 Requerimientos Ecológicos

Los factores como el clima y suelo ejercen una influencia notable sobre el cafeto ya que la sensibilidad del cafeto a éstos es tal que a ellos se les considera como factores limitantes para

su cultivo.

Entre los factores importantes para el cultivo del cafeto se encuentran los siguientes: temperatura, precipitación e iluminación, entre otros.

#### 2.2.1 Temperatura

Es uno de los factores limitantes y vitales para el cultivo del cafeto, dado que no existen especies que resistan por mucho tiempo temperaturas inferiores a los 14° C; aunque por su origen el Coffea arabica es mucho más apto para soportar variaciones de temperaturas siempre y cuando no alcance valores muy bajos o muy altos (Coste, 1969).

El valor de las temperaturas extremas para el café arabica oscila entre 14° C como mínimo promedio, y 29° C como máximo promedio. Las temperaturas bajas ocasionan que el fruto madure mas lentamente (CENICAFE, 1975); asimismo un ascenso de temperatura por arriba de los 30° C y con ambiente de aire seco incrementa la transpiración, presentándose por lo tanto deshidratación de tejidos y marchitamiento del follaje (Coste, 1969).

#### 2.2.2 Precipitación.

Se debe de tomar en cuenta la precipitación anual y su reparto mensual. Los largos períodos de sequía disminuyen la actividad del cafeto y en ocasiones provocan la caída de las hojas, vaneamiento de los granos y fuertes bajas de la producción (CENICAFE, 1975). Asimismo los periodos con abundantes lluvias provocan la presencia de algunas enfermedades tales como el mal rosado y pudrición de las raíces, especialmente

en suelos pesados o arcillosos.

En general, se considera que el cultivo de cafeto prospera en regiones en donde las precipitaciones van de 1500 y 1800 mm anuales, con un régimen que comprende algunos meses menos lluviosos o de relativa sequía, los cuales coinciden con el periodo de reposo vegetativo que precede a la floración (Coste, 1969). Por otra parte por abajo de los 800 mm de precipitación anual incluso bien repartidos, el cultivo es riesgoso y la producción es fluctuante, aunque el riego puede suplir la insuficiencia.

### 2.2.3 Iluminación.

El uso de árboles de sombra en los cafetales para algunas regiones es necesaria más aún si la topografía es accidentada, aunque en otras zonas no son utilizadas, pero en esos lugares se cultiva el cafeto en terrenos casi a nivel donde el riesgo erosivo es bajos (López, 1980).

El clima y el suelo controlan el manejo de la sombra, cuando el suelo está bien drenado y cuando la humedad del aire es más alta, se puede decir que el café necesita menos sombra. Asimismo el sombreado tiene acción moderada sobre la inducción floral y sobre la fructificación, permitiendo cosechas uniformes en estaciones sucesivas, además le permite al cafeto soportar mejor los periodos de sequías prolongadas (Coste, 1969).

Un suelo sombreado está menos expuesto a desecarse superficialmente permitiendo a las raicillas conservar sus actividades de nutrición.

Los árboles de sombra ideales deberán ser de crecimiento rápido y de vida larga, de madera resistente a los vientos;

además que no sean atacados por plagas o enfermedades que puedan transmitir al cafeto. Deberán ser plantas que tengan una ramificación amplia y que su follaje no impida totalmente el paso de los rayos solares, además deben tener raíces profundas para que no compitan con el cafeto (Coste, 1969).

Algunas plantas utilizadas como sombra en México pertenecen a las especies siguientes: Inga edulis (chalahuite), Inga vera (chalahuite), Inga jinicuil (jinicuil); Grevillea robusta (grevillea); Enterolobium cyclocarpum (nacastle), Alnus jorullensis (aile); Cedrela odorata (cedro); Ceiba pentandra (ceiba); Leucaena glauca (guaje); Liquidambar macrophyla (ocozote).

También se utilizan como sombra diversos cultivos que comúnmente se encuentran intercalados con el café, dependiendo de las condiciones de humedad y temperatura, como son: Musa paradisiaca (Plátano); Citrus limonia (limón); Citrus aurantium (naranja); Mangifera indica (mango); Persea americana (aguacate), Psidium guajava (guayaba) y otros

#### 2.2.4 Vientos.

En general, los vientos son nocivos para el cafeto, porque producen rotura de ramas y caída de hojas, aún más cuando ellos son secos y cálidos, ya que producen marchitez de los brotes jóvenes; las zonas más adecuadas climáticamente para el cultivo del cafeto se caracterizan por presentar vientos de poca fuerza.

#### 2.2.5 Factores Edáficos

El cafeto parece no tener exigencias bien definidas en relación a la naturaleza de los suelos, ya que se desarrolla en

suelos arcillo-silícicos de origen granítico de la baja Costa de Marfil y de Camerún, así como en suelos de origen volcánico como los basaltos, cenizas tobas etc., distribuidos por todo el mundo.

Los mejores suelos para el cultivo del café son los de textura franca, de estructura granular, de buena profundidad y permeabilidad moderada. En éstos suelos las raíces pueden penetrar con facilidad y disponer de buena cantidad de aire y de agua; asimismo el café exige buen drenaje tanto interno como externo, razón por la cual no prospera bien en suelos pesados y de topografía plana.

Al café no le conviene suelos alcalinos ni muy ácidos. Un pH bajo, es decir muy ácido, dificulta que las plantas tomen el nitrógeno y el fósforo que hay en el suelo, asimismo hay mucho hidrógeno y aluminio, los cuales no son elementos necesarios, para las plantas. En cambio los mismos suelos son pobres en calcio, magnesio y potasio, los cuales si son necesarios para la planta.

### 2.3 CARACTERISTICA DEL CAFÉ EN MEXICO

Uno de los cultivos más importantes que se encuentran en las zonas húmedas "de temporal" es el cultivo de café, su importancia radica en su localización en regiones muy húmedas y de topografía accidentada, en donde hasta el momento otros cultivos han tenido dificultad para establecerse permanentemente.

Las condiciones en las cuales el café tiene buen desarrollo en México, corresponden a temperaturas que van de 15° a 23° C; con precipitación media anual que oscilan entre los 1500

y los 3000 mm, incluyendo algunos meses de relativa sequía.

Uno de los factores limitantes para el desarrollo del café en México es la altitud, su distribución está entre 400 y 1600 msnm, a lo largo de la Sierra Madre Oriental y la entrada del Eje Neovolcánico. En estas zonas el tipo de vegetación que predomina es el Bosque Mesófilo de Montaña (Rzedowski, 1981), que ha sido sustituido por cafetales.

Los suelos en que se cultiva el café difiere considerablemente en cuanto a estructura física y grado de fertilidad, la mayoría son de origen volcánico, variando en el contenido de arena, limo y arcillas aunque se cultiva también en otros sustratos.

Los cafetales presentan algunas características semejantes a los de un ecosistema forestal, ya que se han podido adaptar en montañas con fuertes pendientes, en donde existe abundante humedad ambiental y las propiedades físicas del suelo permiten una eficiente absorción y retención del agua.

### 2.3.1 Manejo del Cafetal

De acuerdo con las observaciones realizadas en el campo y en comunicación directa con personal del INMECAFE se determinaron que existen 3 sistemas de cultivo de café, en los cuales se utilizan árboles de sombra, estos son:

#### a) Sistema Rústico

Las plantaciones de cafetos en este sistema se caracterizan por encontrarse en condiciones silvestres, ya que los cafetos utilizan como árboles de sombra especies del bosque natural. Las únicas prácticas realizadas son el agobio y una o dos limpiezas de

malas hierbas al año, asimismo se hacen "aclareos" en el piso inferior del bosque para poder sembrar el cafeto. Por estas condiciones y otras, los cafetos crecen raquíticos y con alta incidencia de enfermedades y plagas, por lo que su producción es muy escasa.

El sistema rústico se localiza generalmente en áreas de pendientes abruptas o mal comunicadas, estas áreas son de productividad deficiente y ocupan un porcentaje mínimo de la superficie cafetalera regional.

#### b) Sistema de tipo Monocultivo

Las plantaciones de cafeto bajo este sistema tienen árboles que reúnen mejores características para el sombreado, principalmente se utilizan leguminosas del género Inga, por sus raíces profundas, crecimiento rápido, buen follaje y su aporte de nitrógeno al suelo. A estas plantas se les practican podas y si están viejas o en mal estado se les reemplaza con el fin de regular la sombra adecuada para el cafeto, asimismo a los cafetos se le realizan podas y se controlan las plagas y enfermedades.

Las plantaciones bajo este sistema son reducidas; localizándose en áreas de productividad óptima sobre todo cerca de Coatepec y Teocelo.

#### c) Sistema Tradicional

En este sistema, el sombreado está dado por la combinación de plantas frutales (cítricos, plátano, guayaba) y árboles del género Inga. Es el sistema de mayor distribución en la región y de productividad regular.

Desde el punto de vista productivo éste sistema no es el más eficiente pero permite al campesino asegurar su alimentación y un ingreso adicional.

#### 2.4 SUELOS

Los suelos son producto de la interacción entre clima, organismos y rocas, así como de la topografía y el tiempo, los cuales les dan características morfológicas físicas y químicas que son específicas para cada lugar.

En la región cafetalera de Veracruz presenta relieve accidentado en donde la mayor parte de los suelos son de origen volcánico, desarrollándose principalmente sobre depósitos de cenizas volcánicas, motivo por el cual son de reacción ácida. En algunas áreas reducidas existen suelos derivados de materiales sedimentarios principalmente de sustratos calcáreos.

En la región cafetalera de Coatepec según los estudios edafológicos de López (1980), Báez (1979), Ramos (1979), Peña (1978) son clasificados genéticamente de acuerdo al sistema americano Soil Taxonomy, los suelos caén dentro del orden inceptisol, que corresponden a los suelos jóvenes, caracterizados por presentar materiales amorfos y materia orgánica. Este orden presenta horizontes de diagnóstico como: mólico, úmbrico u ócrico que se refiere al color, porcentaje de carbón orgánico y porcentajes de saturación de bases, también puede presentar horizontes superficiales como B cámbrico, fragipán y duripán.

## DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 3.1 LOCALIZACION

El área en estudio se ubica en la región cafetalera de Coatepec, en la parte central del estado de Veracruz, 8 Km al sur de la ciudad de Jalapa; sus coordenadas extremas son: 19°23' y 19°27' de latitud norte y entre los meridianos 96°51' y 96°58' longitud oeste (figura 1).

### 3.2 FISIOGRAFIA

La parte central del estado de Veracruz presenta dos provincias fisiográficas, que corresponden; a la provincia del sur o del Papaloapan y la del Norte o del Macizo de Teziutlán. Esta última se caracteriza por una fisiografía representada por la Sierra Madre Oriental, cuyas dos eminencias máximas son el Pico de Orizaba (Citlaltépetl) con una altura de 5610 msnm; y el Cofre de Perote (Nahucampatepetl) con una altura de 4282 msnm. Esta porción topográfica es accidentada de fuertes pendientes y elevaciones que paulatinamente van aumentando hasta alcanzar alturas superiores a los 3000 msnm; después de las dos eminencias antes mencionadas, se distingue la zona marginal de la sierra de elevaciones mas moderadas; zona en que se ubica el área en estudio con altitudes que varían de los 700 a los 1250 msnm, su relieve es ondulado, con mesetas escalonadas, que forman la transición de la sierra con la planicie costera.

Al norte del área de estudio, se localiza la Sierra de Chinconquiaco que nace en el Cofre de Perote y casi termina en

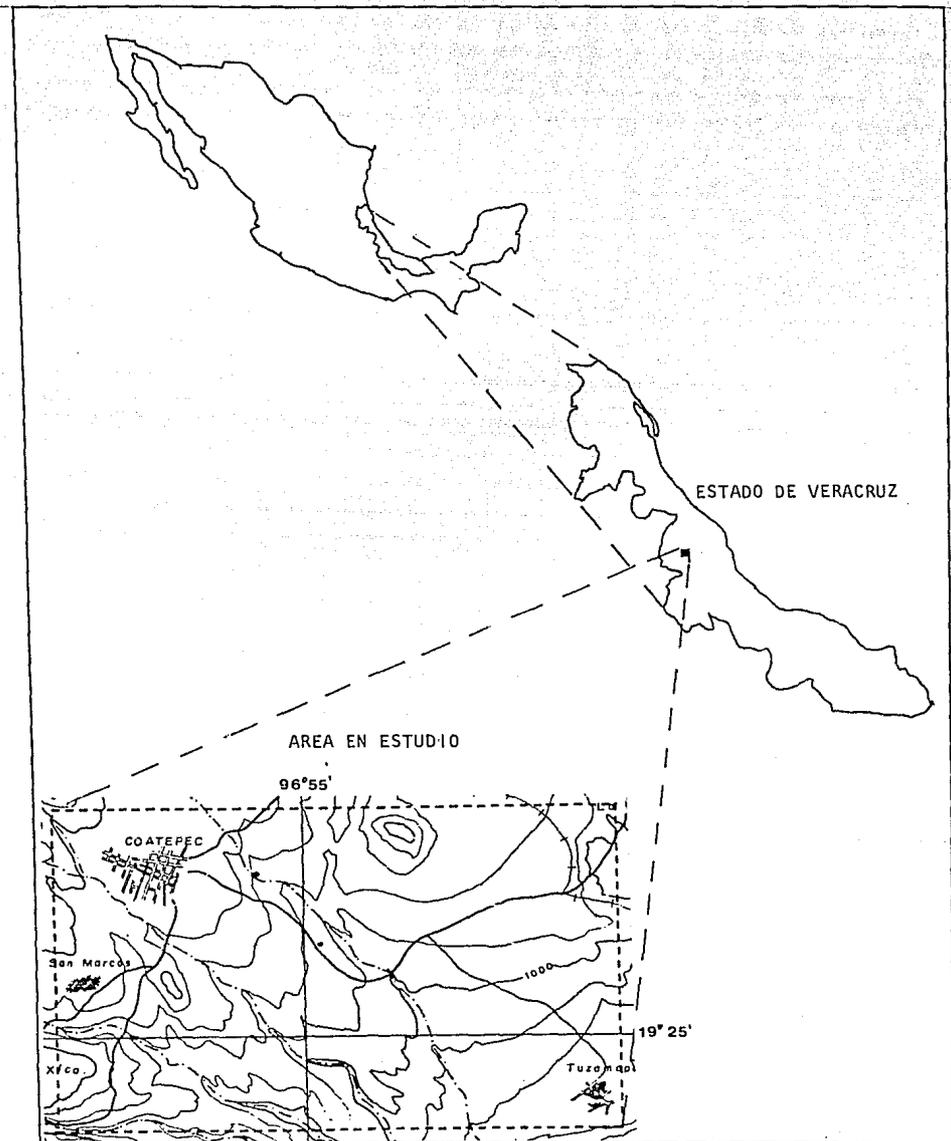


FIGURA 1 . LOCALIZACION DEL AREA EN ESTUDIO

el Golfo de México; con dicha sierra la zona central del estado de Veracruz queda protegida de los fenómenos meteorológicos, tales como los vientos, ciclones tropicales y "nortes" los cuales no penetran directamente y los que llegan a pasar, determinan la humedad ambiental característica de la región ya que la Sierra Madre Oriental, funciona como barrera orográfica y permite que la humedad sea repartida uniformemente y que exista poca variación ambiental; tales condiciones son propicias para el café.

Entre las elevaciones más importantes está un cerro situado al noroeste de Ursulo Galván con elevación de 1200 msnm, el de Macultepeatl, al este del poblado de San Marcos y el de Zipizahua, al pie del poblado del mismo nombre.

### 3.3 GEOLOGIA

El área en estudio pertenece a la cuenca cenozoica de Veracruz; está limitada al oeste por los plegamientos de las rocas cretácicas de la Sierra Madre Oriental, al este con las costas del Golfo de México, al norte con la región montañosa del Chinconquiaco y al sur con la cuenca Salina del Istmo.

Las rocas más antiguas que se encuentran aflorando corresponden a las rocas calizas del mesozóico (Cretácico). Los estratos calizos pueden observarse en algunas depresiones al SW de Cosautlán y sur de la población Ixhuacán del borde oriente de la Sierra Madre Oriental; dichas rocas están abajo de los derrames andesíticos y basálticos de formaciones más recientes.

También existen afloramientos de calizas cretácicas, las cuales se observan en diques o en bancos de las barrancas de Jalcomulco, Jilotepec, Tlacolula; Sierra de Chavarrilla y al

norte del área en estudio entre el tramo intermedio de la antigua carretera que comunica a las poblaciones de Jalapa y Coatepec.

Las rocas igneas del Terciario Superior (Mioceno), en Veracruz; son constituidas por lavas basálticas, riolíticas y andesíticas. Estos materiales igneos se observan en diversos lugares del estado, entre los que se pueden mencionar las depresiones de Almolonga y en la cañada profunda de la cascada de Naolinco; otros depósitos andesíticos de piroxeno y augita se encuentran en las inmediaciones del volcán Nauhacampatépetl (Cofre de Perote).

La mayor parte de la región en estudio, está cubierta con los depósitos de rocas volcánicas clásticas del Plioceno-Cuaternario; entre los materiales predominantes se encuentran lavas, brechas, tobas y andesitas; que se localizan en el cerro de San Marcos y Zipizahua en Coatepec. Otros materiales piroclásticos localizados también en la zona son: arenas, escorias y bombas andesitas con altos contenidos de materiales pumáceos.

### 3.4 CLIMA

La variación de los componentes del clima de una región se debe a su latitud, altura sobre el nivel del mar, orientación de la ladera orográfica, situación continental. Estos factores se manifiestan muy variados en el estado de Veracruz, lo que explica en parte, los tipos de la distribución de la vegetación y de sus componentes florísticos.

Los climas de Veracruz, han sido estudiados por Soto (1969) y García (1988). El sistema de clasificación climática de la

última autora es muy importante desde el punto de vista biológico ya que toma en consideración factores a los cuales responden la vegetación, tales como la cantidad de lluvia en la época de sequía y la variación de la temperatura entre el mes más caliente y frío.

Los datos climáticos descritos a continuación, se obtuvieron de la estación meteorológica de Coatepec, Veracruz, que está ubicada en la región cafetalera en estudio a una altitud de 1252 msnm y se localiza a los 19°27" de latitud norte a los 19°57" longitud oeste (cuadro 1).

La condición climática general es semicálido-húmedo y subhúmedo, con régimen de lluvias de verano y con influencia de Monzón (A) Cf(m) w" b (i') en el cual la temperatura media anual es de 19° C; los meses más calientes son mayo y junio, ambos con temperatura promedio de 21.7 y 21.4 ° C respectivamente y la temperatura promedio mensual mas baja registrada en la marcha anual de la misma, es de 15.5 ° C que se presenta en el mes de enero (figura 2).

ESTACION COATEPEC  
ALTITUD 1252 m.s.n.m.

PRECIPITACION ANUAL TOTAL 1795 - 8 m.m.

TEMPERATURA MEDIA ANUAL 19.0 °C

TEMPERATURA (°C)

PRECIPITACION (mm)

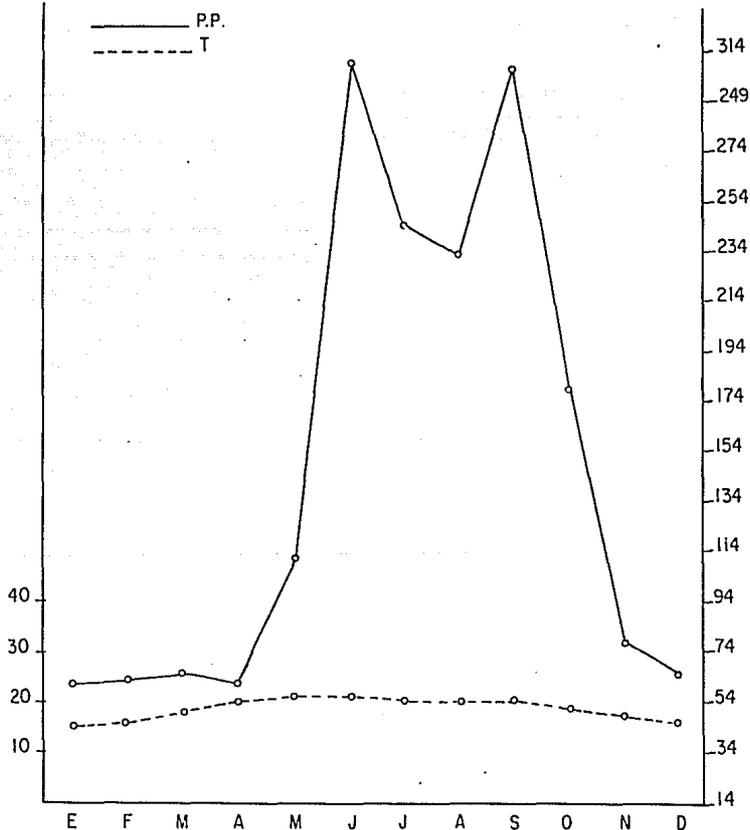


FIGURA 2.

Las temperaturas máximas extremas varían de 29° C en el mes de enero a 34.1° C en abril; teniendo un promedio anual de 31° C y las mínimas extremas van de 4.3° C, que se presentan en los meses de enero y febrero, a 11.6° C en junio, con promedio anual de 8.5° C.

La precipitación es de 1795.8 mm anuales, los meses de mayor humedad son de mayo a octubre, registrándose en el primero 112.5 mm y en el segundo 179.2 mm .

Esta estación, al compararla con la de Jalapa, y con la de Teocelo tiene una relación muy estrecha debido a las exposiciones de sus pendientes, condiciones topográficas y a la dirección de los vientos húmedos, estos parámetros y otros hacen que presenten la misma marcha de la precipitación. Dado que el declive de la vertiente del Golfo de México se encuentra directamente expuesta a los vientos húmedos del mar en esta área topográfica, siempre existe cierto grado de humedad por la precipitaciones producidas por la convección orográfica y ciclónica, lo cual se manifiesta en la cantidad de precipitación anual, influyendo al mismo tiempo en la humedad ambiental.

CUADRO 1. DATOS CLIMATOLÓGICOS DE LA ESTACION COATEPEC, VERACRUZ.

LATITUD N 19° 27' LONGITUD W 96° 57' ALTITUD 1252 msnm

TEMPERATURA MEDIA (°C)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	PROMEDIO
15.5	16.1	18.5	20.5	21.7	21.4	20.5	20.6	20.6	19.4	17.5	16.1	19.0

PRECIPITACION (mm)

E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL (anual)
62.5	63.9	66.0	62.6	112.5	310.8	245.8	234.0	309.7	179.2	82.8	66.0	1795.8

Fuente: García, 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.

La cantidad de lluvia durante la época más seca, se ve influenciada en éste periodo por masas polares que provienen de Estados Unidos de Norteamérica y sur de Canadá. Esos vientos al pasar sobre el Golfo de México recogen abundante humedad, que después es liberada en forma de lluvia sobre las vertientes del Golfo de México, de la Sierra Madre Oriental, lo que hace que en la época invernal aumente la precipitación.

Las condiciones climatológicas de la región en estudio se puede decir que varían en función del relieve y la altitud. Pero considerando que en dicha zona hay una variación de 600 m de altitud y que los datos aportados por las estaciones no nos permiten conocer el clima de un modo más preciso, esto nos llevó a realizar un análisis más detallado, con la finalidad de obtener unidades mesoclimáticas. Para ello se establecieron diferentes pisos térmicos en función de la variación de la temperatura con la altura, de la circulación y dirección de los vientos, así como de su relación con el relieve.

Para la obtención de los diferentes grados de humedad se consideró la circulación de los vientos así como la modificación de la humedad con respecto a la altitud y el relieve.

3.4.1 Unidad mesoclimática semicálida muy húmeda (A), se localiza entre los 1000 y los 1200 msnm, con temperatura media anual menor de 20.3 °C y las precipitación mayor de 1600 mm (figura 3).

El alto porcentaje de precipitación se debe a que el área está ubicada en la parte media de la sierra con vertientes hacia el Golfo de México, donde llegan los vientos húmedos que provienen del mar y por el relieve estos depositan en forma de lluvia su mayor humedad. Esta humedad es retenida por las plantas y el suelo dado que existe una buena cobertura vegetal; estas características asociadas a la menor temperatura como parámetros exclusivos del medio natural condicionan una alta humedad ambiental (figura 3).

3.4.2 Unidad mesoclimática semicálida húmeda (B), se localiza entre los 800 y 1000 msnm, su temperatura media anual está entre los 20.5 y 22.4° C y la precipitación entre 1280 a 1600 mm, las lluvias son de tipo orográfico y ligeramente menor que en la unidad anterior pero mayor a la siguiente por su situación geográfica intermedia de la zona en estudio (figura 3).

3.4.3 Unidad mesoclimática semicálida subhúmeda (C) se caracteriza por la menor precipitación dentro de la zona en estudio, que va de los 1000 a los 1280 mm teniendo elevaciones comprendidas entre los 600 y los 800 msnm, que determinan temperaturas que varían entre 22.4 y 23.0° C (figura 3). La menor

cantidad de lluvia se debe a que los vientos que provienen del mar no han sufrido un levantamiento apreciable sobre el relieve, motivo por el cual son de poca humedad con respecto a la capacidad máxima de saturación; los valores de mayor temperatura y menor precipitación determinados por las menores elevaciones, que propician una menor humedad relativa con respecto a las otras unidades mesoclimáticas.

### 3.5 HIDROLOGIA

El área en estudio según la clasificación de la S.A.R.H. se encuentra en la cuenca hidrológica del río Jamapa, subcuenca río Cozolapa ambas pertenecientes a la región hidrológica No.28 (del Papaloapan) de la Vertiente del Golfo de México. La subcuenca cubre un área de 1615 Km<sup>2</sup> y se sitúa entre los 19°15' y 19°30' de latitud norte y entre los paralelos 96°30' y los 97°15' de longitud oeste. (figura 4)

El área así delimitada tiene forma ovalada, alargada, orientada de oeste a este y está en los declives de la Sierra Madre Oriental. Esta constituye una barrera orográfica motivo por el cual se ve influenciada por los vientos húmedos del éste, así como por los "nortes" que se presentan en la estación invernal.

De acuerdo a las altas precipitaciones que va de 1200 a 3000 mm en la parte alta de la sierra, el coeficiente de escurrimiento varía entre 20 y 30 %, que corresponden a lugares de fuerte pendiente, que influye para que la infiltración no sea abundante.

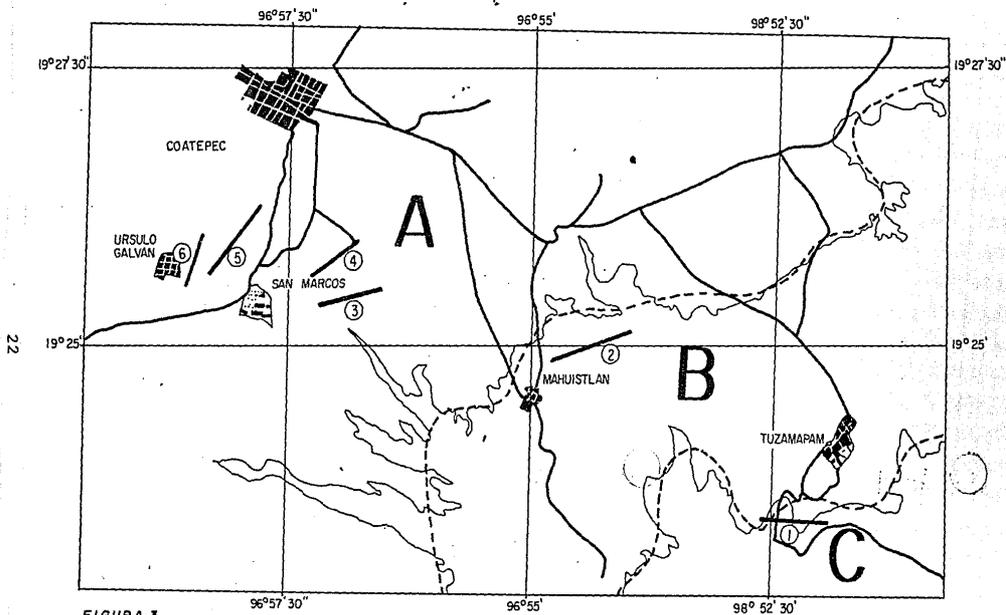


FIGURA 3.

UNIDADES	MESOCLIMATICAS	ALT. m.	PREC. mm	TEMP °C
ZONA A	SEMICALIDO MUY HUMEDO	>1000	> 1600	< 20.3
ZONA B	SEMICALIDO HUMEDO	800-1000	1280-1600	20.3- 22.4
ZONA C	SEMICALIDO SUBHUMEDO	< 800	< 1280	> 22.4

0 1 2 Km  
ESCALA GRAFICA

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ TRANSECTOS

Como consecuencia de los parámetros mencionados anteriormente, la red hidrográfica está formada por un gran número de escurrimientos intermitentes y perennes de disposición radial y de trayecto paralelo de oeste a este.

El río La Antigua se origina por el margen izquierdo en las faldas del Cofre de Perote, con una serie de escurrimientos que fluyen sobre los terrenos montañosos de fuertes pendientes y que forman arroyos principales como el de Barranca Grande y el de Cozolapa, que originan el río Magueyitos.

Los afluentes en la margen derecha tiene sus cabeceras en las serranías y declives del Pico de Orizaba; los cuales se unen con el río Magueyitos y forman el colector principal. Este en su curso recibe varios nombres, que son de aguas arriba hacia aguas abajo: Resumidero, Pescados y Jalcomulco, posteriormente se une al río Santa María y toma el nombre de la Antigua, que finalmente vierte sus aguas al Golfo de México en la boca La Antigua. El reporte de la estación Hidrométrica de Jalcomulco de la C.F.E. indica un volumen medio anual de 1647.272 millones de m<sup>3</sup>, un gasto medio anual de 52.2 m<sup>3</sup>/seg y un gasto máximo de 3378 m<sup>3</sup>/seg. El área aproximada de la cuenca hasta éste punto es de 1500 km<sup>2</sup>.

Los manantiales abundan en el área, algunos son hidrotermales por tener contacto con una cámara magmática subyacente, adquiriendo altas temperaturas y gran cantidad de sales minerales, los manantiales se encuentran principalmente en las Sierras localizadas al Oeste y sur de Jalapa.

SUBCUENCA HIDROLÓGICA RÍO DE COZOLAPA

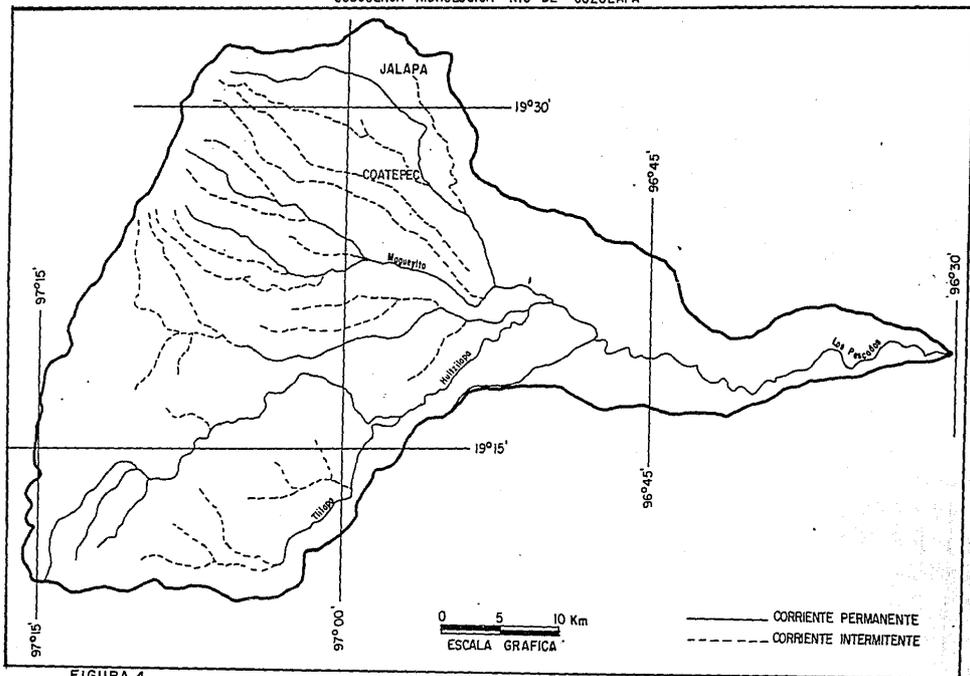


FIGURA 4.

El uso que se hace de los escurrimientos superficiales y los mantos acuíferos es variado, aunque están subutilizados en la parte costera de la cuenca se utiliza para riego principalmente para los cultivos de caña de azúcar, forrajes, mangos, papaya, arroz, hortalizas y cítricos. Además abastece de agua potable a gran número de núcleos de población incluyendo el Puerto de Veracruz.

#### 4. METODOLOGIA

El procedimiento seguido, se dividió en dos etapas:

##### 4.1 ACTIVIDADES DE GABINETE

En ésta etapa se elaboró una carta base de la región en estudio, a partir de la carta topográfica de escala 1:50 000 de la hoja E14-B37, SPP.

En el mapa base se delimitaron cuatro zonas caracterizadas por sus altitudes y similitud por su relieve ondulado; ellas son: zona Ursulo Galván; zona Zipizahua; zona Mahuiztlán y zona Tuzamápan, en donde se trazaron 6 transectos.

##### 4.1.1 FOTOINTERPRETACION

Se adquirieron 4 fotografías aéreas escala 1:50 000 aproximadamente y con ayuda del estereoscopio de espejos se procedió a localizar y trazar los transectos de muestreo, los cuales están en dirección NE y en relieve ondulado. Terminada está fase se procedió a transferir la información de las fotos aéreas al mapa base mediante el STEREOSKETCH.

##### 4.2 ACTIVIDADES DE CAMPO

La actividad de campo consistió en realizar los muestreos necesarios por los transectos delimitados previamente en la fase anterior que para tal fin se auxilió de la fotointerpretación, apoyándose con la brújula para las orientaciones y el altímetro para determinar las altitudes correspondientes.

Debido al alto porcentaje (90 %) de raíces pequeñas que se les encuentra a los cafetos en los primeros 30 cm. de profundidad y que son las que toman el agua y los nutrientes (CENICAFE, 1979); en esta fase se hicieron posos asta los 30 cm, tomando

muestras en cada diez (centímetros) y en total se obtuvieron 117 muestras distribuidas en los siguientes transectos:

Zona Ursulo Galván con 2 transectos en dirección NE

Zona Zipizahua con 2 transectos en dirección NE

Zona Mahuiztlán con 1 transecto en dirección NE

Zona Tuzamapan con 1 transecto en dirección E

#### 4.3 ANALISIS DE SUELOS.

Las muestras de suelo fueron secadas a temperatura ambiente y se pasaron por un tamiz con abertura de 2 mm; después de ello se procedió a efectuar los análisis físicos y químicos correspondientes (Ortiz, 1986).

##### 4.3.1 ANALISIS FISICOS

- Densidad aparente por el método de la probeta
- Densidad real por el método del Picnómetro
- Textura por el método de Bouyucos

##### 4.3.2 ANALISIS QUIMICOS

- Capacidad de intercambio catiónico total por el método de centrifugación saturando con cloruro de calcio 1N a pH 7.0 se titula con versenato de sodio.

El pH se determinó con el potenciómetro Beckman Zeremátic, con suspensiones de suelo en relación 1:2.5 con KCl, 1 N, pH 7 y con agua destilada.

Materia orgánica por el método de Walkley y Black.

Nitrógeno total por el método Kjeldahl

## 5. RESULTADOS

Los resultados son presentados por transectos y se exponen en un perfil topográfico, en donde se aprecia la dirección de cada uno de los transectos, su altitud y su posición relativa en el relieve (figura 6). Los rangos y valores para los diferentes parámetros físico químicos se presentan en un apéndice al final. A continuación se describe cada uno de los transectos.

### 5.1 TRANSECTO 1, Tuzamapan.

Este transecto tiene una dirección Este franco con exposiciones Oeste (pozos 1, 2) y Este (pozos 3, 4) está situado entre 760 y 785 msnm, sus pendientes van de inclinadas (15°) a abruptas 35°. El relieve, la altitud y los vientos húmedos del Golfo de México determinan un mesoclima semicálido-subhúmedo (figura 3 y cuadro 2).

La densidad aparente es baja y casi uniforme ya que sus valores fluctúan entre 1.00 a 1.20 gr/cc; la densidad real es también baja, dado que sus valores varían de 2.25 a 2.45 gr/cc, y los valores de la porosidad van de 48.1 a 57.5 %.

Los suelos son de texturas finas y fluctúan entre migajón-arcilloso y arcilla. La capacidad de intercambio catiónico total existente en la capa superficial 0-10 cm es alta, con rangos de 21.50 a 25.00 meq/100 g y con valores medios de 16.92 a 17.80 meq/100 g en las capas inferiores de 20-30 cm.

PERFIL TOPOGRAFICO URSULO GALVAN - TUZAMAPAN

1 2 3 4 5 6      TRANSECTO

29

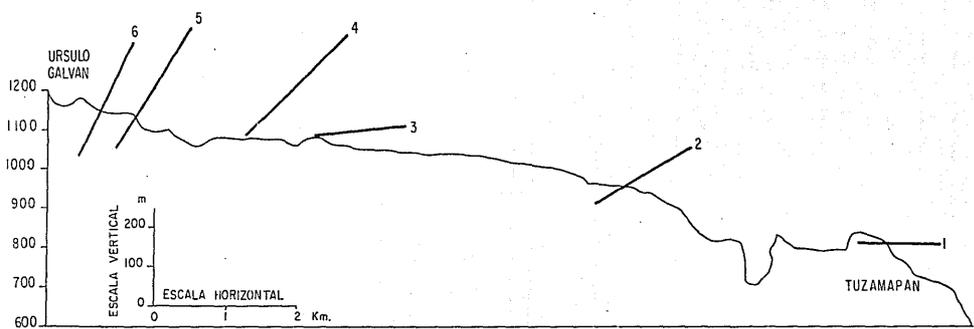


FIGURA 5 .

CUADRO 2. CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DE LOS SITIOS

DE MUESTREO UBICADOS POR TRANSECTOS

TRANSECTO	No. de MUESTREO	ALTITUD msnm	EXPOSICION	PENDIENTE (°)
	1	785	Oeste	35
TUZAMAPAN	2	760	Oeste	25
TRANSECTO 1	3	760	Este	25
	4	785	Este	25
	5	985	Noreste	11
	6	960	Noreste	11
MAHUJSTLAN	7	960	Suroeste	7
	8	960	Noreste	11
TRANSECTO 2	9	960	Suroeste	16
	10	960	Noreste	19
	11	960	Suroeste	19
	12	985	Suroeste	19
	13	1035	Suroeste	29
	14	1060	Suroeste	20
ZIPIZAHUA I	15	1060	Noreste	20
	16	1060	Suroeste	11
TRANSECTO 3	17	1060	Noreste	11
	18	1060	Suroeste	11
	19	1060	Noreste	13
	20	1095	Suroeste	8
	21	1120	Suroeste	6
ZIPIZAHUA II	22	1145	Suroeste	16
	23	1170	Suroeste	29
TRANSECTO 4	24	1170	Noreste	29
	25	1145	Noreste	29
	26	1120	Noreste	20
	27	1095	Noreste	20
	28	1135	Noreste	25
URSULO	29	1110	Noreste	35
GALVAN I	30	1110	Suroeste	16
	31	1135	Suroeste	35
TRANSECTO 5	32	1160	Noreste	25
	33	1160	Suroeste	19
	34	1135	Suroeste	35
URSULO	35	1160	Suroeste	16
GALVAN II	36	1160	Noreste	11
	37	1160	Suroeste	7
TRANSECTO 6	38	1160	Noreste	16
	39	1135	Noreste	25

El pH en solución de agua destilada 1:2.5 es de ligeramente ácida a neutra, cuyos valores están comprendidos entre 6.0 y 6.9; los contenidos de materia orgánica varían de 5.01 a 1.69 %

y la relación carbono/nitrógeno con valores de 8.16 y 10.32 y tienen bajos contenidos de carbono orgánico (cuadro 3).

CUADRO 3. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL TRANSECTO No. 1 TUZANAPAN  
DIRECCION E 90°. PRECIPITACION 1000 a 1280 mm.  
ALTITUD 760 a 785 msnm. TEMPERATURA 22.5 a 23.0 °C.

Número de Pozo	Prof. cm.	TAMANO DE PARTICULAS				DENSIDAD		pH 1:2.5 MATERIA				NITROGENO RELACION			
		arena %	limo %	arcilla %	clase textura	Poros %	aparente g/cc	real g/cc	H2O	KCl	ORGANICA %	CARBONO %	TOTAL %	C/N	C.I.C.T. meq/100g
1	0-10	32	32	36	cl	50.90	1.15	2.34	6.5	5.3	5.01	2.91	0.35	8.31	25.38
	10-20	36	26	38	cl	49.40	1.14	2.25	6.7	5.4	3.24	1.88	0.21	8.95	24.53
	20-30	28	28	44	c	48.10	1.20	2.31	6.7	6.2	1.69	0.98	0.12	8.16	23.35
2	0-10	40	38	22	l	54.40	1.09	2.39	6.2	5.7	4.45	2.58	0.31	8.32	22.57
	10-20	40	26	34	cl	54.40	1.08	2.42	6.4	5.8	2.90	1.68	0.18	9.33	17.60
	20-30	39	26	36	cl	55.80	1.04	2.35	6.6	5.9	1.85	1.07	0.11	9.72	16.92
3	0-10	36	30	34	cl	51.80	1.13	2.34	6.0	5.6	3.76	2.18	0.25	10.32	21.50
	10-20	36	28	36	cl	52.50	1.14	2.40	6.0	5.7	2.76	1.60	0.17	9.88	19.70
	20-30	46	24	30	scl	52.60	1.10	2.32	6.1	5.8	2.07	1.20	0.12	10.00	18.92
4	0-10	34	30	36	cl	51.20	1.10	2.25	6.7	5.7	4.98	2.89	0.35	8.25	25.38
	10-20	36	26	38	cl	57.50	1.00	2.35	6.8	5.8	4.01	2.32	0.28	8.28	21.53
	20-30	28	28	44	c	54.70	1.11	2.45	6.9	5.9	3.07	1.78	0.20	8.90	19.80

l = migajón

cl = migajón arcilloso

scl = migajón arcillo arenoso

c = arcilla

## 5.2 TRANSECTO 2, Mahuiztlan.

Como se puede apreciar en la cuadro 2, el transecto tiene una dirección N 70 E, con relieve ondulado en donde el transecto se ubica en laderas SW (pozos 7, 9, 11, 12) y NE (pozos 5, 6, 8, 9); sus pendientes oscilan de inclinadas (7°) a moderadamente abruptas (19°); las altitudes van de 760 a 985 msnm, éstas establecen un gradiente de humedad y temperatura que determinan un mesoclima semicálido-húmedo (figura 3).

La densidad aparente es baja y de poca variación pues sus valores están comprendidos entre 0.95 y 1.12 gr/cc; la densidad real es baja con valores de 2.07 a 2.40 gr/cc.

Las texturas dominantes son ligeras, que comprenden a los migajones; asimismo se hacen presentes las texturas finas de migajón arcilloso; con respecto a la porosidad ésta varía de 47.40 a 59.17 %.

El pH en solución de agua destilada relación 1:2.5 va de ácido (5.0-5.5) a ligeramente ácido (5.5-6.0) en la mayoría de los suelos; y solamente se reportan valores muy ácidos (4.0-5.0) en las muestras de los pozos 4 y 10.

La capacidad de intercambio catiónico total es de 16.75 a 25.00 meq/100g, correspondiéndole un valor medio a alto respectivamente.

Los contenidos de materia orgánica van de valores medios (2.2 %) a extremadamente ricos (8.36 %), con excepción de los pozos 7, 10 y 11 cuyos contenidos son pobres (1.35 %), en la profundidad de 20-30 cm; asimismo los valores dominantes de la relación carbono/nitrógeno fluctúan alrededor de 8. Este valor indica que tales suelos tienen bajos contenidos de carbono orgánico (cuadro 4).

CUADRO 4. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL TRANSECTO No. 2 MAHUJISTLAN  
DIRECCION N 70° E. PRECIPITACION 1280 a 1600 mm.  
ALTITUD 960 a 985 msna. TEMPERATURA 20.5 a 22.5 °C.

Numero de Pozo	Prof. cm.	TAMANO DE PARTICULAS				Poros %	DENSIDAD		pH 1:2.5 MATERIA				NITROGENO RELACION		C.I.C.T. meq/100g
		arena %	limo %	arcilla %	Clase Textura		APARENTE g/cc	REAL g/cc	H2O	KCl	ORGANICA %	CARBONO %	TOTAL %	C/N	
5	0-10	34	38	28	cl	52.10	1.06	2.21	5.2	4.1	4.9	2.84	0.32	8.87	24.00
	10-20	40	26	34	cl	50.70	1.08	2.19	5.5	4.4	3.9	2.26	0.23	9.92	22.60
	20-30	28	36	36	cl	48.10	1.09	2.10	5.7	4.5	2.9	1.08	0.21	8.00	21.00
6	0-10	46	26	28	sc1	56.50	0.95	2.18	5.4	4.0	8.36	4.84	0.45	10.75	27.00
	10-20	42	28	30	cl	54.60	0.96	2.11	5.5	4.4	4.45	2.58	0.28	9.21	25.00
	20-30	48	26	26	sc1	50.30	1.03	2.07	5.7	4.5	1.90	1.10	0.12	9.16	19.80
7	0-10	48	22	30	sc1	56.25	1.10	2.20	4.7	3.7	3.60	2.08	0.27	7.73	22.30
	10-20	40	24	36	cl	54.16	1.06	2.30	4.8	4.0	2.20	1.28	0.17	7.52	20.40
	20-30	40	26	34	cl	59.17	1.00	2.24	4.9	4.1	1.08	0.63	0.09	8.66	16.75
8	0-10	46	26	28	sc1	52.30	1.05	2.20	5.2	4.0	5.10	2.95	0.30	9.83	22.10
	10-20	46	28	26	sc1	53.40	1.03	2.21	5.5	4.1	3.90	2.26	0.24	9.41	20.00
	20-30	52	24	24	sc1	54.19	1.03	2.27	5.7	4.2	1.90	1.10	0.11	10.00	18.75
9	0-10	42	24	34	cl	51.15	1.07	2.19	5.0	4.0	3.88	2.25	0.30	7.50	21.60
	10-20	40	28	32	cl	47.40	1.11	2.11	5.1	4.1	2.88	1.67	0.23	7.26	20.70
	20-30	48	26	26	sc1	47.50	1.12	2.13	5.7	5.0	1.65	0.95	0.12	7.91	19.30
10	0-10	50	22	28	sc1	56.25	0.98	2.24	4.0	3.4	3.38	1.96	0.25	7.84	23.60
	10-20	48	34	18	1	54.06	1.02	2.22	4.9	3.7	1.69	0.98	0.13	7.53	21.40
	20-30	50	30	20	1	59.19	0.98	2.40	5.3	3.9	1.35	0.78	0.08	7.09	17.35
11	0-10	50	28	22	1	55.60	1.01	2.27	5.2	3.9	3.52	2.04	0.27	7.55	21.20
	10-20	42	38	20	1	53.30	1.02	2.18	5.5	4.1	1.60	0.93	0.12	7.55	20.00
	20-30	50	32	18	1	52.40	1.01	2.12	5.6	4.2	1.07	0.62	0.08	7.75	19.41
12	0-10	52	30	18	1	52.41	0.99	2.06	5.8	4.7	3.89	2.25	0.27	8.37	23.04
	10-20	52	20	28	sc1	53.67	1.01	2.18	5.9	4.8	3.81	2.20	0.21	10.47	20.73
	20-30	44	26	30	cl	52.97	1.03	2.19	6.0	5.1	2.03	1.17	0.14	8.35	18.04

1 = migajón

cl = migajón arcilloso

sc1 = migajón arcillo arenoso

### 5.3 TRANSECTO 3, Zipizahua I.

Este transecto se localiza en una zona de lomerios adyacentes al cerro Zipizahua; tiene dirección N 76 E,

exposiciones SW (pozos 13, 14, 16 y 18) y NE (pozos 15, 17 y 19) con pendientes inclinadas ( $11^{\circ}$ ) a moderadamente abruptas ( $29^{\circ}$ ), de altitudes de 1035 a 1060 msnm, y con mesoclima semicálido-muy húmedo (figura 3 y cuadro 2).

Dominando texturas ligeras y finas; correspondiendo a las primeras de migajón y migajón arcilloso-arenoso y las segundas migajón arcilloso; la densidad aparente es baja, de poca variación con valores de 0.97 a 1.11 gr/cc. La densidad real es baja, puesto que varía de 2.08 a 2.65 gr/cc y los valores de la porosidad fluctúan entre 46.7 a 59.30 % .

El pH en solución de agua destilada relación 1:2.5 va de ligeramente ácido (5.7) a muy ácido (4.8) y la capacidad de intercambio catiónico total presenta valores altos de 27.20 meq/100g, con excepción de un valor medio de 19.60 meq/100g de la muestra 20-30 cm del pozo 16.

Los contenidos de materia orgánica varían de ricos (3.19 %) y extremadamente ricos (8.24 %) y únicamente se reportan porcentajes moderados de 1.38, 1.52 y 1.85 en las capas de 20-30 cm de los pozos 14, 18 y 19 respectivamente. Asimismo la relación carbono/nitrógeno va de 7.23 a 10.35 %; dichos valores nos expresan que los suelos disponen de suficientes contenidos Nitrógeno total (cuadro 5).

CUADRO 5. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL TRANSECTO No. 3 ZIPIZAHUA I  
 DIRECCION N 76° E. PRECIPITACION 1600 a 1900 mm.  
 ALTITUD 1035 a 1060 asnm. TEMPERATURA 19.0 a 20.5 °C.

Numero de Pozo	Prof. cm.	TAMAO DE PARTICULAS				DENSIDAD		pH 1:2.5				MATERIA		NITROGENO RELACION		
		arena	liao	arcilla	Clase	Poros	APARENTE	REAL	H2O	KCl	ORGANICA	CARBONO	TOTAL	C/N	C.I.C.T.	
		z	z	z	Textura	z	g/cc	g/cc	z	z	z	z	z	z	meq/100g	
13	0-10	48	38	14	1	55.80	0.97	2.19	5.1	3.9	8.24	4.78	0.48	9.96	25.80	
	10-20	40	38	22	1	53.50	1.00	2.15	5.2	4.1	5.54	3.21	0.31	10.35	24.10	
	20-30	42	34	24	1	53.30	1.01	2.16	5.7	4.5	3.86	3.23	0.23	9.70	23.70	
14	0-10	46	24	30	sc1	54.10	1.02	2.22	4.8	3.5	4.89	2.83	0.30	9.10	24.00	
	10-20	40	30	30	cl	52.30	1.04	2.18	4.8	3.6	4.20	2.43	0.26	9.34	22.80	
	20-30	56	24	20	sc1	51.70	1.02	2.11	5.0	3.9	1.38	0.80	0.12	6.66	21.20	
15	0-10	44	18	38	cl	56.40	1.03	2.36	5.0	3.8	4.72	2.73	0.33	8.27	23.60	
	10-20	56	16	28	sc1	52.50	1.07	2.25	5.1	4.0	3.25	1.88	0.26	7.23	22.50	
	20-30	42	24	34	cl	51.50	1.04	2.14	5.2	4.2	3.19	1.85	0.22	8.40	22.00	
16	0-10	36	24	40	cl	52.60	1.03	2.17	4.9	3.9	5.20	3.02	0.31	9.74	22.80	
	10-20	28	26	46	1	51.00	1.04	2.12	5.3	4.1	3.52	2.04	0.25	8.16	21.00	
	20-30	42	22	36	cl	46.70	1.11	2.08	5.4	4.2	2.35	1.36	0.17	8.00	19.60	
17	0-10	42	26	32	cl	59.30	1.03	2.65	4.9	3.8	6.87	3.98	0.42	9.47	27.00	
	10-20	42	30	28	cl	58.40	1.04	2.50	5.3	4.1	5.20	3.01	0.34	8.88	25.00	
	20-30	40	34	26	1	58.00	1.08	2.45	5.4	4.2	3.80	2.23	0.25	8.92	24.00	
18	0-10	42	26	32	cl	56.70	1.01	2.33	5.3	4.1	6.59	3.82	0.28	13.64	29.00	
	10-20	48	22	30	sc1	55.20	1.00	2.33	5.4	4.4	3.19	1.85	0.18	10.27	27.20	
	20-30	38	28	34	cl	51.90	1.04	2.16	5.5	4.5	1.52	0.88	0.11	8.00	24.20	
19	0-10	42	18	40	cl	54.30	1.01	2.21	5.1	4.1	3.60	2.08	0.26	8.00	24.20	
	10-20	44	18	38	cl	53.70	1.01	2.18	5.2	4.2	3.19	1.85	0.23	8.04	22.20	
	20-30	46	14	40	sc	52.40	1.03	2.16	5.4	4.9	1.52	0.88	0.10	8.80	25.20	

1 = migajón

cl = migajón arcilloso

sc1 = migajón arcilloso arenoso

sc = arcilla arenoso

#### 5.4 TRANSECTO 4, Zipizahua II.

Como puede observarse en el cuadro 2, este transecto es el más característico porque está ubicado en las laderas NE (pozos 24, 25, 26 y 27) y SW (pozos 20, 21, 22 y 23) del cerro Zipizahua; tienen una dirección N 55 E; con pendientes

inclinadas (6°) a moderadamente abruptas (29°); y sus altitudes oscilan de 1095 a 1170 msnm; Estas altitudes influyen en el gradiente de humedad y temperatura, las que a su vez determinan un mesoclima semicálido-muy húmedo (figura 3).

La densidad aparente es baja, de poca variación y de valores de 0.95 a 1.14 gr/cc, la densidad real varía de 2.00 a 2.53 gr/cc; las texturas predominantes van de migajón arcilloso a migajón y migajóna arcilloso arenoso; mientras que la porosidad varía de 48.50 a 63.30 % .

El pH en solución de agua destilada 1:2.5, en general va de muy ácido (4.3 a 5.0) a ligeramente ácido (5.5 a 6.5).

La capacidad de intercambio catiónico total tiene valores medios (17.60 meq/100g) a altos (33.60 meq/100g); referente a los contenidos de materia orgánica, éstos varían de moderadamente ricos (2.32 %) a extremadamente ricos (9.72 %).

Los valores de la relación carbono/nitrógeno va de medios (12.24) a bajos (8.20), con predominio de los primeros.



pendientes que oscilan de moderadamente abrupta (16°) a abrupta (35°); con exposiciones NE-SW; y con altitudes que oscilan entre 1110 a 1160 msnm, éstas condicionan una elevada humedad ambiental, lo que determina una unidad mesoclimática semicálida-muy húmeda (figura 3 y cuadro 2).

La densidad aparente en general va de 0.96 a 1.08 gr/cc y la densidad real varía de 2.09 a 2.37 gr/cc, como podemos apreciar en los datos mencionados anteriormente ambas densidades son bajas, consecuentemente los valores de porosidad van de 49.60% a 57.60 %.

Las texturas predominantes van de finas (migajón arcilloso) a ligeras (migajón arcilloso-arenosos); el pH en agua destilada relación 1:2.5 varía de moderadamente ácido (5.5-6.5) a muy ácido (4.0 a 5.0), en lo referente a la capacidad de intercambio catiónico se reportan valores medio de 18.35 meq/100g y porcentajes altos de 34.6 meq/100g.

Los contenidos de materia orgánica van de valores ricos (4.8 %) a extremadamente ricos (10.00 %) en la mayoría de las muestras analizadas; con lo que respecta a la relación carbono/nitrógeno se obtuvieron valores de 8.35 a 12.35 (cuadro 7).

CUADRO 7. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL TRANSECTO No. 5 URSULO GALVAN I  
DIRECCION N 39° E. PRECIPITACION 1600 a 1900 mm.  
ALTITUD 1110 a 1185 msnm. TEMPERATURA 19.0 a 20.5 °C.

Numero de Pozo	Prof. cm.	TAMANO DE PARTICULAS			Clase Textura	DENSIDAD			pH 1:2.5		MATERIA ORGANICA		NITROGENO RELACION		C.I.C.T. seq/100g
		arena %	limo %	arcilla %		Poros %	APARENTE g/cc	REAL g/cc	H2O	KCl	%	%	TOTAL %	C/N	
28	0-10	54	20	26	scl	54.30	1.01	2.21	4.6	3.5	6.37	3.69	0.36	10.25	25.20
	10-20	36	28	36	cl	55.40	1.00	2.24	4.7	3.5	4.03	2.34	0.23	10.17	23.20
	20-30	34	28	38	cl	54.10	1.07	2.33	5.4	3.6	2.02	1.17	0.14	8.35	18.65
29	0-10	50	28	22	scl	55.40	1.04	2.33	4.7	4.0	8.38	4.86	0.44	11.04	27.40
	10-20	51	24	24	scl	56.40	1.00	2.24	4.8	4.2	5.70	3.30	0.36	9.17	24.60
	20-30	48	24	28	scl	55.40	1.01	2.37	5.0	4.6	4.70	2.72	0.32	8.50	18.62
30	0-10	44	30	26	l	55.70	0.99	2.23	5.1	4.3	10.23	5.93	0.44	13.47	31.20
	10-20	46	24	30	scl	52.40	1.03	2.16	5.5	4.6	5.87	3.40	0.31	10.96	28.20
	20-30	46	20	34	scl	49.60	1.06	2.10	6.0	4.9	4.03	2.33	0.21	11.09	24.00
31	0-10	48	22	30	scl	55.80	0.97	2.17	4.4	3.9	8.38	4.86	0.42	11.57	28.60
	10-20	46	18	36	sc	54.10	0.98	2.09	4.6	4.0	7.38	4.28	0.34	12.35	27.00
	20-30	48	14	38	sc	52.90	0.99	2.10	4.7	4.1	5.21	3.02	0.25	12.08	25.80
32	0-10	44	22	34	cl	53.60	1.04	2.24	5.0	4.0	8.54	4.95	0.50	9.90	33.60
	10-20	38	28	34	cl	50.70	1.08	2.19	5.4	4.1	5.53	3.21	0.36	8.91	28.00
	20-30	32	28	40	cl	50.00	1.06	2.12	6.0	5.3	4.53	2.63	0.23	11.43	26.80
33	0-10	44	24	32	scl	57.60	0.96	2.26	4.4	3.8	6.37	3.69	0.35	10.50	26.00
	10-20	46	22	32	scl	52.30	1.04	2.18	4.4	4.0	4.70	2.72	0.24	11.33	24.40
	20-30	42	28	30	cl	52.10	1.05	2.19	4.7	4.2	3.69	2.14	0.22	9.72	20.60

l = migajón

scl = migajón arcilloso arenoso

cl = migajón arcilloso

sc = arcilla arenoso

### 5.6 TRANSECTO 6, Ursulo Galvan II.

Como puede observarse en el cuadro 2, el transecto está en relieve ondulado, en dirección N 18 E, con pendientes inclinadas (7°) y abruptas (35°); en altitudes que oscilan 1135 a 1160 msnm y con los sitios de muestreo ubicados en laderas NE-SW (figura 3).

El mesoclima semicálido-muy húmedo de este transecto está determinado por sus altitudes, por la topografía y por los vientos húmedos procedentes del Golfo de México.

Las densidades aparente y real son bajas, la primera con valores casi constantes de 0.96 a 1.07 gr/cc y la segunda con valores de 2.11 a 2.24 gr/cc. Por lo que se refiere a la porosidad, los valores son altos, de 51.40 a 61.10 %.

La textura dominante en el perfil es media, debido a que oscila entre migajón, y arcillo-arenoso pasando por migajón arcillo-arenosos.

El pH en suspensión del suelo con agua destilada relación 1:2.5 es de valores muy ácidos (3.9 a 5.0). Con respecto a la capacidad de intercambio catiónico ésta tiene valores medios y altos con rangos de 17.28 a 26.80 meq/100g (cuadro 8).

CUADRO 8. RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DEL TRANSECTO No. 6 URSULO GALVAN II  
 DIRECCION N 18° E. PRECIPITACION 1600 a 1900 mm.  
 ALTITUD 1135 a 1160 msnm. TEMPERATURA 19.0 a 20.5 °C.

Numero de Pozo	Prof. ca.	TAMANO DE PARTICULAS				DENSIDAD			pH 1:2.5		MATERIA ORGANICA		NITROGENO RELACION		
		arena	limo	arcilla	Clase	Poros	APARENTE	REAL	H2O	KCl	CARBONO	TOTAL	C/N	C.I.C.T.	
		%	%	%	Textura	%	g/cc	g/cc			%	%		meq/100g	
34	0-10	54	20	26	scl	57.40	0.96	2.25	4.2	3.5	6.87	3.99	0.31	12.87	24.10
	10-20	50	24	26	scl	57.30	0.98	2.29	4.9	3.6	4.03	2.34	0.24	9.75	24.43
	20-30	56	22	22	scl	55.70	0.99	2.23	4.9	3.8	1.52	0.88	0.10	8.80	19.82
35	0-10	40	34	26	l	58.20	0.96	2.27	4.8	3.6	10.55	6.11	0.55	11.11	26.80
	10-20	44	30	26	l	56.90	0.95	2.18	4.9	3.9	7.29	4.23	0.43	9.83	23.30
	20-30	42	30	28	l	56.40	0.97	2.20	5.0	4.0	5.20	3.01	0.35	8.60	18.05
36	0-10	48	16	36	sc	58.50	0.93	2.24	3.7	3.2	8.88	5.15	0.45	11.45	24.60
	10-20	46	16	38	sc	56.90	0.94	2.18	3.9	3.4	5.53	3.20	0.28	11.42	22.20
	20-30	46	17	37	sc	55.50	0.96	2.11	4.0	3.7	4.19	2.43	0.26	9.35	18.05
37	0-10	46	22	32	scl	54.60	0.96	2.11	3.9	3.8	6.54	3.79	0.41	9.24	26.80
	10-20	42	20	38	cl	52.90	1.01	2.14	4.0	3.4	6.04	3.50	0.31	11.29	25.20
	20-30	44	18	38	cl	54.20	1.00	2.10	4.2	3.5	5.03	2.91	0.18	16.16	23.20
38	0-10	44	24	32	cl	58.70	1.01	2.44	4.3	3.4	5.90	3.42	0.32	10.68	21.19
	10-20	32	24	44	cl	57.70	1.00	2.36	4.7	3.6	4.90	2.84	0.27	10.51	21.89
	20-30	40	26	34	cl	51.40	1.07	2.20	4.8	3.7	4.70	2.72	0.22	12.36	17.28
39	0-10	44	16	40	c	61.10	1.05	2.36	4.1	3.3	5.20	3.02	0.23	13.13	24.35
	10-20	40	14	46	c	55.70	1.03	2.23	4.2	3.4	3.02	1.75	0.14	12.50	22.80
	20-30	50	18	32	scl	55.60	1.06	2.18	4.3	3.4	1.52	0.88	0.09	9.77	18.43

l = migajón

scl = migajón arcilloso arenoso

cl = migajón arcilloso

sc = arcilloso arenoso

## 6. INTERPRETACION DE RESULTADOS

En general para esta región cafetalera los contenidos de materia orgánica promedio, van de medianos (2.06 %) a extremadamente ricos (7.68 %), considerando los primeros 30 cm de profundidad, lo que manifiesta que el ecosistema cafetalero, presenta buen estado de conservación, esto puede ser atribuible a la utilización de árboles de sombra, que además de crear condiciones ecológicas óptimas para el desarrollo del cultivo del café, protege al suelo de la erosión y propicia la acumulación de materia orgánica.

Al comparar los porcentajes de materia orgánica promedio de los 30 cm superficiales en relación con la altitud, se tiene que en general el porcentaje tiende a aumentar con la altitud por encima de los 800 msnm, por debajo de este valor se le considera marginal para el cultivo del café, como es el caso de la región de Tuzamapan, que se encuentra en una zona con altitudes inferiores a 785 msnm, (cuadro 7) con cultivos de mango.

De lo anterior se desprende que entre los 900 y 1200 msnm, el porcentaje de materia orgánica promedio aumenta gradualmente; empezando con las altitudes de 960 a 985 msnm con un valor medianamente rico (3.0 %), siguiendo con las altitudes de 1035 a 1060 msnm de porcentajes ricos (4.5 %), y finalmente con las altitudes de 1095 a 1170 msnm de los transectos 4, 5 y 6 con valores extremadamente ricos (5.38 %), lo que refleja que a mayor altitud la alta humedad y menor temperatura, crean condiciones para una menor mineralización y mayor humificación de la materia orgánica y por consecuencia la relación

Cuadro No. 7

TRANSECTO	POZO	ALTITUD msnm	MATERIA ORGANICA %	PROMEDIO % N.O.	RELACION C/N	PROMEDIO RELACION C/N	C.I.C.T. mg/100 g	PROMEDIO C.I.C.T.
1	2	760	3.06	3.31	9.12	9.03	19.3	21.49
	3	760	2.86		10.06		20.04	
	1	785	3.31		8.47		24.42	
	4	785	4.02		8.47		22.23	
2	6	960	4.90	3.00	9.70	8.50	23.93	21.08
	7	960	2.19		7.97		19.81	
	8	960	3.63		9.74		20.28	
	9	960	2.80		7.55		20.53	
	10	960	2.14		7.48		20.78	
	11	960	2.06		7.61		20.20	
	5	985	3.90		8.93		22.53	
	12	985	3.24		9.06		20.60	
3	13	1035	5.88	4.06	10.00	8.99	24.53	23.85
	14	1060	3.49		8.36		22.66	
	15	1060	3.72		7.96		22.70	
	16	1060	3.69		8.63		21.10	
	17	1060	5.12		9.09		25.33	
	18	1060	3.76		10.63		26.80	
	19	1060	2.77		8.28		23.86	
4, 5, y 6	20	1095	2.99	5.38	9.24	10.62	20.70	24.86
	27	1095	5.10		10.60		26.43	
	29	1110	6.26		9.57		23.54	
	30	1110	6.71		11.84		27.80	
	21	1120	3.93		9.91		21.66	
	26	1120	5.20		10.80		28.83	
	28	1135	4.14		9.59		22.35	
	31	1135	6.99		12.00		27.13	
	34	1135	4.14		10.47		22.78	
	39	1135	3.24		11.80		21.86	
	22	1145	4.53		9.08		30.66	
	25	1145	5.82		9.89		30.33	
	32	1160	6.20		10.08		24.46	
	33	1160	4.92		10.53		23.66	
	35	1160	7.68		9.84		22.71	
	36	1160	6.20		10.74		21.61	
	37	1160	5.87		12.23		25.73	
38	1160	5.16	11.18	20.12				
23	1170	6.11	12.00	27.00				
24	1170	6.49	10.95	27.93				

carbono/nitrógeno tiende también a aumentar, esto último condiciona que a mayor altitud se tenga mayor disponibilidad de nutrientes para el desarrollo del cafeto.

La relación carbono/nitrógeno en las altitudes de 960 a 985 msnm, es de 8.5, y tiende a aumentar conforme se asciende así tenemos que entre los 1035 a 1075 msnm, tiene un valor promedio de 8.99, pero a altitudes entre los 1095 a 1170 msnm, la relación carbono/nitrógeno es de 10.62, esto último refleja una mayor humificación y una menor mineralización de la materia orgánica, que asociado con la falta de calcio y magnesio, nos da una deficiencia de la actividad microbiana, por lo cual se forma un humus ácido que repercute en la acidez del suelo.

En general podemos decir que la relación carbono/nitrógeno altitudes menores de 1160 msnm, es menor de 10 y a altitudes superiores es mayor, lo que permite separar, que entre los 1095 a 1200 msnm se presenta desde el punto de vista nutricional, las mejores condiciones para el desarrollo del cafeto.

Por otro lado al relacionar la pendiente del terreno con los valores de materia orgánica en promedio se tiene que a mayor pendiente los porcentajes tienden a aumentar (cuadro 8).

Los porcentajes promedio de materia orgánica varían de 3.77 en pendientes menores de 10° y de 5.17 % en pendientes superiores de 35°. Lo que se explica por la mayor densidad de plantaciones de cafetos y la cobertura de árboles de sombra, que aportan residuos vegetales que en condiciones de mayor humedad y temperaturas más bajas, son destruidos y humificados rápidamente.

Cuadro No. 8

POZO	PENDIENTE (°)	MATERIA ORGANICA (%)	PROMEDIO % M.O.
1	35	3.31	5.17
29	35	6.26	
31	35	6.99	
34	35	4.14	
13	29	5.88	4.78
23	29	6.11	
24	29	6.49	
25	29	5.82	
2	25	3.06	
3	25	2.86	
4	25	4.02	
28	25	4.14	
32	25	6.20	
39	25	3.24	
14	20	3.49	4.37
15	20	3.72	
26	20	5.20	
27	20	5.10	
10	19	2.14	4.36
11	19	2.06	
12	19	3.24	
33	19	4.92	
9	16	2.80	
22	16	4.53	
35	16	7.68	
30	16	6.71	
38	16	5.16	
19	13	2.77	
5	11	3.90	
6	11	4.90	
8	11	3.63	
16	11	3.69	
17	11	5.12	
18	11	3.76	
36	11	6.20	
20	8	2.99	3.77
7	7	2.29	
37	7	5.87	
21	6	3.93	

No existe una diferencia clara entre las laderas de exposición noreste y suroeste, debido a la extensión y a la poca diferencia altitudinal entre una y otra.

Un comportamiento similar se tiene con la capacidad de intercambio catiónico total, que tiende a aumentar con la altitud. Por lo tanto se tiene una relación directa con la materia orgánica.

En general la reacción del suelo es ácida, con valores que van desde los ligeramente ácidos en las partes bajas, los moderadamente ácidos en las partes intermedias y muy ácidos en las zonas altas, lo que refleja la influencia de la materia orgánica, propiciando la fijación del fósforo, el cual puede ser liberado y puesto en forma disponible con prácticas de encalado.

Bajo estas condiciones los microorganismos responsables de la destrucción de la materia orgánica son los hongos, quienes prosperan en estas condiciones.

## 7. CONCLUSIONES

- Los suelos del área en estudio se encuentran bajo una vegetación densa de cultivos perennes de cafetal y con árboles de sombra, lo que contribuye a la estabilidad del ecosistema y favorece la acumulación y humificación de la materia orgánica, así como de la estructura del suelo.

- Se diferenciaron dos zonas, una de los 760 a 1060 msnm, cuya relación Carbono/Nitrógeno, es menor de 10, bajo condiciones de menor humedad y mayor temperatura; la otra zona de 1095 a 1170 msnm, con una relación Carbono/Nitrogeno mayor de 10, lo que favorece la humificación y por lo tanto esta zona presenta las mejores condiciones ecológicas para el cultivo del cafetal.

- Estos suelos a pesar de su posición topográfica, de sus fuertes pendientes, presentan valores de materia orgánica medianos a extremadamente ricos, asimismo, los valores de la relación Carbono/Nitrogeno, de la Capacidad de Intercambio Catiónico Total, muestran una clara tendencia a aumentar con la altitud y con la pendiente del terreno. Estas características físico-químicas establecen un medio ecológico eficiente para el buen desarrollo del cafeto, que asociado con los árboles de sombra y un manejo adecuado, permite obtener buenos rendimientos, excelente calidad, además de evitar la erosión y en consecuencia manifiesta un alto grado de conservación del suelo.

## B. BIBLIOGRAFIA

Aguilera, H. N. 1969 Geographic distribution and characteristics of volcanic Ash Soil in México. Panel sobre suelos derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina. Centros de Enseñanza e Investigación. Turrialba, Costa Rica A.6. 3/12.

Aguilera, H. N. 1963. Algunas consideraciones, características, génesis y clasificación de suelos de ando. Memorias del Primer Congreso Nacional de la ciencia del Suelo. México. Pags. 223-240.

Baes, H. L. 1979. Estudios Edáficos del Transecto Monte Chico-miradores, Estado de Veracruz. Tesis. Fac. Ciencias UNAM.

Bejarano, C. y Córdova, E.H. 1978. Los suelos su uso y manejo I.G.A.C. Bogotá.

Buol, S. W, Hole, F. D. y Mearns, R. J. 1981. Génesis y clasificación de suelos. 1a. Edición, Edit. Trillas México.

CENICAFE. 1975. Manual de Conservación de Suelos de Ladera, Bogotá; Fed. Nac., Caf. Colombia.

CENICAFE. 1979 Manual del Cafetero Colombiano. Bogotá; Fed. Nac. Caf. Colombia.

Coste, R. 1969. El café. Técnicas agrícolas y producciones tropicales. 2a. Ed. Edit. BLUME, Barcelona.

Duchaufour, P.H. 1984. Edafología. Edit. Masson, S.A. Barcelona.

García, E. 1974. Distribución de la precipitación en la República Mexicana. Boletín del Instituto de Geografía. Vol. V. México.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarle a las condiciones de la República Mexicana) 2a. Ed. Instituto de Geografía. UNAM. 246 págs.

Hardy, F. 1970. Suelos Tropicales. Pedología tropical con énfasis en América. Edit. Herrera Hnos. Sucs. México.

Hardy, F. 1970. Edafología tropical. Edit. HERRERA Hnos. Sucs. México.

Hernández, S. y Sánchez, C. J. 1973. Guía para la descripción de muestreo de suelos de áreas forestales. Boletín Divulgativo. p.32, S.Á.G. México.

INMECAFE, 1986. Programa de renovación de cafetales. Programa para el municipio de Atoyac. Mexico.

INMECAFE, 1979. Tecnología cafetalera Mexicana: 30 años de investigación y experimentación. INMECAFE. Xalapa. México. p.174-182

Jiménez, E. 1977. Los Ciclos de Nutrientes en el Ecosistema Natural y su importancia en el sistema cafetalero en: 1 symposium sobre el mejoramiento de la producción de café en México. 19-22 de sept. de 1977. Xalapa, Ver. INMECAFE.

Jiménez, E. 1979. Estudios Ecológicos del agroecosistema Cafetalero: 1. Estructura de los Cafetales en una Finca Cafetalera en Coatepec, Ver. Mexico. Biotica 4(1):1-18.1979

Jiménez y Martínez , P. 1979. Estudios Ecológicos del Agroecosistema cafetalero; Estimación de la producción de materia Orgánica en cafetales con diferentes Tipos de Estructura. Biotica 5 (3);109-126

Jimenez y C. Correa 1980. Producción de Materia Orgánica en un Bosque Caducifolio de la zona Cafetalera de Xalapa, Ver. Mex. Biotica 5(4);157-167

Jenny, H., Bingham, F.; and Padilla S.B. 1948. Nitrogen and Organic matter contentes of equatorial soils of Colombia, S.A. Soil Sci 66: 173-186.

Jenny, H. 1930. A study on the influence of clima upon the nitrogen and organic matter content of the soil. Missouri Agr. Esp. Sta. Res. Bol. 152, p. 5-63.

Jenny, H. 1948. Great soil groups in the equatorial regions of Colombia, South America. Soil Sci 66; p. 5-28.

López, G. J. 1980. Uso del suelo en una zona cafetalera del municipio de Coatepec. Estado de Veracruz. Tesis. Fac. de Ciencias, UNAM.

Lóran, N. R. M. 1976, Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas del transecto Jalapa, Teocelo, Veracruz. Tesis. UNAM. Facultad de Ciencias. México.

Meza, S. M. 1981. Analisis Morfoclimatico de la cuenca del rio Tlanepantla. Boletín del Instituto de Geografía No. 10 p. 65-103

Martini, J. A. 1969. Distribución y características de suelos derivados de cenizas volcánicas de América Latina. Centro de Enseñanza e Investigación Turrialba, Costa Rica.

Núñez, P. R. 1987. El agroecosistema cafetalero en tres ejidos de la Costa Grande de Guerrero. tesis Fac. de Ciencias, UNAM.

Ortiz, H. M. 1986. Manual de técnicas y procedimientos para análisis físicos y químicos de suelos, tesis Esc. Ciencias Biológicas Cuernavaca, Morelos.

Owen, S. O. 1977. Conservación de recursos naturales. Edit. Pax-Mexico. p. 637

Peña V. M. L. 1978, Algunos estudios de suelos derivados de cenizas volcánicas y andosoles, cultivados son café, en el transecto Jalapa-Córdova, Veracruz. Tesis Facultad de Ciencias, UNAM.

Peña, M. V. 1987. Análisis Geoeconómico de la actividad cafetalera en la región de Coatepec Veracruz. Tesis Facultad de Filosofía y Letras, UNAM.

Ramos, H. S. 1979. Estudios Edafológicos de una zona cafetalera del Soconusco. Estado de Chiapas, México, Tesis Fac. Ciencias, UNAM.

Rzedowski, J. 1981. Vegetación de México, Edit. Limusa, México 432 págs.

Sylvain P. 1975, Some observatins on coffea arabica L. in Ethiopia. Turrialba, 5:1-12, 37-53. en; Wellman, F 1961. Coffee; Botanica, Cultivation Utilization. Leonard Hill (Books) Limited. London.

Soil Survey Staff, 1951. Agric. Handb. No. 18, p. 139-140.

Soil Survey Staff, 1975 Agric. Handb. No. 436. 754 pag.

Soto, M. 1969. Consideraciones ecoclimáticas del estado de Veracruz, Tesis. Fac. Ciencias, UNAM, México.

S. P. P. 1984. Carta Topográfica Coatepec, Veracruz E14B37. Escala 1: 50 000.

S. P. P. 1984. Carta hidrológica de aguas superficiales. Veracruz E-14-3. Escala 1: 250 000.

S. R. H. Boletín Hidrológico h3, 1970. Región hidrológica R28 parcial, Ríos Actopan, La Antigua y Jamapa, Veracruz.

Villaseñor, L.A. 1982. Problemática de la coficultura Mexicana y estrategia para superarla. Tesis UACH, Chapingo México.

Viniégras, O.F. 1950. Breve análisis geológico de la Cuenca de Veracruz. Memoria de la primera convención ecológica petrolera, México.

## RANGOS DE LAS PROPIEDADES QUIMICAS EMPLEADAS EN ESTE TRABAJO

### Materia Orgánica

	%
Extremadamente Pobre	< 0.60
Pobre	0.60 - 1.20
Medianamente Pobre	1.21 - 1.80
Medio	1.81 - 2.40
Medianamente Rico	2.41 - 3.00
Rico	3.01 - 4.20
Extremadamente rico	> 4.20

### Relación Carbono - Nitrógeno (C/N)

Muy Alta	> 25
Alta	15 - 25
Mediana	10 - 15
Baja	8 - 10
Muy baja	> 8

### Reacción del suelo (pH)

Extremadamente ácido	< 4.60
Muy fuertemente ácido	4.60 - 5.19
Fuertemente ácido	5.20 - 5.59
Medianamente ácido	5.60 - 6.19
Ligeramente ácido	6.20 - 6.59
Muy ligeramente ácido	6.60 - 6.79
Neutro	6.80 - 7.19
Muy ligeramente alcalino	7.20 - 7.39
Ligeramente alcalino	7.40 - 7.79
Medianamente alcalino	7.80 - 8.39
Fuertemente alcalino	8.40 - 8.79
Muy fuertemente alcalino	8.80 - 9.39
Extremadamente alcalino	> 9.40

### Capacidad de Intercambio Catiónico Total (C.I.C.T. meq/100 g)

Muy bajo	< 5
Bajo	5 - 10
Medio	10 - 20
Alto	20 - 30
Muy alto	> 30

### Pendiente (°)

Casi a nivel	< 2
Ligeramente inclinada	2 - 5
Inclinada	5 - 15
Moderadamente abrupta	15 - 30
Abrupta	> 30