



Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE CIENCIAS

**“ANÁLISIS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE ALGUNOS
SUELOS CAFETALEROS CON SOMBRA
DE Inga sp. DE XICOTEPEC
DE JUAREZ, PUEBLA”**

T E S I S

Que para obtener el Título de:

B I O L O G O

P R E S E N T A:

Rosa Gabriela Carmona Sánchez





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

Resumen	1
Introducción	2
Objetivos	4
Antecedentes	5
La cafeticultura en México	5
Características botánicas del café	9
Características ecológicas del café	11
Estructura cafetalera	18
Descripción de la zona de estudio	21
Fisiografía	21
Geología	25
Clima	28
Hidrología	33
Vegetación	35
Material y métodos	38
Resultados	40
Análisis y discusión de resultados	69
Comparación entre pozos con sombra de	
<u>Inga sp.</u> y <u>Citrus sinensis.</u>	88
Conclusiones	92
Bibliografía	95

RESUMEN

La presente tesis forma parte de un trabajo conjunto realizado en Xico tepec de Juárez, Pue., en el que se muestrearon suelos cafetaleros con dos tipos de sombra:

a) cafetal con sombra de Inga sp.

b) cafetal con sombra de Citrus sinensis

La cafeticultura es una actividad en que toma parte aproximadamente el 10 % de la población rural de México, siendo importante además porque representa el principal generador de divisas agrícolas, (INMECAFE, comunicación personal).

El Estado de Puebla ocupa el quinto lugar con el 6.8 % de la superficie nacional ocupada por cafetales; el tercero en volumen de producción, con una productividad de 20.3 sacos de 60 Kg c/u., superando a los Estados de Chiapas y Veracruz, que tienen un valor de 10.3 y 15.4 sacos/ha respectivamente, (INMECAFE, comunicación personal).

Se muestrearon zonas donde los cafetos se hayan bajo sombra de árboles de Inga sp. Se hicieron pozos de 80 cm de profundidad y se tomaron muestras de suelo cada 10 cm, a las cuales se les determinaron sus características físicas y químicas, obteniéndose que predominan los colores pardos con tonalidades amarillentas; con densidades aparentes de 0.69 a 0.20 g/ml; densidades reales de 1.60 a 2.80 g/ml; espacio poroso superior a 50 %; las texturas más comunes son la arcillosa y migajón arcilloso, esta última especialmente en las muestras superficiales; los porcentajes materia orgánica son en promedio de 1.59 a 7.78 %; el pH de ácido a moderadamente ácido; la capacidad de intercambio catiónico total entre 13.0 y 33.5 meq/100 g de suelo; contenidos de potasio de 0.10 a 0.48 meq/100 g; de calcio entre 0.70 y 29.4 meq/100 g y de magnesio entre 0.30 y 13.9 meq/100 g de suelo; los de fósforo van de 1.67 a 13.74 p.p.m. y los nitratos de 0.60 a 3.45 p.p.m..

De acuerdo a los resultados de los análisis y las condiciones climáticas, fisiográficas, así como la cocalización de la zona de estudio, hacen que ésta sea propicia para la cafeticultura, a la vez que, por ser un cultivo perenne, se favorece la conservación del suelo y el reciclamiento de nutrientes.

I N T R O D U C C I O N

La palabra "café" deriva del turco "gahwe", que a su vez proviene del árabe "kahwah", nombre aplicado al vino y que significa estimulante, (Haarer, 1979).

El café es el grano a partir del cual se ha desarrollado toda una industria que llega a ser importante en mayor o menor grado para los países productores y consumidores. Como ejemplo se puede mencionar a Colombia y El Salvador que dependen del café en un 50 %; Brasil, Guatemala y Costa Rica en un 25 %, (Peña, 1978) y México en un 2 %, (INMECAFE, 1984).

Cabe hacer notar que en los países productores de café se calcula que cerca de 22 millones de personas dependen de la economía de éste grano, (Peña, 1978). Para México se reporta que más de dos millones de personas viven de la cafecultura.

El cafeto es la planta estimulante más difundida en el mundo, cuyas semillas contienen hasta un 2.5 % de cafeína, alcaloide cuya acción estriba en producir la excitación del sistema nervioso central del hombre, aumentando la actividad cardiaca y la capacidad laboral, además de tener un efecto diurético y disminuir la sensación de fatiga. Su cultivo se realiza en zonas tropicales y su producción está concentrada fundamentalmente en países en vías de desarrollo, siendo América Latina en la que se cosecha más de la mitad de la producción mundial, especialmente en Brasil y Colombia, (Ustimenko y Bakumovski, 1982), países para los cuales representa la principal fuente de divisas. Sin embargo, éstos solo participan como proveedores, siendo las empresas norteamericanas las que manejan en mayor medida el negocio del café.

El café beneficia más a los países consumidores que a los productores. En Estados Unidos de Norteamérica y Europa genera ingresos, empleos y moviliza grandes capitales, mientras que en América Latina se pagan salarios muy bajos. En Estados Unidos proporciona trabajo a personas con sueldos muy por encima de los que lo cultivan, (Galeano, 1975).

O B J E T I V O S

- 1) Determinar las características físicas y químicas de algunos suelos cul
tivados con café en Xicotepec de Juárez, Puebla.
- 2) Contribuir al conocimiento de los suelos cafetaleros del Estado
de Puebla.
- 3) Correlacionar las propiedades físicas y químicas del suelo y el cultivo
de café con sombra de Inga sp..

LA CAFETICULTURA EN MEXICO

En México la totalidad de los cafeticultores se compone de un reducido número de grandes e importantes productores, y por otra parte, por una elevada población de pequeños productores, que de manera tradicional se dedican a esta actividad de forma no organizada y realizan su comercialización en un mercado que históricamente les ha sido adverso a sus intereses económicos, (Navarro, 1978). Aún así, la cafeticultura tiene en México un papel preponderante, si se toma en cuenta que ocupa el primer lugar como generador de divisas del sector agropecuario y el segundo en la balanza comercial después del petróleo, (INMECAFE, comunicación personal).

Para el lapso de 1980 a 1984 representó el 30.8 % de las exportaciones del sector agropecuario, el 2 % de las exportaciones totales del país y el 6.8 % si se excluyen a los hidrocarburos, (INMECAFE, s/f).

Para el ciclo 80-81 se exportaron aproximadamente 2 millones de sacos de 60 Kg, (INMECAFE, 1982), principalmente a Estados Unidos que compró el 71.2 % y España el 5.1 %. Para el ciclo 81-82 se exportaron 1'846,459 sacos de 60 Kg, mientras que para el 86-87 las exportaciones fueron por 3'400,000 sacos, (INMECAFE, comunicación personal).

Genera empleos para 350,000 cosecheros e intervienen o tienen algo que ver con la cafeticultura aproximadamente 2 millones de mexicanos, lo que equivale al 2 % de la población rural del país, (Munguía, 1980).

AREA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LOS PRINCIPALES ESTADOS CAFETALEROS, PARA EL CICLO 86-87

ESTADO	AREA (ha)	PRODUCCION (sacos de 60 Kg)	RENDIMIENTO (sacos/ha)
Chiapas	163,268	1'688,583	10.3
Oaxaca	103,326	600,300	5.8
Veracruz	98,196	1'516,083	15.4
Guerrero	40,939	222,333	5.4
Puebla	33,593	716,452	21.3
Hidalgo	23,582	122,283	5.2
San Luis Potosí	17,511	82,033	4.7
Nayarit	10,413	121,133	11.6
Jalisco	2,700	8,817	3.3
Tabasco	2,431	12,650	5.2
Colima	1,051	8,050	7.7
Querétaro	446	1,150	2.6
TOTAL :	497,456	5'099,867	10.2

En 1981 se reportó para México una superficie de 419,500 hectáreas de cafetales en manos de 120,500 productores. De éstos Chiapas, Veracruz, Oaxaca y Puebla sumaron 334,100 ha, lo que equivalía al 79.64 % del área nacional ocupada por este cultivo, representando a los Estados con mayor superficie de cafetales, (INMECAFE, 1981).

Para 1981 Puebla ocupaba el 4º lugar en superficie cultivada con cafetos, siendo las zonas de mayor producción: la cuenca de Xicotepec de Juárez con el 54 % del área estatal; Cuetzalan, Hueytemalco y Eloxotitlan con el 36 %, de las que el 90.7 % se consideran óptimas y el 9.26 % como áreas marginales. Su importancia nacional relativa era de 8.89 %, (INMECAFE, 1981)

En el cuadro N°. 1 se observa que para el ciclo 86-87 se reportó una superficie nacional de 497,456 ha de cafetales, con una producción de 5'099,867 sacos y un rendimiento promedio de 10.2 sacos de 60 Kg/ha, (INMECAFE, comunicación personal). Para el ciclo 86-87, Puebla se sitúa en el 5º lugar en cuanto a área ocupada por cafetales, habiendo sido rebasado por Guerrero, sin embargo el rendimiento de 21.3 sacos por hectárea pone a este Estado por encima de Chiapas y Veracruz que tienen un rendimiento de 10.3 y 15.4 sacos/ha respectivamente. Es necesario resaltar que el rendimiento es tá influenciado por las características ecológicas de los cafetales, así como por el cuidado e insumos suministrados. Existen datos que indican que los máximos rendimientos por superficie cultivada son los que se obtienen en plantaciones mayores de 50 ha, en las cuales se tiene la posibilidad de realizar una más eficaz combinación de los recursos de que se dispone, como son el suelo, capital, mano de obra, crédito y asistencia técnica princi -

palmente. De aquí que los 700 grandes productores que poseen en promedio fincas de 96 ha generen en consecuencia un tercio de la producción total, mientras que los pequeños propietarios, con un promedio de 1.5 ha generan en conjunto menos de la quinta parte de la producción nacional, (Munguía, 1980).

En resumen, la importancia de la cafeticultura en México, queda representada por los siguientes hechos:

- 1) Ocupa el primer lugar como generador de divisas agrícolas y el segundo en la balanza comercial.
- 2) Intervienen en su cultivo el 10 % de la población rural de México.
- 3) Genera empleos para aproximadamente 350,000 cosecheros.
- 4) Representa un cultivo en el que se reduce la pérdida del suelo, lo cual es importante, dadas las características topográficas y climáticas de las zonas donde se produce.

CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL CAFE

El café pertenece a la familia Rubiaceae, género Coffea, el cual incluye cerca de 50 especies, de las cuales las más difundidas son: Coffea arabica L., C. liberica B. y C. canephora P., conocida como café robusta, cada una con distintas variedades.

El cafeto es una planta perenne, leñosa, que conserva su verdor durante todo el año. El tronco es leñoso, ramificado, de 3 a 9 m de altura, aunque en la práctica se poda manteniéndolo entre 2 y 3 m. Las ramas son opuestas, largas, delgadas y horizontales. Hojas enteras, persistentes, opuestas, de superficie lisa y cerosa, miden de 10-15 cm de longitud por 3 a 5 de ancho. Las flores son blancas, tienen aroma y están agrupadas en número de 3 a 18 en las axilas de las hojas. Son bisexuales, semisésiles o en cortos pedúnculos; la corola está compuesta de 4 a 9 pétalos adheridos, tienen de 4 a 7 estambres, el estigma bifurcado, ovario ínfero, globular y bicarpelar.

El fruto es una drupa aproximadamente esférica que contiene dos semillas y algunas veces una sola de forma poco variable, conocidas como planchuela y caracolillo respectivamente. El fruto consta de:

Epicarpio de color distinto cuando maduro, según la variedad.

Mesocarpio conocido como mucílago o miel, es una envoltura azucarada y resbalosa.

Endocarpio cáscara conocida como pergamino.

Semilla con endospermo y embrión corto. Los cotiledones son delgados, corniformes y enteros.

La raíz del cafeto es pivotante, bien ramificada y alcanza profundidades hasta de 5 metros. Se distinguen raíces laterales verticales de 2.5 a 5 m de largo y laterales horizontales absorbentes desarrollándose en la capa superficial del suelo, hasta los 30 cm de profundidad aproximadamente, (Ustimenko y Bakumovski, 1982).

La planta se puede producir por estacas o por injerto, aunque el método más común es por semillas, las cuales son escogidas de entre los árboles de mejores características, se ponen en agua de ceniza o lejía, eliminándose las que floten. Cuando es necesario obtener grán número de semillas, la pulpa se desprende con máquina despulpadora y se dejan toda la noche en fermentación. Al día siguiente se lavan minuciosamente y se siembran inmediatamente, debido a que con el tiempo las semillas van perdiendo su poder de germinación, que se conserva durante 3 a 4 meses, después empieza a disminuir hasta los 8 meses en que ya no germina ninguna, (Agete y Piñero, 1943).

La siembra por lo general se hace en almácigos en el que permanecen hasta que tienen de dos a cuatro pares de hojas, de donde son llevados al vivero y más tarde a su lugar definitivo.

La polinización por lo común es cruzada y se realiza por medio del viento o por insectos. La fructificación empieza a partir del cuarto año aproximadamente, alcanzando su pleno rendimiento al sexto o séptimo. La producción continúa hasta los 20 a 40 años a niveles comercialmente aceptables, (Agete y Piñero, 1943).

CARACTERISTICAS ECOLOGICAS DEL CAFE

El cultivo del café se restringe a las áreas cálido-húmedas localizadas entre los 24° de latitud austral y 24° de latitud boreal. Las distintas variedades tienen diferentes niveles de tolerancia, que de manera general son:

- 1) Altitud: de 400 a 1800 m.s.n.m., (Munguía, 1980). En terrenos bajos, aún cuando la planta produce bastante grano, su calidad es mala, tiene poco aroma y son muy fuertes o amargos, por lo que tienen mala aceptación. En lugares elevados, la limitante son las bajas temperaturas que se alcanzan, el desarrollo de las plantas se torna lento, su longevidad disminuye y su rendimiento es menor. El café producido entre los 1000 y 1500 m.s.n.m., se le conoce como café de altura, (Munguía, 1980) y es el de mejor aceptación.
- 2) Clima: el ideal es el templado húmedo, con temperatura media anual entre 18 y 25 °C, siendo la óptima la de 21°C, con una máxima de 40 y una mínima de 3°C por cortos periodos de tiempo, debido a lo sensible de la planta a condiciones extremas de temperatura, (Córdoba, s/f).

La precipitación media anual óptima es de 1000 a 3000 mm, (para las zonas cafetaleras del Edo. de Chiapas se han llegado a reportar precipitaciones cercanas a los 5000 mm anuales, (Ramos, et al, 1982)), bien distribuidos en el año, con un máximo de 3 meses secos, debido a que la sequía prolongada produce defoliación y muerte de la planta. Cuando se presenta lluvia excesiva en los meses de marzo a mayo, se impide la floración y fecundación de la planta; de octubre a diciembre se retarda la maduración de la cereza. En síntesis, de junio a septiembre se requie -

ren abundantes lluvias; de octubre a febrero lloviznas y de marzo a mayo sequía con algunas lluvias. Humedad relativa de aproximadamente 70 a 90 % en la época lluviosa y del 40 a 50 % en la época seca. Ausencia de vientos cuya duración o intensidad pueda causar trastornos a la plantación, (S.A.G., 1955).

- 3) Suelo: debido a la falta de estudios edafológicos en general y de las zonas cafetaleras en particular, no puede asegurarse categóricamente cual es el suelo más adecuado para su cultivo. Sin embargo, algunos autores reportan que "el café no parece tener exigencias edafológicas específicas, ya que crece en tierras arcillo silíceas de origen granítico, como las de origen volcánico, (doleritas, basaltos, cenizas, tobas, etc.), hasta en suelos de aluvión", (Costé, 1978), mientras que otros afirman que los mejores son aquellos derivados de basalto y andesita, especialmente los formados a partir de ceniza volcánica, con buen contenido de vidrio volcánico y materiales arcillosos amorfos", (Ramos, et al, 1982).

De manera general, el café requiere de suelos profundos, con buen drenaje, humificados, fértiles, de pH ácido o ligeramente ácido, de textura migajosa y buena aereación .

Este cultivo es uno de los que más agota el suelo, ya que éste pierde una gran cantidad de nitrógeno, potasa, ácido fosfórico y calcio, lo que aunado a las condiciones climatológicas de las zonas donde se cultiva, hace que sea necesaria la aplicación de nutrientes en forma de abo - nos o fertilizantes para conservar la fertilidad de los suelos y asegu -

rar la buena producción, (Cureño, 1953). Se reportan los siguientes datos que indican que para la producción de 100 Kg de café, la planta consume de 2.5 a 3.5 y como máximo 10 Kg de nitrógeno, de 0.4 a 1.6 Kg de P_2O_5 y de 2.5 a 5.0 Kg de K_2O . Según los datos reportados por la Federación Nacional de Caficultores de Colombia, una cosecha de 2 toneladas por hectárea extrae del suelo 30 Kg de nitrógeno, 5 Kg de fósforo y 48 Kg de potasio, (Ustimenko y Bakumovski, 1982).

- 4) Sombra: el cultivo del café se realiza sin sombra o con sombra. El primer método es practicado en Brasil y en algunas áreas de Colombia, mientras que el segundo es el más frecuente en el resto de los países productores, incluyendo a México.

En la actualidad no se puede afirmar categóricamente cual de estas modalidades es la que lleva a una mayor producción. Sin embargo no hay que olvidar que el café en sus lugares de origen, crece bajo la sombra que le proporcionan otros árboles. A pesar de esto, en Brasil y Colombia, cada vez se va extendiendo más la práctica del cultivo sin sombra, con buenos resultados, (Jiménez, 1979).

De acuerdo a Haarer, (1979), "en los trópicos la intensidad de la luz es elevada y por largos periodos de tiempo. La asimilación de carbohidratos es rápida, en tanto que la de sales inorgánicas disminuye al cerrarse los estomas por efecto de la intensidad luminosa. Esto origina una amplia relación C:N que provoca una alta producción de yemas frutales que el cafeto es incapaz de llevar hasta la madurez, ya que las re -

servas alimenticias son insuficientes para la formación y maduración de la cosecha, y para permitir al mismo tiempo el desarrollo vegetativo. Al ciclo siguiente, como resultado de éste reducido desarrollo vegetativo, hay bajo contenido de carbohidratos y por lo tanto, una estrecha relación C:N, condición que no permite la formación de yemas frutales". En teoría, éste es el efecto que ocurre en los cafetales a pleno sol.

En México la mayoría de la superficie ocupada por cafetales incluye árboles de sombra, obteniéndose buenos resultados, ya que además los árboles proporcionan los siguientes beneficios:

- 1) Provoca la reducción de yemas florales del cafeto, de modo que el árbol no se agota y puede producir cosechas uniformes en ciclos sucesivos.
- 2) Protege a las plantas del granizo, en caso de que se presente.
- 3) Ayuda a mantener el aire moderadamente quieto dentro del cafetal, condición que es necesaria para evitar la caída prematura de flores y frutos.
- 4) Reduce la temperatura del aire y del suelo, manteniéndola más uniforme, evitando oscilaciones bruscas.
- 5) Mantiene una atmósfera húmeda alrededor del cafeto.
- 6) Disminuye la transpiración de la planta y la evaporación del agua del suelo.
- 7) Limita el desarrollo de malas hierbas.
- 8) Contribuye a mantener la fertilidad del suelo, ya que son fuente de materia orgánica y nutrientes.

asimilado por otras plantas.

Como anteriormente se mencionó una de las modalidades del cultivo del café, es su crecimiento bajo sombra de árboles del género Inga. La razón de ello es que estas especies de leguminosas, tienen la característica de asociarse a sus raíces bacterias del género Rhizobium, capaces de fijar nitrógeno atmosférico y transformarlo a nitrógeno amoniacal, proceso conocido como "fijación del nitrógeno". Este hecho es sumamente importante si se toma en consideración que éste es uno de los macronutrientes vegetales que frecuentemente se encuentran en el suelo en cantidades insuficientes para satisfacer las necesidades de los cultivos, por lo que comunmente se suministra en forma de fertilizantes, cuyo costo es muy elevado, (Ortíz, 1977).

Se han realizado estudios sobre la fijación del nitrógeno en los cafetales para cuantificarlo, (Roskosky, 1982), encontrándose que hay actividad fijadora tanto en los suelos, como en la superficie de las hojas del cafeto realizada por epífilas y en los nódulos de las raíces por bacterias. De acuerdo a éste autor, la fijación en el suelo está influida principalmente por la humedad edáfica, siendo aproximadamente de 0.5 Kg/ha/año.

La fijación asociada a epífilas se presenta tanto en los cafetales que crecen con sombra, como en los que crecen sin ella, siendo mayor en los primeros. Las cantidades varían entre 0.69 y 1.4 kg/ha/año. Del igual manera también es dependiente de la edad de la hoja, siendo mayor en las más longevas.

- 9) El follaje y la materia orgánica amortiguan el impacto de las gotas de lluvia, reduciendo así el peligro de erosión.
- 10) Asegura una vida productiva y más larga del cafeto.
- 11) Retarda la maduración de los frutos, facilitando la cosecha selectiva y más eficaz, lo que se refleja en el incremento de la calidad del producto.
- 12) Se obtienen frutos más pesados, debido a la menor producción, por lo que los nutrientes absorbidos por la planta son mejor aprovechados.
- 13) De manera general, el cafeto se desarrolla más saludablemente.

Al mismo tiempo se presentan las siguientes desventajas:

- 1) Se elevan los costos de explotación, ya que se necesita cuidar mayor número de plantas por unidad de área.
- 2) Cuando la sombra es excesiva, disminuye la producción por falta de iluminación.
- 3) Eleva los daños causados por algunas enfermedades, como la roya del cafeto, con lo que decrece la producción y se elevan los gastos de explotación.
- 4) Cuando la sombra no está bien regulada, disminuye el aprovechamiento de la riqueza mineral y orgánica por parte del cafeto.

Es evidente que existen ciertos factores que determinan cual de éstas formas de cultivo es la más adecuada, según las características de la localidad, pero aún no han sido suficientemente estudiados, y por ahora, para el caso particular de México, es más común el cultivo bajo ár -

boles de sombra, ayudando de éste modo a la conservación del suelo.

Los árboles recomendables para ser usados como sombra, deberán reunir ciertas características deseables, que se pueden resumir en los siguientes puntos.

- a) Que sean de vida larga y crecimiento rápido.
- b) De madera resistente a los vientos fuertes.
- c) De hojas plumosas que no originen sombras muy densas.
- d) Deberán ramificarse ampliamente en la parte superior, de modo que no estorbe al cafeto.
- e) Deberá soportar podas considerables, sin sufrir enfermedades.
- f) No deberan ser plantas hospederas de enfermedades del cafeto.
- g) Que no compitan por nutrientes ni humedad con el cafeto.

ESTRUCTURA CAFETALERA

Existen varias especies usadas como sombra, lo que da origen a diversos tipos de estructura de los cafetales, mismos que pueden resumirse en:

- 1) Cafetal con sombra del bosque original, en el que se eliminan algunos árboles de la vegetación original y se sustituyen por cafetos, proporcionando la sombra, el resto de los árboles que no fueron eliminados.
- b) Cafetal con sombra mixta, representada por aquellos cultivos en los que se usan como árboles de sombra a individuos de los géneros Inga, Musa y Citrus, pudiendo existir algunos otros de la vegetación original.
- c) Cafetal con sombra de leguminosas del género Inga.

De éstos tres tipos de estructura, (Jiménez, 1979), el último es el que ha dado mejores resultados. Aunque prácticamente no se han hecho investigaciones sobre el tema, se sabe que los árboles, especialmente los de Inga jinicuil favorecen el desarrollo de los cafetos, debido a la actividad fijadora que en sus raíces realizan bacterias del ciclo del nitrógeno, llegando a aproximadamente 35 Kg/ha/año de nitrógeno fijado, lo que representa entre el 22 y el 28 % del nitrógeno incorporado mediante fertilizantes, (Roskosky, 1982).

De manera general la planta hospedera de las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico, aprovechan únicamente el 50 % de éste, y el resto es excretado hacia el suelo en forma de ácido glutámico y ácido aspártico entre otros, para que posteriormente, mediante un cambio molecular pueda ser

En cuanto a la fijación relacionada con los nódulos, éstos se presentan en la raíz de Inga jinicuil, pero no en las de Inga leptoloba. Los nódulos se presentan en la superficie y rodeando a los troncos de los cafetos. La cantidad de nitrógeno fijado es de aproximadamente 35 Kg/ha anuales.

Otro de los aspectos muy importantes que se han estudiado, es la influencia de los árboles de sombra sobre la humedad del suelo de los cafetales, ya que, a pesar de que el cafeto es una planta moderadamente resistente a la sequía, su productividad es menor bajo estas condiciones. (Alvim, 1967 cit. in Jiménez y Gómez, 1982).

En investigaciones realizadas en La Orduña, Ver., (Jiménez y Golberg, 1982), se determinó el efecto de tres tipos de estructura de cafetales sobre el balance hídrico del cultivo. Estas estructuras son:

- 1) Estructura mixta: con cafetos y sombra de Inga jinicuil, I. c.f. leptoloba, Citrus sinensis y Musa c.f. sapietum.
- 2) Estructura leptoloba: con cafetos y sombra de Inga c.f. leptoloba.
- 3) Al sol: con cafetos sin árboles de sombra.

Se encontró que la pérdida de agua por evapotranspiración es menor en los cafetales con sombra de Inga c.f. leptoloba y mayor en el cafetal al sol. También que en el cafetal con sombra de leptoloba existió mayor humedad edáfica.

Otro estudio realizado en la misma zona y con los tres tipos de estruc

tura mencionados consistió en cuantificar el aporte de materia orgánica, en contrándose que éste es semejante al del bosque original, que en éste caso es de bosque caducifolio, incluso en el cultivo al sol, siempre y cuando se aporte la biomasa total del estrato herbáceo durante las limpias, (Jiménez, 1982). Este punto es importante ya que indica que en los cafetales puede darse una recirculación de nutrientes y de materia orgánica, semejante al que se da con la vegetación original, lo que es esencial para que el cultivo pueda sostenerse, a la vez que se favorece la conservación de los recursos naturales, como el suelo y el agua, entre otros.

DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

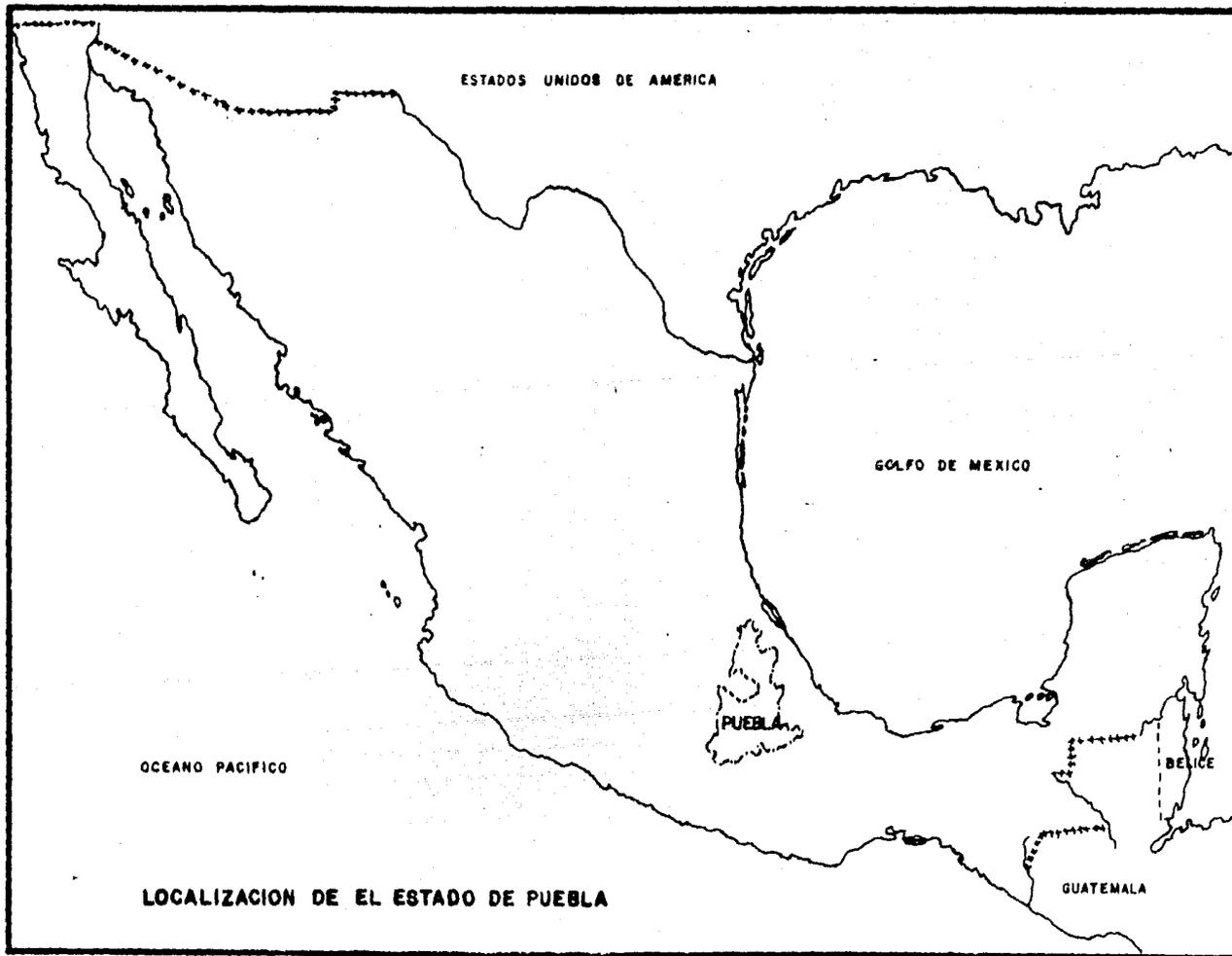
La zona de muestreo se encuentra en el Norte del Estado de Puebla, en el municipio de Xicotepec de Juárez, (del nahuatl xicotl-jicote, tepetl-cerro y co-en "en el cerro de los jicotes"), en los alrededores del poblado del mismo nombre, cuyas coordenadas son: 20^o 15' Latitud Norte y 97^o57' Longitud Oeste, encontrándose altitudes entre los 800 y 1500 m.s.n.m..

Esta zona se encuentra en el límite entre la Región de la Sierra Norte de Puebla y la región del Declive del Golfo de México, (Fuentes, 1972). Se localiza en el declive que mira hacia el Golfo de México de la Sierra de Huauchinango, perteneciente a lo que se conoce como Sierra Norte de Puebla, misma que a su vez forma parte de la Sierra Madre Oriental, por lo que su topografía es muy accidentada.

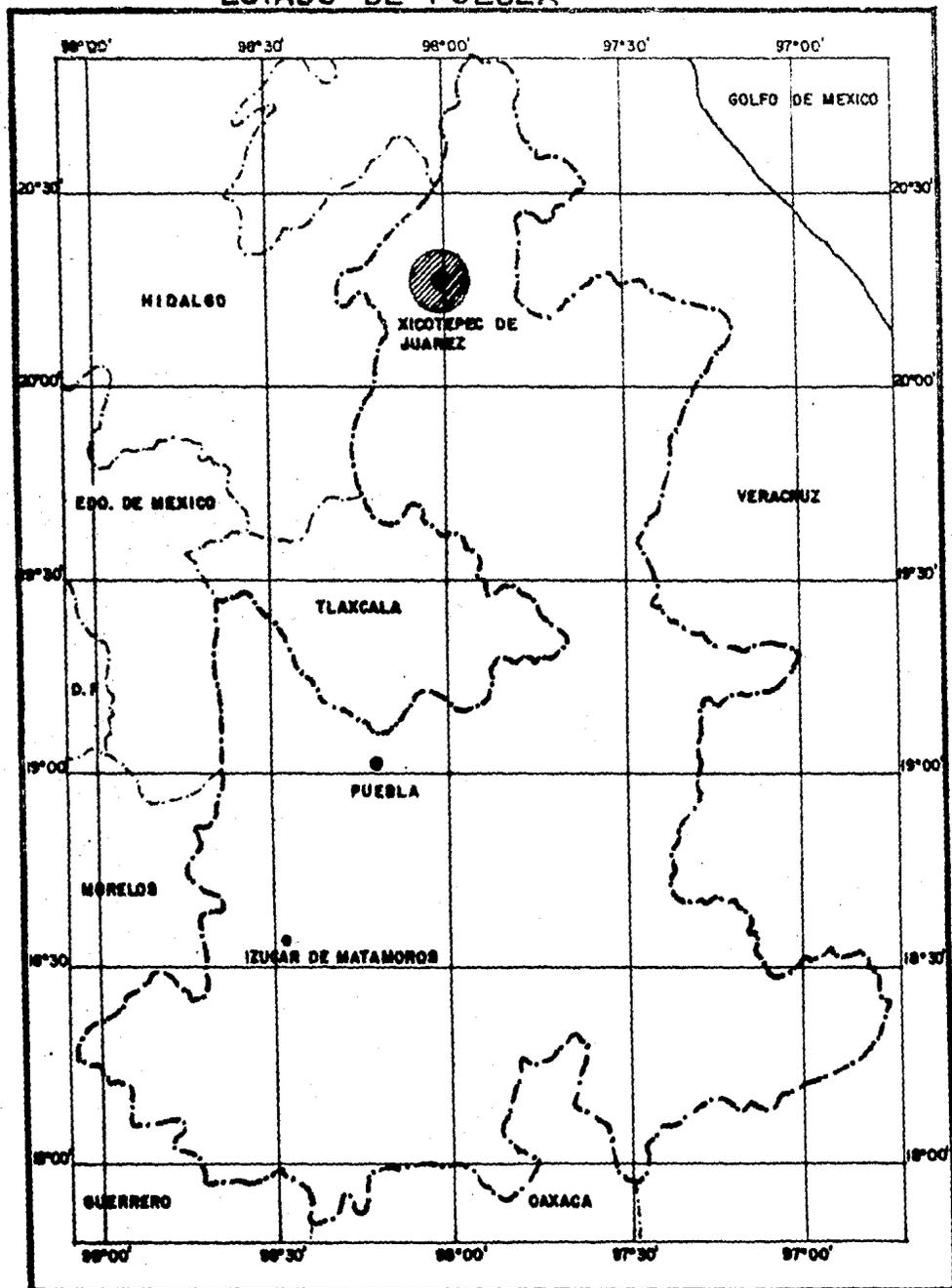
La Sierra Norte de Puebla tiene su origen en la era Terciaria en que un grán levantamiento formó el sistema montañoso de la Sierra Madre Oriental. Al verificarse el levantamiento, las aguas se depositaron en las partes bajas, como son el Valle de Atrixco, Tepeaca, El Palmar y Valsequillo principalmente, (López, 1982).

Esta Sierra va desde Huauchinango hasta Teziutlan, (Fuentes, 1972), limitando a la Llanura Costera del Golfo de México; tiene una anchura de 50 kilómetros aproximadamente y forma la barra saliente de la Mesa Central, (Commons, 1971).

La Sierra Norte de Puebla está formada por pequeñas sierras más o me -

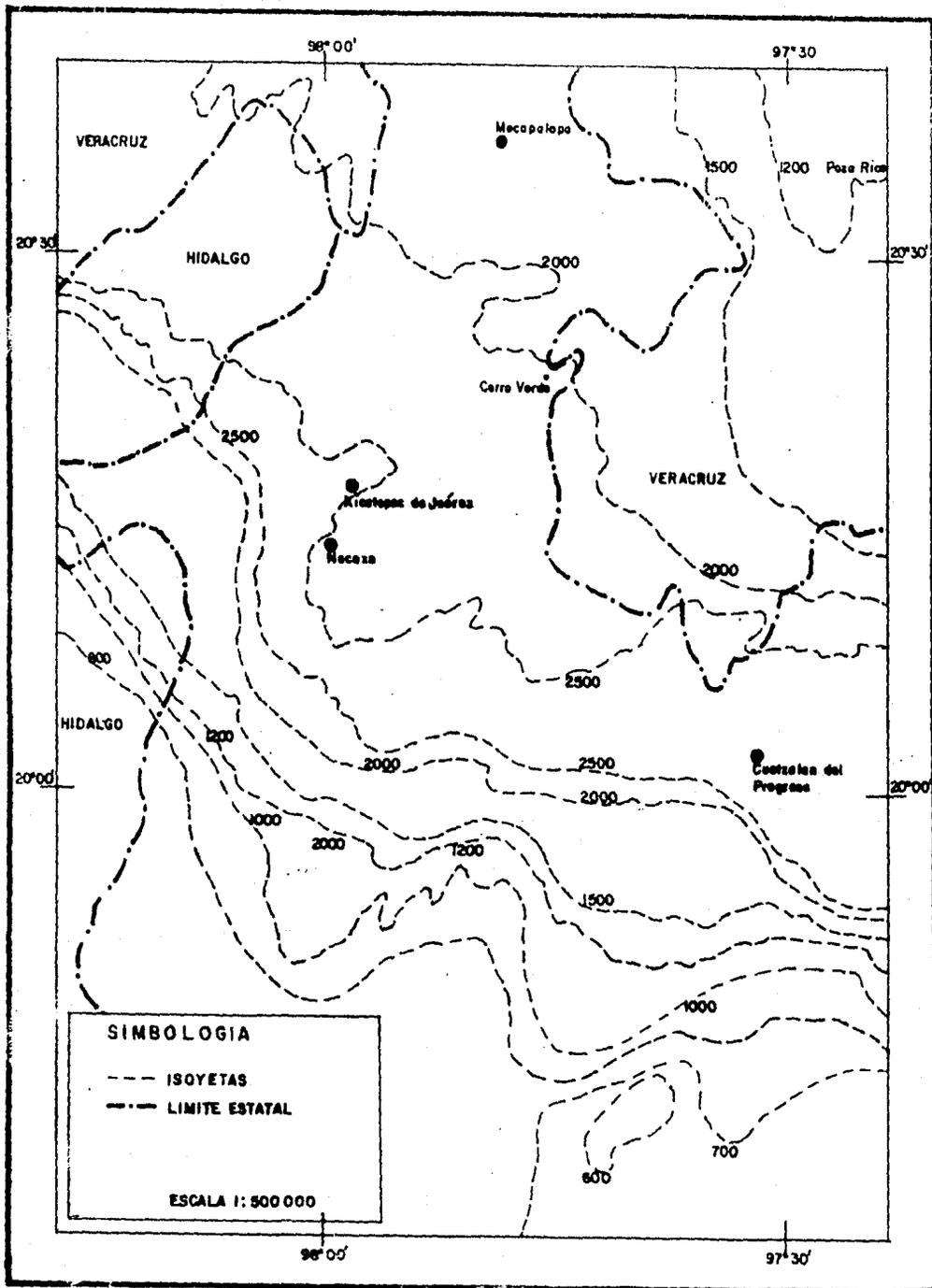


ESTADO DE PUEBLA



Tomado de: Fuentes, 1972

LOCALIZACION DE LA ZONA DE ESTUDIO



Fuente: Carta de Climas UNAM-CETENAL 1970 Carta Pachuca 19Q (IV)

MAPA ALTIMETRICO DE LA SIERRA NORTE DE PUEBLA

nos individuales, paralelas, comprimidas unas con otras, entre las que se puede mencionar las sierras de Teziutlan, Tlatlauquitepec, Zacapoaxtla, Tetela, Chignahuapan, Zacatlan y Huauchinango, en donde se presentan tanto ci mas elevados y hondas depresiones, que hacen de ésta región una zona muy abrupta y escarpada, originándose de éste modo grán número de cascadas y saltos, como el llamado Salto Grande del Río Necaxa, utilizado para la generación de energía eléctrica. La altitud de la sierra varía de 1000 a 3000 m.s.n.m..

Las rocas que forman la Sierra Norte de Puebla son principalmente calizas del Cretácico Inferior en gruesas capas, pizarras y calizas intercaladas de lutitas y arenizca, (Fuentes, 1982).

En la Sierra de Huauchinango, que como ya se mencionó, forma parte de la Sierra Norte de Puebla, se encuentran rocas del Jurásico, que de manera general son poco coherentes, fácilmente deleznable e imperfectamente apizarradas y están representadas por las series del Jurásico Superior e Inferior. Las rocas del Jurásico Inferior son pizarras arcillosas y micáceas que contienen fósiles. La serie básica está representada en la serranía de Huauchinango, por plantas fósiles del género Otozamites principalmente. La serie del Jurásico Superior se compone de calizas y pizarras, localizándose en el sur de la Sierra Norte, (Oliver, 1931, Cit. in Fuentes, 1982).

99° 00'

CARTA GEOLOGICA, ESTADO DE PUEBLA

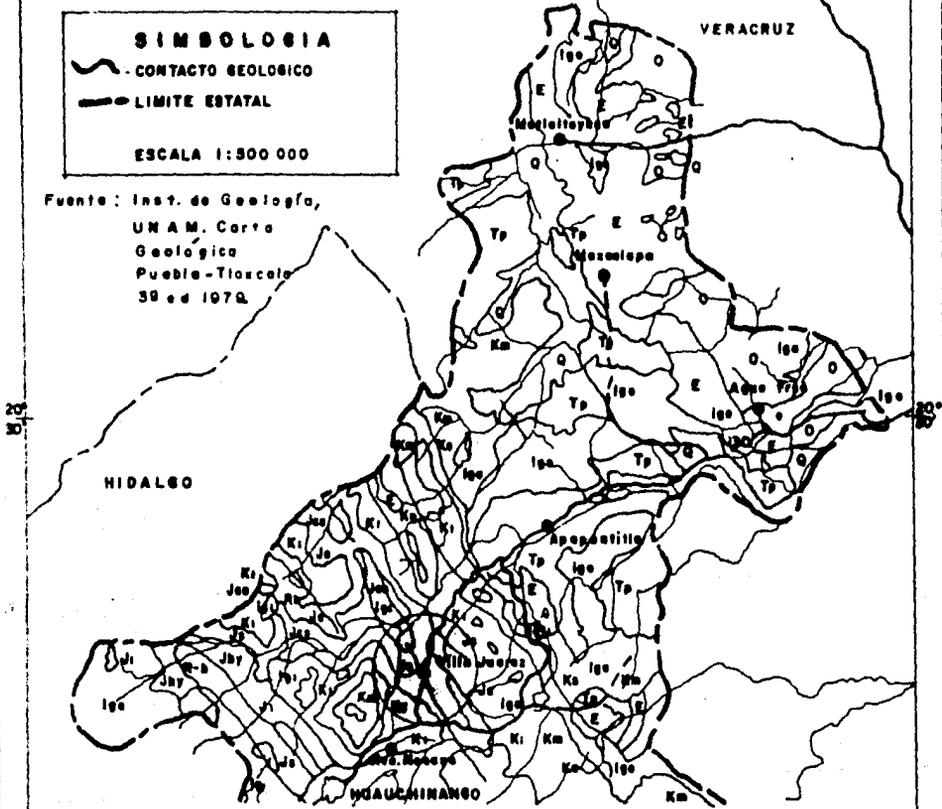
SIMBOLOGIA

— CONTACTO GEOLOGICO

— LIMITE ESTATAL

ESCALA 1:500 000

Fuente: Inst. de Geología,
UNAM. Carta
Geológica
Puebla-Tlaxcala
3ª ed 1972.



EXPLICACION

ROCAS SEDIMENTARIAS

MEZOZOICO	CRETACICO	E EOCENO	Chepopots, Tenloyuca, Guayabal	
		Tp PALEOCENO	Chiontepec, Velasco	
		Km MAESTRICHTIANO	Mendez	
	JURASICO	Ks SUPERIOR	SENOMIANO	Atoyac, San Felipe
			TURONIANO	Huamantla, Maltrate
		Ki INFERIOR	APTIANO	Tomepiles, Cuesta del cura, Turpenguillo
			NEOCOMIANO	Zapotitlan, San Juan Reyes Michuentepec Ocasionalmente, Copos Rojas en el SE de las de Tecamechcalco y NW de Acetzingo
	JURASICO	Js SUPERIOR E INDIFERENCIADO	TITHONIANO - OXFORDIANO	Pimiente, San Andres, Tamen (Jf) Tepexioltla, Tepascalula cañiza con Craeria

ROCAS IGNEAS EXTRUSIVAS

Ige IGNEO EXTRUSIVO	Ba, Basalto And, Andesitas
----------------------------	-------------------------------

99° 00'

HIDALGO

VERACRUZ

SIMBOLOGIA

GRUPO DE SUELOS DE EL ESTADO DE PUEBLA



OXISOLES (Loteríticas)



SUELOS DERIVADOS DE CENIZAS VOLCÁNICAS Y DE ANDO



LITOSOLES Y REGOSOLES



ARIDISOLES



RENDZINAS NEGRAS Y ROJAS

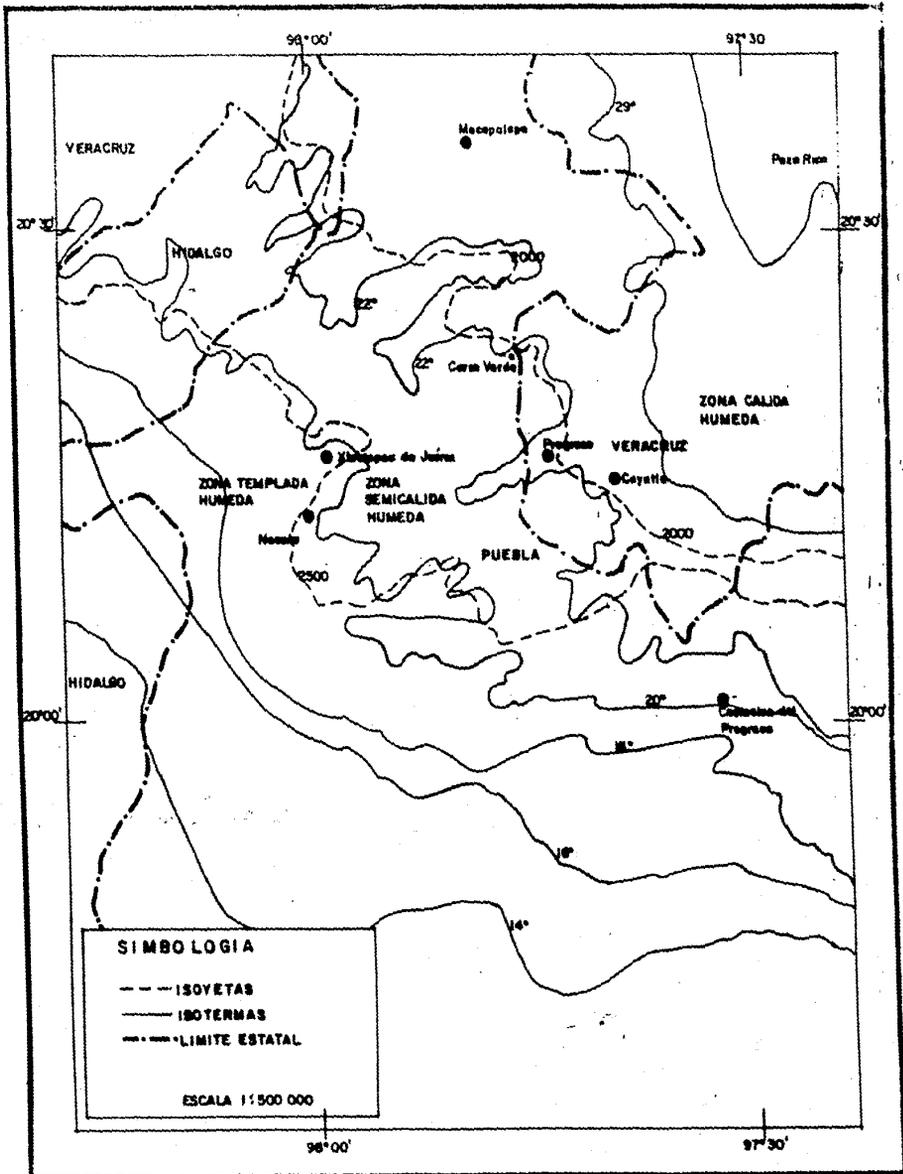
Fuente: Aguilera, 1979

CLIMA

Por su situación geográfica, el clima que se presenta en la región está afectado por los vientos alisios provenientes del Golfo de México que van cargados de humedad y, al ascender sobre la sierra, alcanzan su nivel de condensación, formando las nubes que provocan altas precipitaciones. Al mismo tiempo, también hay influencia de los ciclones tropicales que dejan una amplia zona de aguaceros y lluvias continuas, principalmente entre los meses de mayo a octubre, siendo septiembre el más con mayor incidencia, (Jáuregui, 1968).

Los datos con que se clasificó el clima fueron tomados del archivo de la S.A.R.H., de la estación de Xicotepec de Juárez, Pue. controlada por el Servicio Meteorológico Nacional y se muestran en el cuadro N^o. II.

El tipo de clima se clasifica como: (A)C (fm)w^a/b(e)g, que corresponde al semicálido, el más cálido de los templados, con una temperatura media anual de 18.5^oC; el mes más frío es enero con 13.5^oC; el más caliente es mayo con 22.0^oC. El régimen de lluvias es intermedio, con una precipitación mínima de 51.2 mm que se presenta en febrero y una máxima de 540.3 mm en septiembre, con un 6.3 % de lluvia invernal. Se presenta canícula en el mes de agosto. Las condiciones de temperatura se encuentran en el límite entre el templado con verano cálido y templado con verano fresco y largo. La oscilación térmica es de tipo extremoso, con una diferencia de 8.2^oC entre el mes más frío y el más caliente. La marcha anual de la temperatura es de tipo Ganges.



Fuente: Carta de Climas UNAM CETENAL 1970 Carta Puebla 140 (IV)

ISOTERMAS E ISOYETAS DE LA ZONA NORTE DE PUEBLA

CUADRO N° . I I .

DATOS CLIMATICOS DE XICOTEPEC DE JUAREZ, PUE.

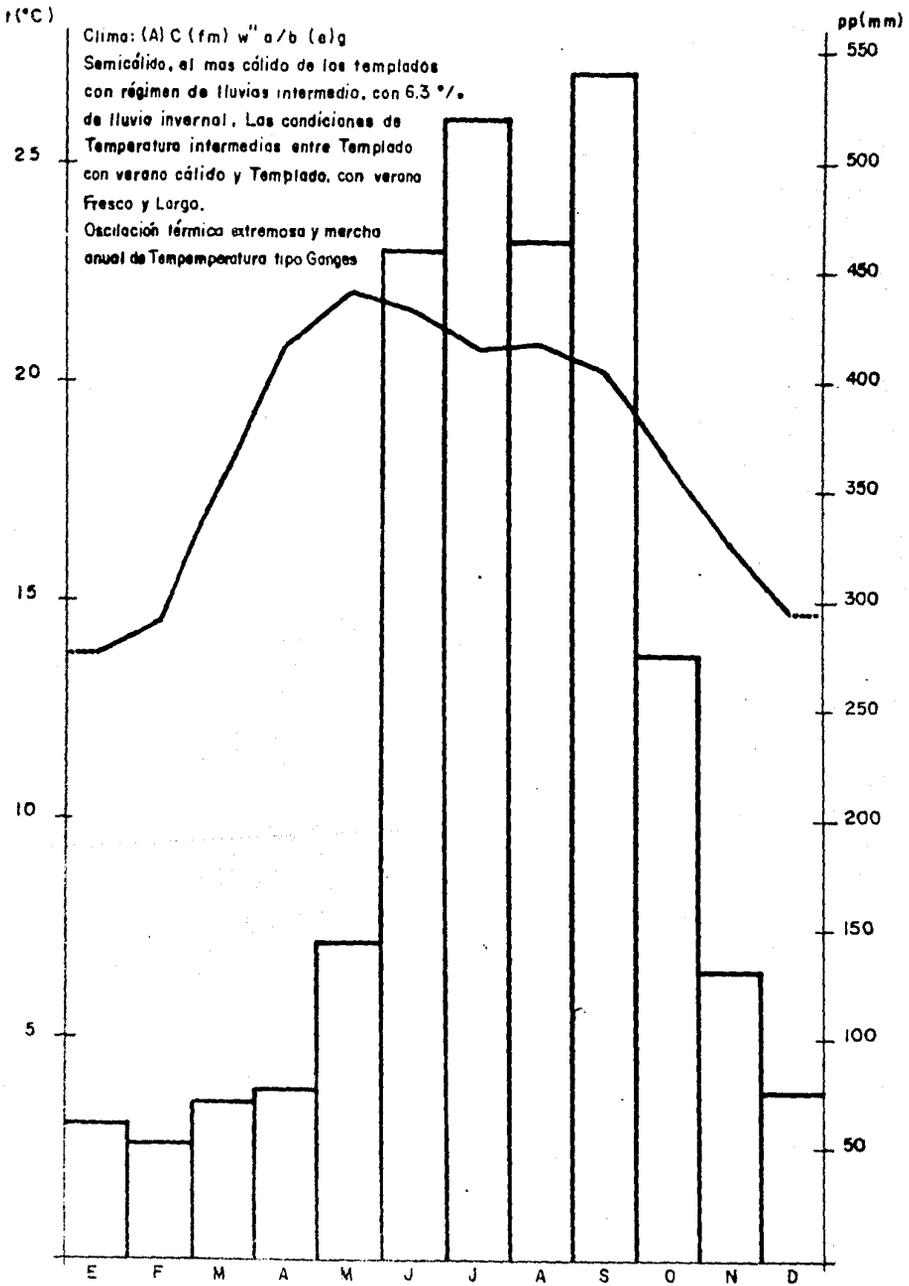
M E S	TEMPERATURA* (°C)	PRECIPITACION** (mm)
enero	13.8	59.4
febrero	14.6	51.2
marzo	17.9	70.3
abril	20.7	76.3
mayo	22.0	146.4
junio	21.5	461.9
julio	20.7	520.7
agosto	20.8	461.6
septiembre	20.3	540.3
octubre	18.3	274.9
noviembre	16.2	128.7
diciembre	14.8	74.6
	t.m.a.=18.5	anual=2'866.3

* Promedio de 24 años de observación.

** Promedio de 39 años de observación.

En la zona ocasionalmente llegan a presentarse temperaturas cercanas a los 0°C, incluso temperaturas bajo cero, como sucedió en enero de 1973 cuando se registró -4°C; la temperatura máxima extrema llegó a 35.8°C en mayo de 1964 y 1981.

Gráfica No. 1



Gráfica de Temperatura y Precipitación de Xicotepes de Juárez, Pue.

En lo que se refiere a la precipitación, algunas veces llega a ser muy abundante, reportándose valores hasta de 330 mm de lluvia en 24 horas, como ocurrió en septiembre de 1955. Raras veces la precipitación se da en forma de granizo o nieve. Cabe recordar aquí, que la Sierra Norte de Puebla y especialmente las serranías de Huauchinango, Zacapoxtla y Teziutlán conforman una de las zonas de mayor pluviosidad en la República Mexicana, (García, 1980).

HIDROLOGIA

En la zona que circunda a Xicotepec de Juárez se presentan lluvias abundantes que dan lugar a la formación de los ríos Cilima, El Higuero y Xolintla. Los dos últimos unen sus cauces al río Cilima a la altura del poblado de Avila Camacho, para posteriormente pasar a formar parte los tres del Río San Marcos que se origina al sur de Pahuatlan, en el Edo. de Hidalgo, y al penetrar en territorio veracruzano toma el nombre de Río Cazones, que desemboca en la barra del mismo nombre en el Golfo de México.

Al sur de Xicotepec de Juárez corre hacia el Golfo de México el río Necaxa que nace al sur de Huauchinango con el nombre de Río Totolapa. El Río Necaxa surca la Sierra Norte de Puebla, formando cascadas como el Salto Grande y Salto Chico usados para la generación de energía eléctrica. A su paso hacia las presas La Laguna, Necaxa y Tenango que se alimentan con sus aguas, ha recogido el caudal de pequeños y grandes afluentes, penetrando al Edo. de Veracruz con el nombre de Río Tecolutla, hasta desembocar al Golfo de México en la barra de Tecolutla.

VEGETACION

La vegetación que existe en la región que circunda a Xicotepec de Juárez es exuberante, resultado de su situación geográfica y el clima de la zona. El tipo de vegetación correspondiente a la localidad es de Bosque Mesófilo de Montaña, (Rzedowski y Huerta, 1981), el cual en México se encuentra en áreas de clima húmedo de altura, con precipitaciones superiores a los 1000 mm anuales, llegando en algunos casos a exceder los 3000 mm/año. El número de meses secos varía de uno a cuatro, con frecuentes neblinas y humedad atmosférica elevada. La temperatura media anual de 12 a 23 °C, y en general se registran heladas en los meses fríos, pudiendo llegar a presentarse nevadas ocasionales en las regiones de mayor elevación.

El Bosque Mesófilo de Montaña se presenta en áreas de topografía muy accidentada, siendo lo más frecuente que se presente en laderas de elevada pendiente, con bastante humedad, protegidas de vientos fuertes y de la insolación excesiva.

Está compuesto por árboles que generalmente tienen alturas de 15 a 35 metros. Frecuentemente incluye tanto árboles perennifolios, como deciduos, de modo que el bosque siempre se observa verde, siendo escasos días en la época fría, en que los árboles de hoja decidua pierden su follaje. Suelen existir varios estratos arbóreos y uno o dos arbustivos. En áreas no perturbadas está ausente el estrato herbáceo. Abundan las trepadoras leñosas, sobre todo a bajas altitudes o en cañadas protegidas, presentándose los siguientes géneros: Archibaccharis, Celastrus, Clematis, Gelsemium, Rhus y

Smilax entre otros. Las epífitas están bien representadas, especialmente por líquenes, briofitas y pteridofitas. Existen también representantes de las familias Piperaceae, Bromeliaceae y Orchidaceae, siendo ésta última la que probablemente esté mejor representada de todas las angiospermas. Le siguen en importancia la Compositae, la Rubiaceae, la Melastomataceae y la Leguminosae. Las gimnospermas están representadas por Pinus, Podocarpus y Abies, además de diversas cicadáceas.

En éste habitat es en el que se encuentra mayor abundancia de pteridofitas, entre las que destacan numerosas especies de Licopodium y Selaginella. Las especies arborecentes de la familia Cyatheaceae, llegan a ser algunas veces muy numerosas, lo que le confiere al bosque una gran vistosidad.

Las briofitas también son muy abundantes, llegando a cubrir troncos, ramas y aún hojas de los árboles. Los hongos superiores están representados por géneros como: Amanita, Leotia, Boletus, Auricularia, Lactarius y Psilocybe entre otros, (Guzmán, citado por Rzedowski, 1981).

Uno de los géneros característicos de éste tipo de vegetación es Liquidambar que en ocasiones se encuentra asociado con Quercus. Para Puebla e Hidalgo se citan las siguientes especies: Quercus sororia, Q. furfuracea, Q. excelsa, Q. candicans, Q. trinitatis, Q. acatenangensis, Q. xalapensis, Q. galeottii, Clethra quercifolia, Meliosma alba, Carpinus caroliniana, Nyssasylvatica, Ostrya virginiana, Alnus arguta, Crataegus pubescens, Symplocos aff. jurgensenii, Prunus samydoides y Phoebe sp., (Miranda y Sharp, 1950 citado por Rzedowski 1981).

Debido a las condiciones climáticas favorables de las áreas en que se presenta éste tipo de vegetación, ésta ha sido gravemente perturbada y en ocasiones totalmente desplazada por cultivos como el café, a altitudes inferiores a los 1500 m.s.n.m., llegando a substituir completamente al bosque como es el caso de Xicotepec de Juárez, de modo que el paisaje queda dominado por cafetos y los árboles de sombra del género Inga, Citrus y Musa, o de la vegetación original. En zonas de mayor altitud, el bosque está substituido por huertos de manzano, aguacate u otros frutales. También es frecuente que éstos lugares sean ocupados por pastizales que rara vez sustentan una ganadería próspera.

De éste modo, en Xicotepec de Juárez, Pue., la vegetación original ha sido desplazada, quedando solo algunos árboles o pequeñas áreas aisladas con éste tipo de vegetación.

MATERIAL Y METODOS

- 1) Se hicieron nueve pozos de 80 cm de profundidad; ocho en plantaciones de café con sombra de leguminosas del género Inga, jústamente en el espacio que está entre el cafeto y el árbol de sombra, y uno en una zona de pastizal donde próximamente se introduciría el cafetal. La elección de los sitios de muestreo fué al azar.
- 2) Se tomaron datos de campo, como altitud, pendiente, textura al tacto.
- 3) Se tomaron muestras de suelos cada 10 cm, comenzando por la parte más profunda, hacia la superficie, colectando aproximadamente 1 Kg de suelo en bolsas de plástico y se etiquetaron.
- 4) Se secaron las muestras a temperatura ambiente, se molieron y se tamizaron con un tamiz de abertura de malla de 2.0 mm y se les hicieron las siguientes determinaciones:
 - a) Color en seco y húmedo, mediante comparación con las Tablas de color Munsell para suelos, (1954).
 - b) Densidad aparente por el método de probeta, (Baver, 1956).
 - c) Densidad real por el método del picnómetro, (Jackson, 1982).
 - d) Porcentaje de espacio poroso, por diferencia de densidades, (Baver, 1956)
 - e) Textura por el método del densímetro de Bouyoucos, (1963).
 - f) Reacción del suelo, mediante el potenciómetro Beckman Corning, en la suspensión suelo-agua destilada hervida y suelo-cloruro de potasio 1 N pH 7, ambas en relación 1:2.5.
 - g) Porcentaje de materia orgánica por vía húmeda de Walkley y Black, (1957).
 - h) Capacidad de intercambio catiónico total (C.I.C.T.), por el método volumétrico, usando negro de eriocromo como indicador y titulando con

EDTA 0.02 N, (Jackson, 1982).

- i) Sodio y potasio intercambiables, extrayendo con acetato de amonio 1 N pH 7, y leyendo en flamómetro marca Corning 400, (Jackson, 1982).
- j) Calcio y magnesio intercambiables, por el método volumétrico, usando como indicadores negro de eriocromo y murexida y titulando con EDTA versenato 0.02 N, (Jackson, 1982).
- k) Fósforo por el método Bray I, (Jackson, 1982)
- l) Nitratos por el método del ácido fenol disulfónico, (Jackson, 1982).
- m) Alofano por el método de Fieldes y Perrot, (1966).
- n) Se compararon los resultados de los análisis del cafetal con sombra de Inga sp. y Citrus sinensis.

RESULTADOS

CUADRO N° . III

POZO N° . I

Finca San Miguel Buenavista, al NO del poblado.

Altitud: 930 m.s.n.m.

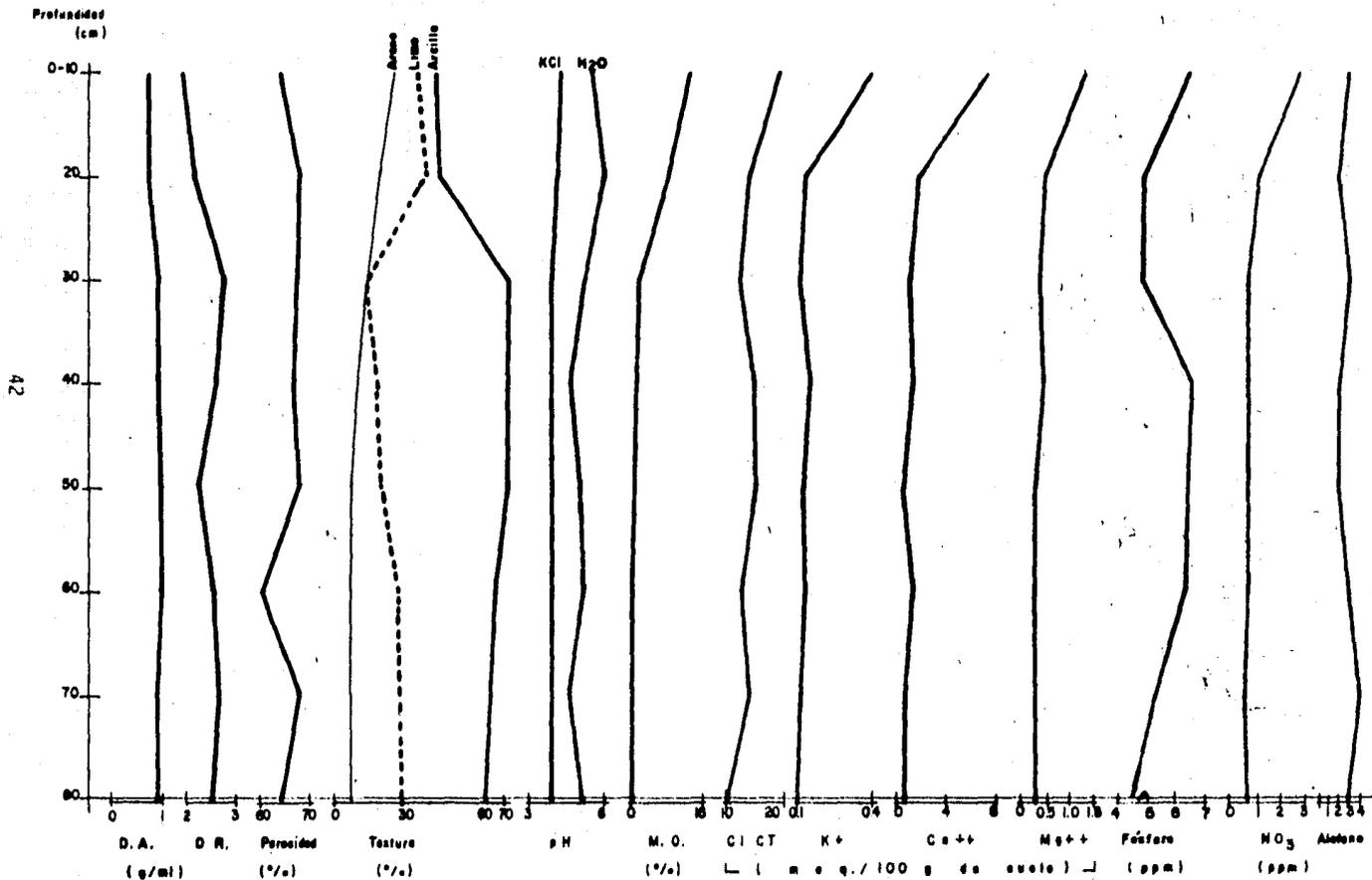
Tipo de vegetación: Cafetal con sombra de Inga sp.

TESIS CON:
FALLAS DE ORIGEN

PDBZ. (m)	C O L O R		D.A. (g/ml)	R.R. (g/ml)	PONDOSIDAD (g)	V E R D E Z A			N O		R.O. (g)	S . I . C . I .				FOSFORO (ppm)	ALOFARO (ppm)	Mg ₃ (ppm)	SATURACION DE BASES (%)	
	FRON	REVERSO				ARREBA (%)	LINDO (%)	AREJILLA (%)	N O 112.5	S I C . I . 117.5		S ⁺ (mg/100 g de muestra)	S ⁰	S ⁻	S ⁺⁺					
80-80	5 TB 4/1 Gris Ocaso- ro	5 TB 1/2 Pardo Negro Mujino	0.71	2.9	63.6	25.2	34.0	40.8	3.9	4.8	12.50	21.8	0.40	7.93	1.30	0.15	6.70	***	2.65	13.0
10-80	10 TB 4/4 Pardo limbo Oca- suro	10 TB 3/2 Pardo Gris- limbo Oca- suro	0.71	2.2	66.3	19.2	37.4	43.4	6.0	4.1	8.10	14.8	0.23	1.69	0.31	0.04	4.86	****	1.10	15.8
20-80	5 TB 7/6 Amarillo Mujino	5 TB 5/8 Rojo Amari- llento	0.93	2.8	67.7	13.6	13.6	72.8	5.8	3.9	1.37	13.2	0.11	1.09	0.37	0.00	4.86	***	0.70	11.9
30-80	5 TB 4/4 Pardo Mujino Claro	5 TB 5/8 Rojo Amari- llento	0.98	2.6	67.6	9.8	16.0	78.8	4.6	3.9	1.12	16.4	0.15	1.38	0.48	0.08	4.87	**	0.70	12.2
40-80	5 TB 7/6 Amarillo Mujino	5 TB 6/8 Amarillo Mujino	0.95	2.3	68.3	7.8	20.0	38.8	5.0	3.9	1.06	16.6	0.13	0.70	0.31	0.08	6.70	**	0.70	6.9
50-80	5 TB 6/8 Amarillo Mujino	5 TB 6/8 Amarillo Mujino	1.01	2.6	60.8	7.8	26.0	66.8	5.8	3.9	0.56	13.0	0.16	1.25	0.34	0.09	6.70	***	0.70	14.5
60-70	5 TB 6/6 Amarillo Mujino	5 TB 6/6 Amarillo Mujino	0.95	2.7	66.3	7.6	26.0	66.4	4.6	3.9	0.56	14.8	0.18	0.86	0.31	0.06	5.36	**	0.65	8.6
70-80	5 TB 7/8 Amarillo Mujino	5 TB 5/8 Rojo Amari- llento	0.93	2.6	64.6	7.6	29.0	63.4	5.8	3.9	0.44	10.9	0.10	0.89	0.30	0.00	4.53	***	0.70	11.9

Pozo 1

Gráfico No. 2



P O Z O I I I .

Localidad: La Chivería, finca San Miguel Buenavista, al NO del poblado.

Altitud: 750 m.s.n.m.

Pendiente: 23° con orientación NO-SE.

Tipo de vegetación: cafetal con sombra de Inga sp.

PROFUNDIDAD (cm)	OBSERVACIONES
0-10	Hay raíces fibrosas, macroporos escasos, microporos abundantes; drenaje regular; estructura en bloques subangulares; textura arcillosa; muy adhesivo; plástico; compactación firme; se presentan intrusiones.
10-20	Hay raíces fibrosas abundantes, se presentan macro y microporos; drenaje regular, se observan escasos nódulos; textura arcillosa; muy adhesivo; compactación firme.
20-30	Raíces fibrosas y leñosas escasas; microporos abundantes macroporos escasos; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares; plástico; compactación firme; textura arcillosa; adhesivo. Se presenta mucha "gallina ciega".
30-80	Raíces fibrosas escasas; con poros medios y pequeños; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares; text. arcillosa; adhesivo y compactación firme.

Los cafetos presentan necrosis en la punta de las hojas y en otras en los bordes. Algunas presentan jaspeado amarillento. Los árboles de sombra tienen las hojas comidas por una larva, aunque los cercanos al pozo conservan aún más del 50 %.

CUADRO N.º. IV

POZO N.º. III

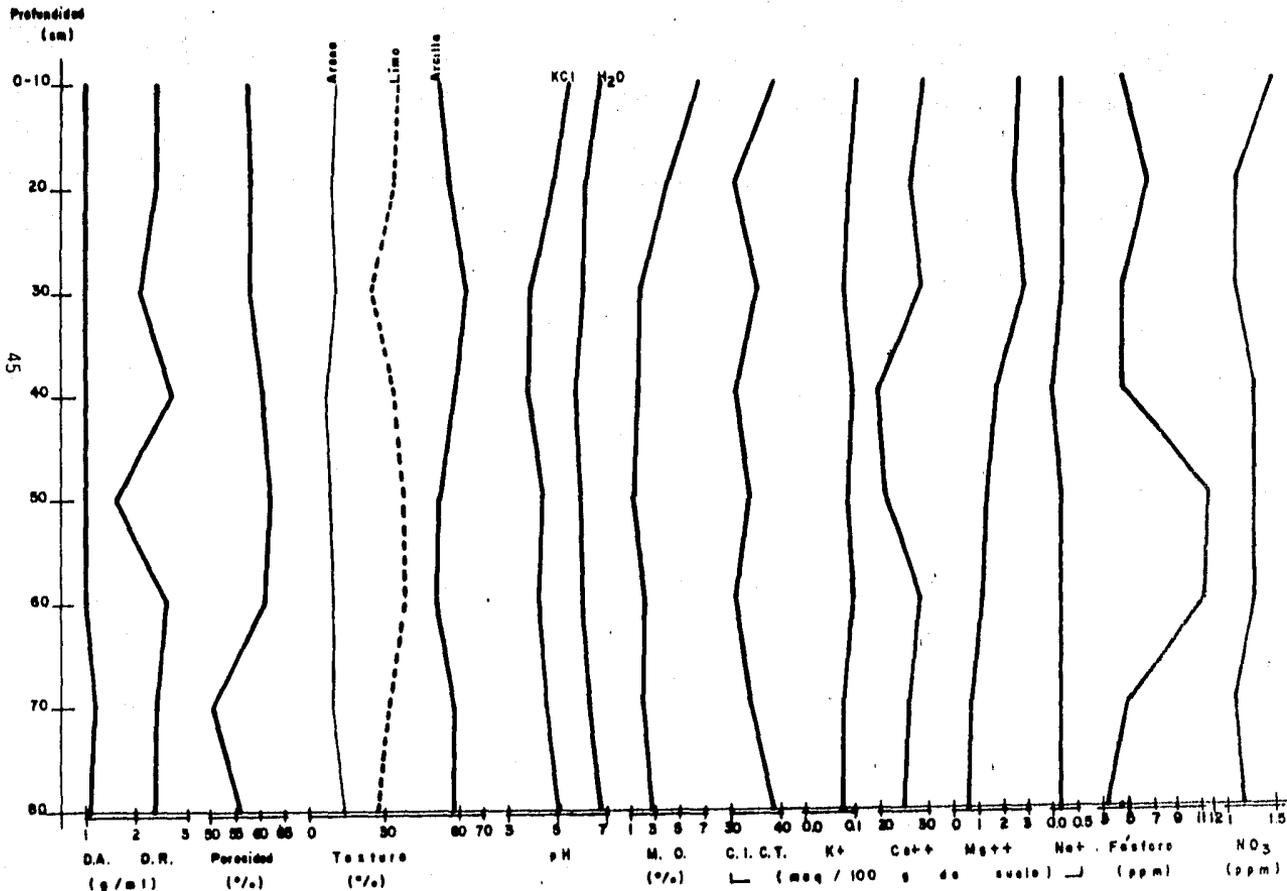
Localidad: La Chivería de la Finca San Miguel Buenavista, al NO del poblado.

Altitud: 750 m.s.n.m.

Pendiente: 23° con orientación NO-SE.

Tipo de vegetación: Cafetal con sombra de Inga sp.

PROF. (m)	C O L O R		D.A. (g/ml)	D.B. (g/ml)	POROSIDAD (%)	T E X T U R A			pH		S.O. (%)	C.I.C.F.				FOSFORO (ppm)	ALUMINO (ppm)	S A T U R A C I O N DE NITRÓ (%)		
	SABOR	HELMIO				ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	pH 172.5	pH 172.5		C ⁺⁺ (mg/100 g de suelo)	Cu ⁺⁺	Mn ⁺⁺	Zn ⁺⁺					
00-10	10 TB 6/6 Pardo amari- limbo Claro	10 TB 4/4 Pardo amari- limbo Obscuro	1.0	2.4	57.6	10.8	36.0	53.2	6.8	5.3	6.6	38.8	0.11	29.4	2.75	0.2	4.86	---	1.3	83.3
10-20	10 TB 7/4 Pardo muy pálido	10 TB 4/3 Pardo obscuro	1.0	2.4	57.8	8.8	34.0	57.2	6.7	4.8	4.1	30.7	0.09	24.5	2.47	0.2	4.70	---	1.0	95.7
20-30	10 TB 4/3 Pardo pálido	10 TB 5/4 Pardo amarillento	1.0	2.1	58.2	11.0	29.6	63.4	6.2	3.9	1.8	35.2	0.08	28.5	2.86	0.2	4.86	---	1.0	49.9
30-40	10 TB 5/3 Pardo grimeoso	10 TB 3/3 Pardo Obscuro	1.0	2.7	61.1	6.8	34.0	59.2	5.8	3.8	1.7	31.3	0.10	19.4	1.75	0.0	4.86	---	1.3	88.4
40-50	10 TB 5/3 Pardo grimeoso	10 TB 4/3 Pardo amarillento Obscuro	1.0	1.6	48.3	8.8	36.0	53.2	6.0	4.0	1.3	35.8	0.09	21.8	1.38	0.2	11.56	---	1.3	68.7
50-60	10 TB 5/2 Pardo grimeoso	10 TB 4/3 Pardo amarillento	1.0	2.6	60.7	10.4	36.4	51.2	6.1	6.3	2.2	31.5	0.10	28.5	1.23	0.2	11.39	---	1.3	95.2
60-70	10 TB 5/3 Pardo grimeoso	10 TB 4/3 Pardo Obscuro	1.2	2.4	50.4	10.4	32.0	57.6	6.4	4.4	2.3	34.5	0.08	26.3	0.72	0.2	5.03	---	1.1	79.1
70-80	10 TB 6/4 Pardo amarillento Claro	10 TB 4/3 Pardo obscuro	1.1	2.4	55.7	14.4	28.0	57.6	6.8	5.1	2.9	36.9	0.08	24.5	0.61	0.2	3.52	---	1.2	66.2



P O Z O Y I .

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, hacia el E del poblado.

Altitud: 800 m.s.n.m..

Pendiente: 12° con orientación SO-NE.

Tipo de vegetación: cafetal con sombra de Inga sp.

Edad aproximada del cafetal: 5 años.

PROFUNDIDAD (cm)	OBSERVACIONES
0-10	Hay raíces fibrosas abundantes, nódulos escasos; macroporos abundantes; buen drenaje; estructura granular; con intrusio <u>nes</u> ; adhesivo.
10-20	Color oscuro; raíces fibrosas abundantes; poros medios y grandes abundantes; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares poco desarrollados; poco adhesivo; denso.
30-40	Raíces fibrosas abundantes; poros medianos abundantes; es - tructura en bloques subangulares desarrollados; elevada pe - dregosidad; compactación densa; adhesivo.
40-60	Color oscuro; raíces fibrosas escasas; poros grandes abun - dantes; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares; compactación densa; adhesivo; con piedras.
60-80	Raíces fibrosas escasas; estructura en bloques subangulares porosidad abundante; compactación firme; adhesivo; plástico textura arcillosa y elevada pedregosidad.

CUADRO N° . V

POZO N° . VI

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, al E del poblado.

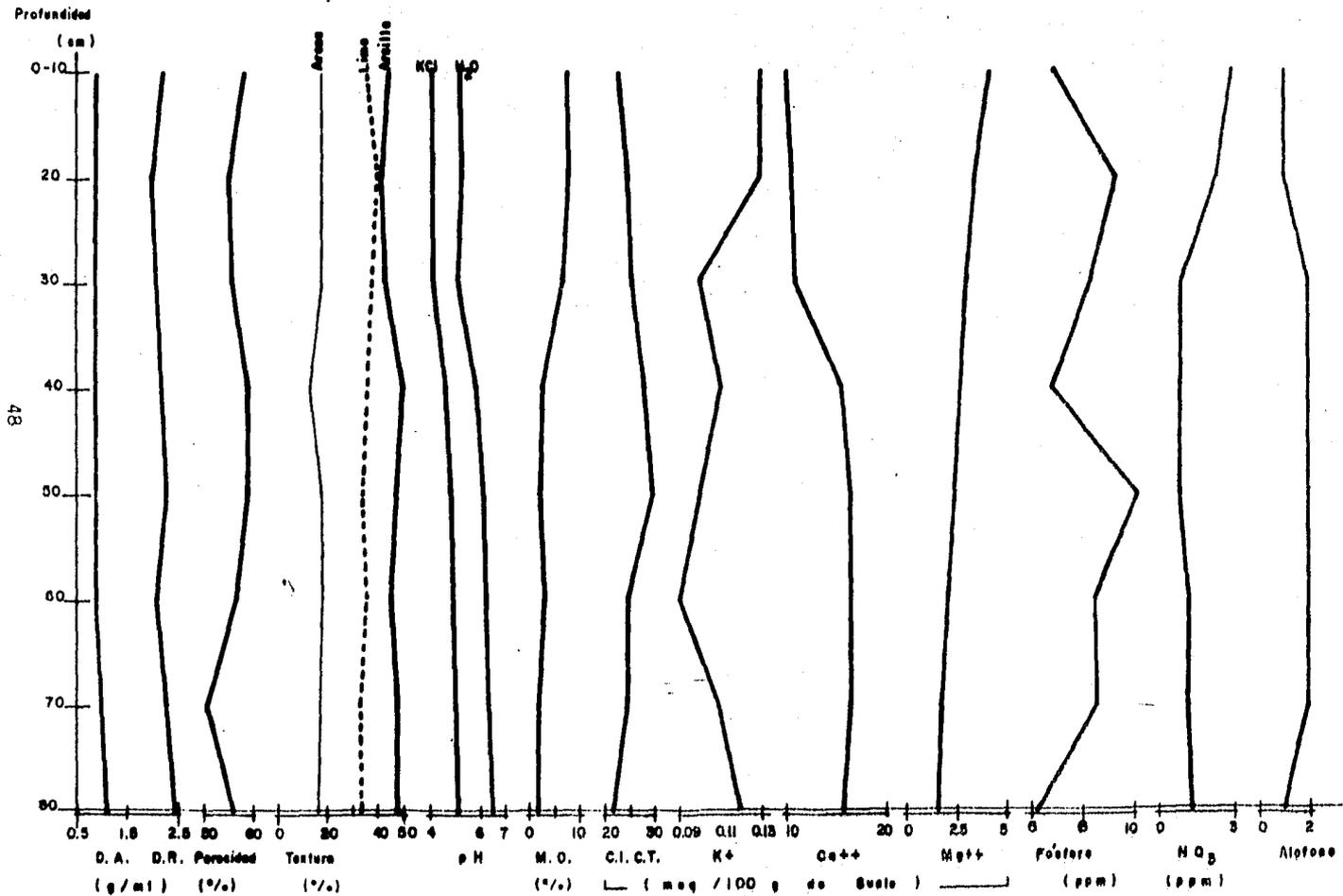
Altitud: 800 m.s.n.m.

Pendiente: 12°, con orientación S0-NE.

Edad del cafetal; aproximadamente 5 años.

Tipo de vegetación: cafetal con sombra de Inga sp.

PROP. (m)	COLORES		S.H. (g/ml)	D.H. (g/ml)	SOMBRILLAS (%)	RESERVA			S.O. (%)	S.I.S.V. (%)	CATIONES				ALFARO (ppm)	PO3 (ppm)	SATURACION LE BASES (%)			
	SECO	HIEMPO				ASMA (%)	LIBRO (%)	ARCILLA (%)			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	K ⁺				(meq/100 g de suelo)		
00-10	10 TB 5/4 Pardo amarri-Pardo oscuro lilento.	10 TB 1/3	0.9	2.2	98.3	18.0	37.6	44.0	5.2	4.3	7.7	23.7	0.13	9.9	4.3	0.0	6.70	*	2.9	63.2
10-20	10 TB 5/4 Pardo amarri-Pardo gris- lilento.	10 TB 1/3	0.9	2.0	95.3	18.0	39.6	42.0	5.3	4.3	7.9	24.7	0.13	10.8	3.8	0.1	9.22	*	2.3	59.7
20-30	10 TB 5/3 Pardo.	10 TB 1/2 Pardo gris- oscuro.	0.9	2.1	96.1	18.0	37.6	44.0	5.1	4.2	7.0	23.6	0.10	11.0	3.1	0.0	8.23	**	0.9	55.8
30-40	10 TB 5/3 Pardo.	10 TB 1/2 Pardo gris- oscuro.	0.9	2.2	98.7	13.6	34.0	50.4	5.9	4.7	2.4	21.0	0.13	13.7	2.8	0.0	6.70	**	0.9	65.1
40-50	10 TB 5/3 Pardo.	10 TB 1/2 Pardo gris- oscuro.	0.9	2.3	99.0	18.0	34.0	48.0	6.2	4.9	2.2	29.8	0.10	16.6	2.4	0.0	12.06	**	0.8	64.3
50-60	10 TB 6/4 Pardo amarri-Pardo gris- lilento claro oscuro. P.	10 TB 1/2 Pardo gris- oscuro.	0.9	2.1	96.9	18.0	35.6	48.0	6.3	4.8	3.8	25.1	0.09	14.7	2.0	0.0	8.38	**	1.2	74.8
60-70	10 TB 7/4 Pardo muy pálido.	10 TB 4/4 Pardo amarri- lilento oscuro.	1.0	2.3	91.1	18.0	33.6	48.4	6.4	5.0	2.3	24.7	0.11	14.5	1.9	0.0	8.55	**	1.1	74.6
70-80	10 TB 7/6 Amarillo.	10 TB 6/4 Pardo amarri- lilento oscuro P.	1.1	2.5	96.8	17.6	34.0	48.4	6.2	5.1	1.4	22.2	0.12	15.8	1.7	0.0	6.01	*	1.3	79.8



P O Z O V I I .

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, hacia el Este del poblado.

Altitud: 810 m.s.n.m.

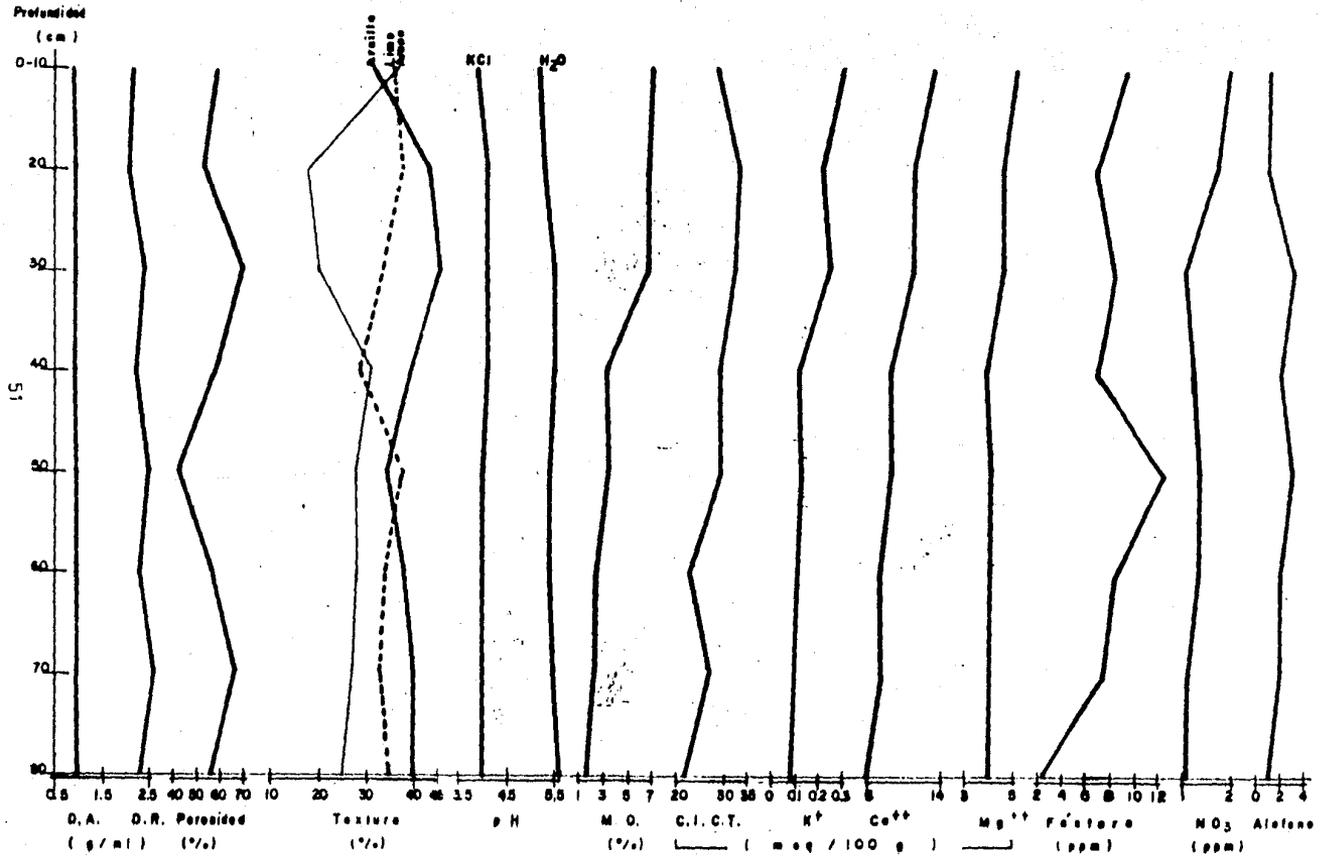
Pendiente: 15⁰

Tipo de vegetación: cafetal con sombra de Inga sp.

PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
(cm)	
0-10	Se presentan raíces con nódulos; estructura granular; drenaje bueno; macro y microporosidad abundante; adhesivo y compactación densa.
10-20	Raíces fibrosas abundantes; estructura granular; porosidad abundante; drenaje bueno; textura arcillosa; adhesivo compactación densa.
20-30	Raíces fibrosas abundantes; estructura granular; porosidad abundante; drenaje bueno; textura arcillosa; adhesivo.
30-40	Macro y microporos abundantes; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares; denso; textura arcillosa; raíces fibrosas escasas; pedregoso.
40-80	Raíces fibrosas escasas; macro y microporos abundantes; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares; compactación densa; textura arcillosa; adhesivo; pedregoso.

Pozo VII

Gráfico No. 5



POZO VIII.

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, hacia el E del poblado.

Altitud: 850 m.s.n.m.

Pendiente: 28°, con orientación SE-NE.

Tipo de vegetación; cafetal con sombra de Inga sp.

PROFUNDIDAD (cm)	OBSERVACIONES
0-20	Color oscuro; hay raíces fibrosas abundantes; acumulación de materia orgánica; poros medianos y grandes abundantes; estructura en bloques subangulares desarrollados y granular.
20-30	Color café; raíces finas abundantes; poros medianos y grandes abundantes; drenaje bueno; hay acumulación de arcilla; muy adhesivo; compactación firme.
30-80	Color café claro; raíces fibrosas abundantes; drenaje bueno; pedregosidad elevada.

CUADRO N° . V I I

POZO N° . V I I I

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, al E del poblado.

Altitud: 850 m.s.n.m.

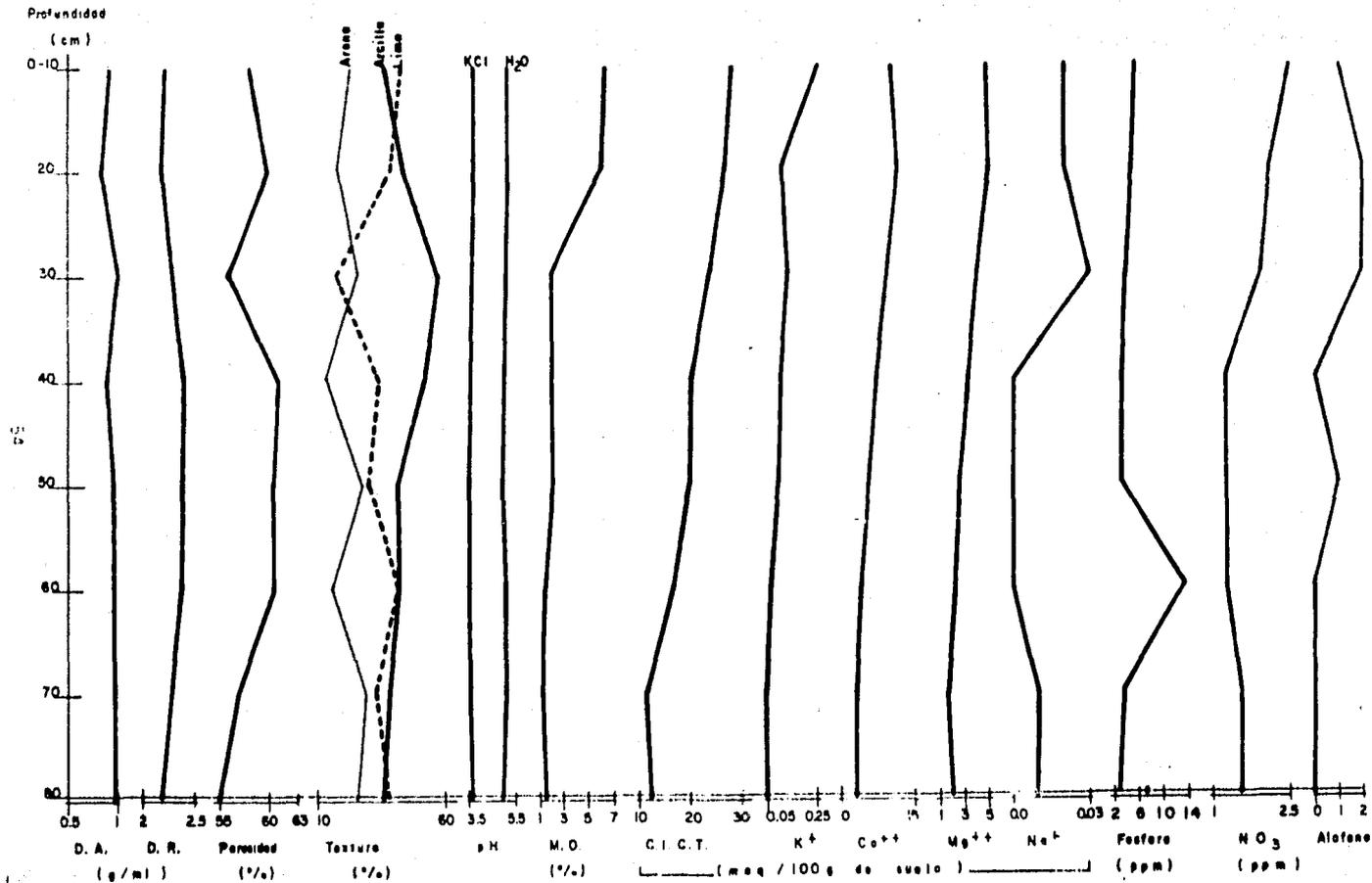
Pendiente: 28°, con orientación SE-NE.

Tipo de vegetación: Cafetal con sombra de Inga sp.

PROF. (cm)	COLORES		D.A. (g/ml)	D.N. (g/ml)	POROSIDAD (%)	TEXTURA			S ₁₀ 1x7,5	S ₂₀ 1x2,5	U.O. (%)	C.F.C.F.					PCFOMO (ppm)	ALOPARQ (ppm)	NO ₃ ⁻ (ppm)	CATEGORÍA DE SUELOS (%)
	SECO	HUMEDO				ARMA (%)	LINO (%)	ARCILLA (%)				P ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺					
00-10	10 TB 6/4 Pardo Amarillento Claro.	10 TB 2/3 Pardo Oscuro.	0.92	2.2	58.3	22.0	42.0	36.0	3.2	3.8	6.20	28.0	0.25	10.17	4.58	0.02	5.27	*	2.5	22.0
10-20	10 TB 6/4 Pardo Amarillento Claro.	10 TB 4/3 Pardo Oscuro.	0.88	2.2	60.0	18.0	38.0	44.0	3.3	3.9	6.00	26.6	0.10	11.67	5.02	0.02	5.36	**	2.1	63.2
20-30	10 TB 7/4 Pardo Muy Pálido.	10 TB 5/6 Pardo Amarillento.	1.00	2.3	56.1	21.8	38.0	36.8	3.2	3.2	2.40	23.3	0.13	9.08	4.13	0.03	4.29	**	2.0	56.6
30-40	10 TB 7/6 Pardo muy Pálido.	10 TB 4/6 Pardo Amarillento Oscuro.	0.92	2.4	61.3	14.0	34.0	52.0	3.1	3.7	8.11	20.2	0.10	9.98	3.36	0.00	3.35	—	1.3	51.7
40-50	10 TB 7/6 Amarillo.	10 TB 4/6 Pardo Amarillento Oscuro.	0.94	2.4	60.8	17.6	30.0	48.4	3.0	3.7	2.24	19.6	0.09	9.34	2.75	0.00	3.35	*	1.2	47.8
50-60	10 TB 7/4 Pardo Muy Pálido.	10 TB 4/6 Pardo Amarillento Oscuro.	0.94	2.4	60.8	15.6	48.0	48.4	3.2	3.6	1.55	16.4	0.06	3.89	2.23	0.00	3.76	—	1.3	37.7
60-70	10 TB 7/3 Pardo Muy Pálido.	10 TB 5/6 Pardo Amarillento.	0.97	2.3	57.8	26.0	30.0	34.0	3.8	3.7	1.24	11.3	0.05	2.84	1.40	0.01	3.35	—	1.0	35.7
70-80	10 TB 7/4 Pardo Muy Pálido.	10 TB 4/6 Pardo Amarillento Oscuro.	0.98	2.2	55.0	26.0	36.0	38.0	5.0	3.8	1.49	12.6	0.05	3.14	1.53	0.01	3.51	—	1.8	40.7

Pozo VIII

Gráfico No. 6



P O Z O I X .

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, al Este del poblado.

Altitud: 850 m.s.n.m.

Pendiente: 29° con orientación SE-NE.

Tipó de vegetación: cafetal con sombra de Inga sp.

PROFUNDIDAD (cm)	OBSERVACIONES
0-20	Rafces fibrosas abundantes; porosidad elevada; drenaje bueno; est. granular; poco adhesivo; se presentan piedras.
20-30	Rafces fibrosas escasas; macroporosidad abundante; estructura granular; adhesivo; compactación densa; se presentan piedras.
50-80	Color café claro; rafces fibrosas escasas; porosidad elevada; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares poco desarrollados; poco adhesivo; pedregosidad escasa.

CUADRO N° VIII

POZO N° IX

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, al E del poblado.

Altitud: 850 m.s.n.m.

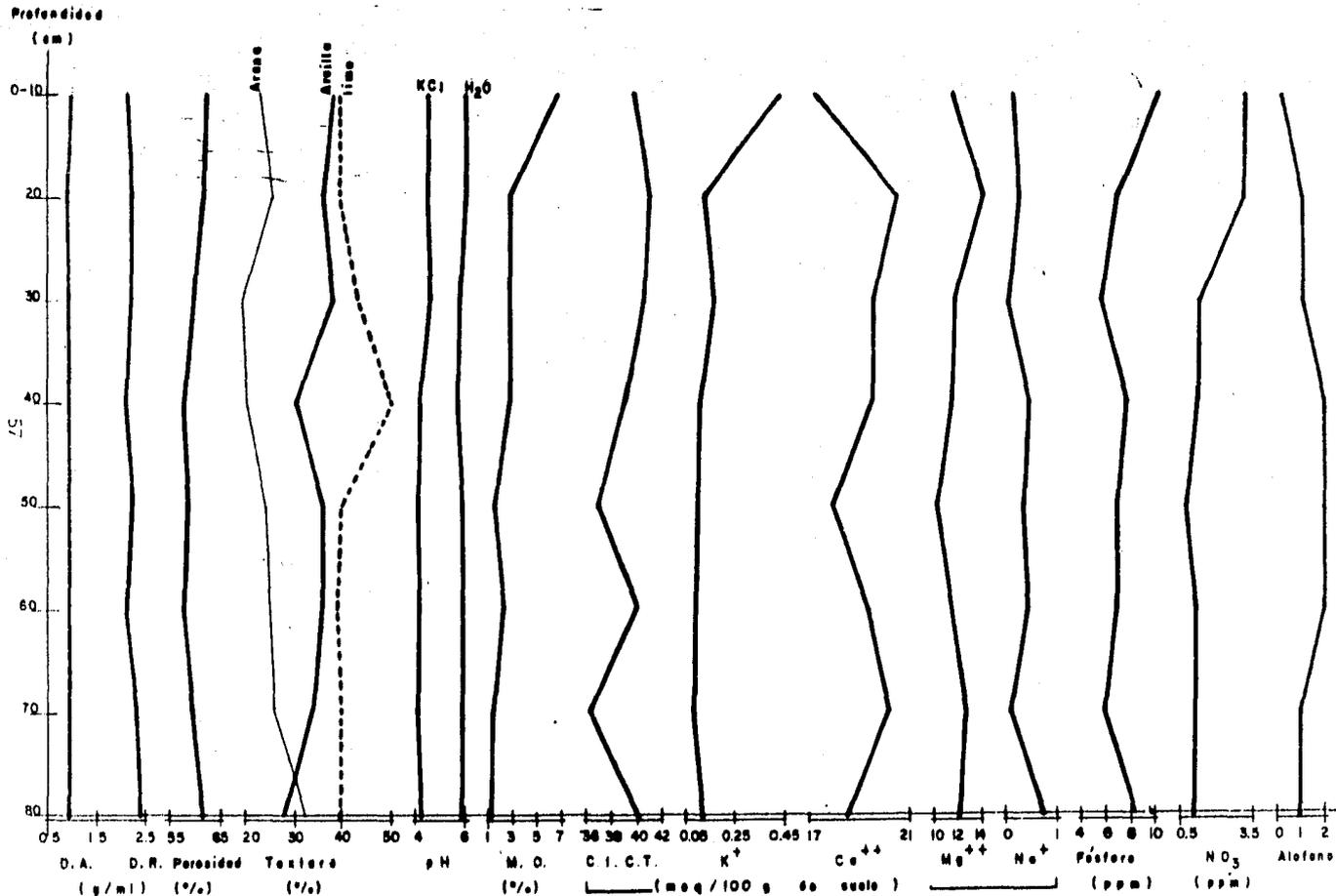
Pendiente: 29°, con orientación SE-NE.

Tipo de vegetación: Cafetal con sombra de Inga sp.

PROP.	C O L O R		D.A. (g/ml)	D.N. (g/ml)	POROSIDAD (%)	V A R I A B L E S			M H ₂ O 112,5	N.O. ECI 112,5	M.O. (%)	C.I.C.T.				FOSFORO (ppm)	ALFARO °	NO ₃ (ppm)	DISTANCIAS DE PASOS (F)	
	SECO	HUMEDO				ASMA (%)	LINO (%)	ASCILLA (%)				V ¹	Q ²	W ³	W ⁴					(mm/100 g of suelo)
00-10	10 TB 5/4 Perdo Amarillento	10 TB 1/4 Amarillento	0.91	2.1	57.0	22.8	39.2	36.0	6.0	4.5	6.8	39.4	0.43	17.1	11.4	0.01	9.69	—	1.2	71.5
10-20	10 TB 5/4 Perdo Amarillento.	10 TB 4/3 Perdo Oscuro.	0.85	2.2	61.7	25.0	39.0	34.0	6.0	4.5	2.7	40.8	0.12	20.4	13.9	0.02	4.70	*	1.0	81.3
20-30	10 TB 5/4 Perdo Amarillento.	10 TB 1/3 Perdo Oscuro.	0.80	2.2	59.4	39.0	41.0	38.0	5.8	4.6	2.7	40.4	0.15	19.5	11.4	0.00	5.93	*	1.1	77.5
30-40	10 TB 6/3 Perdo sólido.	10 TB 4/3 Perdo Oscuro.	0.91	2.1	57.6	20.0	50.0	30.0	5.7	4.2	2.7	33.0	0.10	19.5	12.3	0.04	7.72	**	1.1	70.2
40-50	10 TB 5/4 Perdo Amarillento.	10 TB 4/3 Perdo Oscuro.	0.90	2.0	58.7	24.0	40.0	36.0	5.8	4.1	1.1	27.1	0.09	17.8	10.1	0.03	7.04	**	0.9	75.6
50-60	10 TB 5/4 Perdo Amarillento.	10 TB 4/4 Perdo Oscuro.	0.91	2.1	57.6	25.0	39.0	36.0	6.0	4.2	2.3	39.9	0.09	19.1	11.3	0.04	6.70	**	1.2	74.9
60-70	10 TB 6/4 Perdo Amarillento Claro.	10 TB 4/4 Perdo Oscuro.	0.91	2.3	59.7	26.0	40.0	36.0	6.0	4.1	1.5	36.7	0.08	20.2	12.6	0.01	5.67	*	1.1	90.0
70-80	10 TB 6/6 Amarilla Oscuro.	10 TB 5/6 Perdo Amarillento	0.92	2.4	61.5	32.0	40.0	28.0	6.1	4.3	1.4	39.9	0.12	18.6	12.1	0.07	8.21	*	1.2	77.4

Pozo IX

Gráfica No. 7



P O Z O X .

Plantación del Sr. Leonardo Carrillo, hacia el Este del poblado.

Altitud: 860 m.s.n.m.

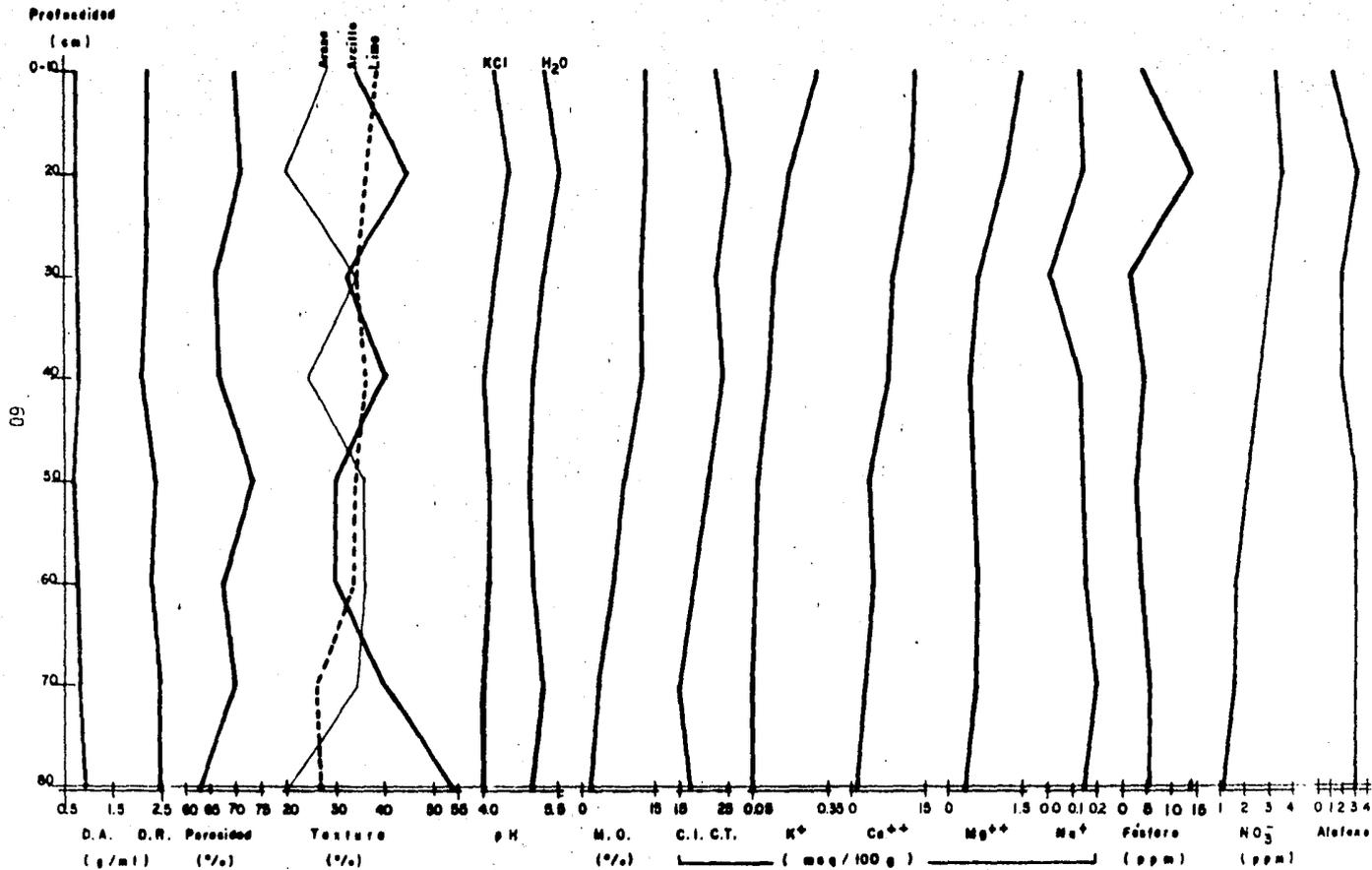
Pendiente: 27^o, con orientación SE-NE.

Tipo de vegetación: cafetal con sombra de Inga sp.

PROFUNDIDAD (cm)	OBSERVACIONES
0-60	Color café oscuro; raíces abundantes; porosidad elevada; estructura granular; textura de migajón arcilloso; adhesivo compactación densa.
60-70	Color café muy oscuro; raíces fibrosas abundantes; porosidad elevada; buen drenaje; estructura granular y en bloques subangulares; compactación densa; textura arcillosa; poco adhesivo; con piedras.
70-80	Raíces fibrosas escasas; porosidad abundante; estructura en bloques subangulares; compactación firme; adhesivo; plástico; se observa una capa arcillosa color amarillo rojizo.

Pozo X

Gréfica No. 8



P O Z O X I .

Finca San Miguel Buenavista, al NO del poblado.

Altitud: 940 m.s.n.m.

Tipo de vegetación: cafetal con sombra de Inga sp.

PROFUNDIDAD	OBSERVACIONES
0-10	Color oscuro; raíces abundantes; porosidad elevada; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares desarrollados; adhesivo; plástico; compactación densa; con piedras escasas.
10-20	Raíces fibrosas escasas; poros grandes y medianos abundantes; buen drenaje; estructura en bloques subangulares desarrollados; adhesivo; compactación firme; plástico.
20-30	Raíces leñosas escasas; poros grandes y pequeños abundantes; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares desarrollados; adhesivo; compactación firme; textura arcillosa.
30-40	Raíces escasas; microporosidad abundante; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares desarrollados; adhesivo compactación firme y textura arcillosa.
40-80	Raíces escasas; microporosidad abundante; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares desarrollados; adhesivo compactación firme; textura arcillosa y plástico.

CUADRO N° . X

POZO N° . XI

Finca San Miguel Buenavista, al NO del poblado.

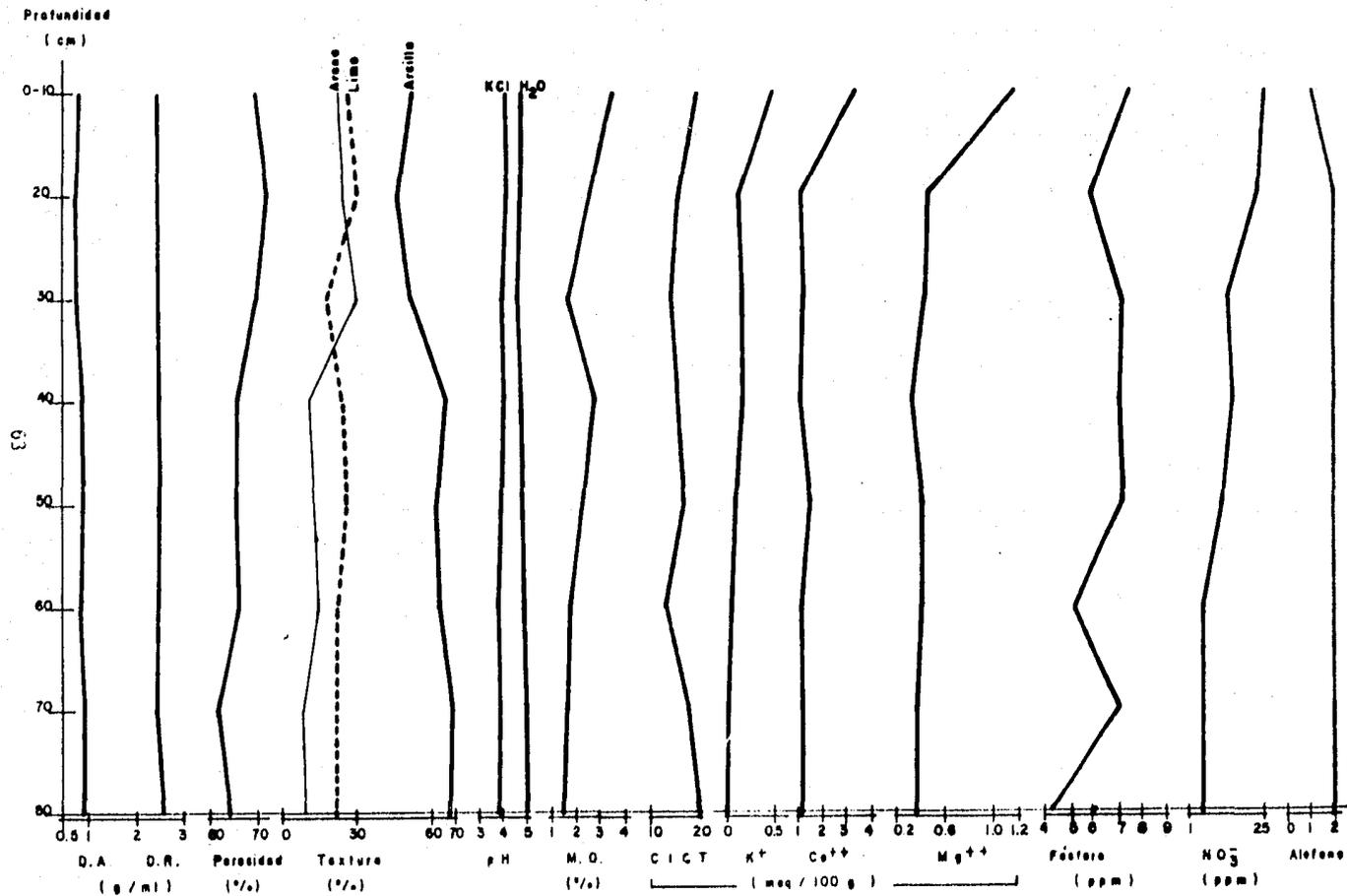
Altitud: 940 m.s.n.m.

Tipo de vegetación: Cafetal con sombra de Inga sp.

PROP. (m)	C O L O R		D.A. (g/ml)	D.N. (g/ml)	POBLAD (g)	T E X T U R A			pH		M.O. (g)	C.A.L.T.					POSOBO (ppm)	ASBPAMO	NO ₃ ⁻ (ppm)	SATURACION EN BASES (%)
	SECO	HEMEDO				APENA (g)	LIMO (g)	ARCILLA (g)	H ₂ O 1:4.5	ECI 1:7.5		P ³⁺ (max/100 g de muestra)	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺				
00-10	10 YR 7/4 Pardo Muy Pálido.	10 YR 5/4 Pardo Amarillento.	0.77	0.45	69.0	22.4 Arcilla.	24.0	51.6	4.7	4.0	3.5	10.0	0.48	3.69	1.17	0.02	7.37	*	2.5	28.2
10-20	10 YR 6/4 Pardo Amarillento Claro.	10 YR 4/4 Pardo Amarillento Oscuro.	0.70	2.45	72.7	24.0 Arcilla.	30.0	46.0	4.7	4.1	2.6	15.7	0.15	1.14	0.66	0.00	5.87	**	2.4	11.1
20-30	10 YR 7/4 Pardo Muy Pálido.	10 YR 5/4 Pardo Amarillento.	0.75	2.45	70.0	30.0 Arcilla.	18.4	51.6	4.6	4.0	1.6	14.0	0.17	1.39	0.43.	0.00	7.21	**	1.8	14.7
30-40	10 YR 6/6 Amarillo.	10 YR 5/8 Pardo Amarillento.	0.86	2.45	65.4	10.4 Arcilla.	24.0	65.6	4.8	4.0	2.0	19.9	0.16	1.06	0.33	0.00	7.04	**	1.9	9.9
40-50	10 YR 7/6 Amarillo.	10 YR 5/8 Pardo Amarillento.	0.88	2.50	65.3	12.4 Arcilla.	26.0	61.6	4.8	3.9	2.1	16.7	0.09	1.09	0.43	0.01	7.19	**	1.7	14.5
50-60	7.5 YR 7/6 Amarillo Muy Oscuro.	7.5 YR 5/6 Pardo Puro.	0.86	2.50	66.0	14.4 Arcilla.	22.0	63.6	4.8	3.8	1.7	13.0	0.04	2.26	0.48	0.01	5.10	**	1.3	20.8
60-70	7.5 YR 6/6 Amarillo Muy Oscuro.	7.5 YR 5/6 Pardo Puro.	0.93	2.45	61.5	6.4 Arcilla.	22.0	69.6	5.1	3.9	1.6	17.8	0.03	1.29	0.38	0.00	7.04	**	1.3	5.3
70-80	7.5 YR 7/8 Amarillo Muy Oscuro.	7.5 YR 5/8 Pardo Puro.	0.94	2.40	63.9	10.4 Arcilla.	22.0	67.6	5.0	3.9	1.4	20.6	0.02	1.39	0.38	0.02	4.19	**	1.3	8.7

Pozo XI

Gráfico No. 9



P O Z O X V I I .

Localidad: finca San Miguel Buenavista, hacia el NO del poblado.

Altitud: 900 m.s.n.m.

Pendiente: 9⁰, con orientación SO-NE.

Tipo de vegetación: pastizal.

PROFUNDIDAD (cm)	OBSERVACIONES
0-10	Raíces muy abundantes; porosidad elevada; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares; poco adhesivo; poco plástico.
10-20	Raíces fibrosas abundantes; microporosidad elevada; macroporos escasos; drenaje bueno; estructura en bloques subangulares desarrollados; adhesivo; plástico.
20-30	Raíces abundantes; microporosidad abundante; macroporos escasos; drenaje bueno; compactación firme; plástico; con piedras pequeñas.
30-40	Raíces escasas; poros grandes; buen drenaje; adhesivo; firme compactación firme.
40-80	Raíces muy escasas; estructura en bloques subangulares; textura arcillosa; adhesivo; plástico; compactación firme pedregosidad elevada; macro y microporosidad abundante.

CUADRO N^o. XI

POZO N^o. XVII

Finca San Miguel Buenavista, al NO del poblado.

Altitud: 900 m.s.n.m.

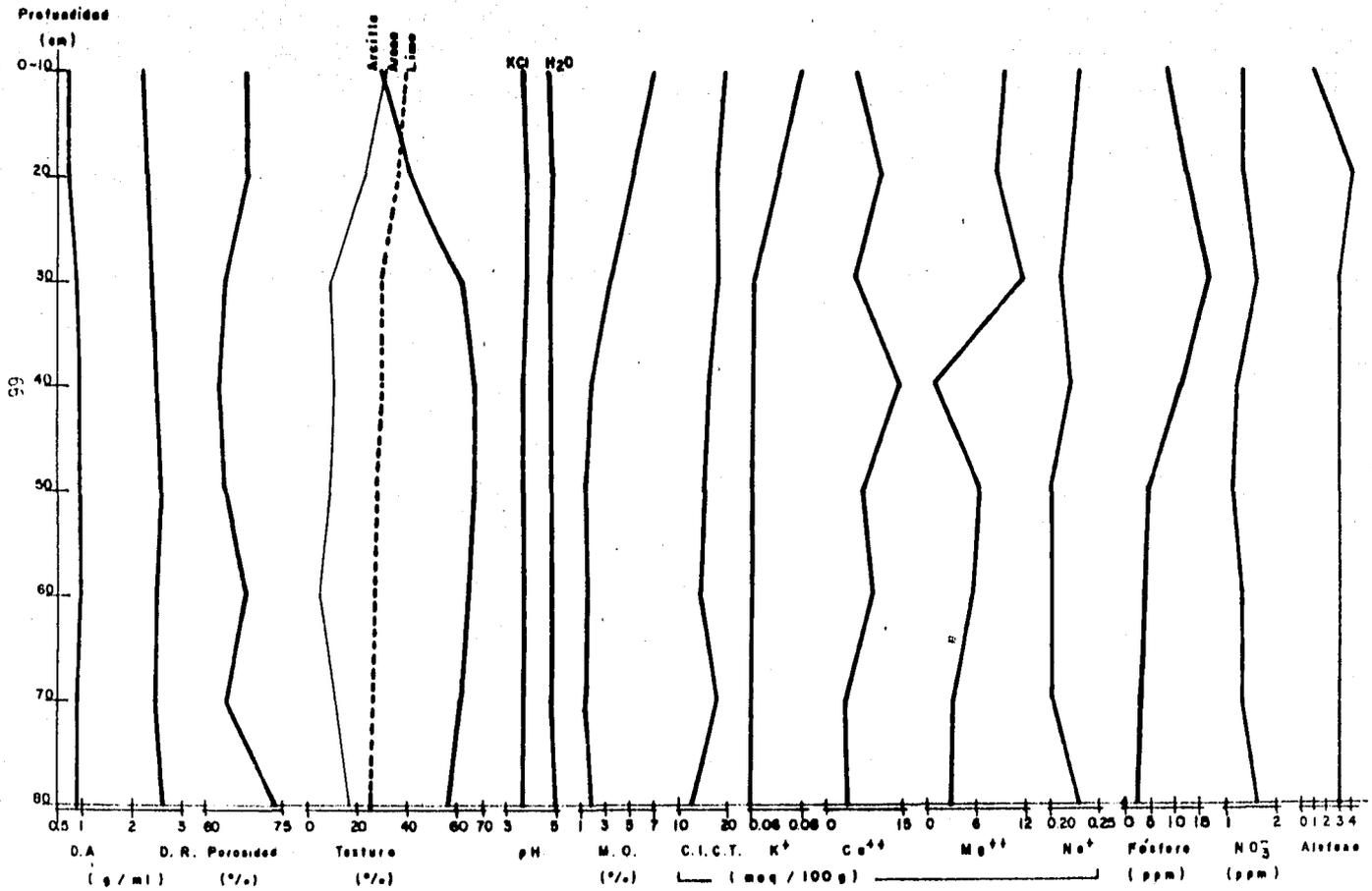
Pendiente: 9^o con orientación SO-NE.

Tipo de vegetación: Pastizal.

PROF. (cm)	COLOR		M.A. (g/ml)	M.R. (g/ml)	POMOLÓGICO (%)	TEXTURA			pH		M.O. (%)	C.I.C.T.					POTASIO (ppm)	ALUMINO (ppm)	SODIO (ppm)	SATURACION DE BASES (%)
	TIPO	DESCR.				ARENA (%)	LIMO (%)	ARCILLA (%)	H ₂ O 1:2,5	HCl 1:2,5		Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺	(mg/100 g de muestra)					
00-10	10 TB 4/4 Pardo Amarillento Claro.	10 TB 4/3 Pardo Oscuro.	0.70	2.2	65.3	30.6	35.6	29.4	4.6	3.6	6.9	15.5	0.06	5.75	9.2	0.23	7.87	---	1.3	78.3
10-20	10 TB 6/4 Pardo Amarillento Claro.	10 TB 4/4 Pardo Amarillento Oscuro.	0.71	2.3	65.9	21.6	36.0	41.8	4.6	3.6	5.2	17.6	0.07	10.35	9.3	0.22	11.90	---	1.3	107.0
20-30	10 TB 8/6 Amarillo.	10 TB 5/8 Pardo Amarillento.	0.86	2.4	63.9	6.8	30.0	62.0	4.7	3.8	3.3	17.9	0.06	5.78	11.9	0.21	13.92	---	1.6	97.9
30-40	10 TB 7/6 Amarillo.	10 TB 5/8 Pardo Amarillento.	0.93	2.5	62.8	10.4	30.7	66.0	4.8	3.7	3.7	16.8	0.06	13.8	1.2	0.22	11.30	---	1.2	91.0
40-50	10 TB 8/8 Amarillo.	10 TB 5/8 Pardo Amarillento.	0.93	2.6	64.2	6.4	28.4	66.0	4.8	3.7	3.5	15.3	0.06	6.9	6.9	0.20	4.69	---	1.3	91.9
50-60	10 TB 8/6 Amarillo.	10 TB 5/8 Pardo Amarillento.	0.97	2.5	68.1	4.8	26.0	64.0	4.8	3.7	3.6	16.6	0.06	9.2	9.8	0.20	3.68	---	1.3	104.0
60-70	10 TB 7/6 Amarillo.	10 TB 5/6 Pardo Amarillento.	0.93	2.5	64.0	10.8	27.6	61.6	4.6	3.8	3.4	17.9	0.06	3.9	3.9	0.20	3.57	---	1.3	10.9
70-80	10 TB 8/6 Amarillo.	10 TB 5/8 Pardo Amarillento.	0.91	2.6	73.6	16.8	26.0	57.8	5.0	3.6	3.9	13.0	0.06	4.6	3.2	0.23	2.88	---	1.6	61.4

Pozo XVII

Gráfica No. 10



CUADRO N° XII.

PROMEDIOS DE LOS RESULTADOS DE ALGUNOS DE LOS ANALISIS EDAFOLOGICOS, DE LOS CAFETALES CON COMBRA DE INGA S.P. Y CITRUS SINENSIS.

PROFUNDIDAD (cm)	MATERIA ORGANICA (%)		C. I. C. T. (meq/100 g)		POTASIO (meq/100 g)		CALCIO (meq/100g)		MAGNESIO (meq/100 g)		FOSFORO (p.p.m.)		NITRATOS (p.p.m.)	
	Inga	Citrus	Inga	Citrus	Inga	Citrus	Inga	Citrus	Inga	Citrus	Inga	Citrus	Inga	Citrus
0-10	7.78	10.67	27.4	30.2	0.30	0.27	13.06	13.18	3.57	6.82	6.74	11.87	1.47	2.50
10-20	6.08	9.42	25.3	25.8	0.14	0.14	11.56	9.06	3.40	4.72	7.06	10.17	2.01	2.05
20-30	3.89	8.19	24.9	27.9	0.14	0.13	11.15	11.07	3.00	4.58	5.60	7.91	1.40	2.06
30-40	3.21	9.94	24.6	27.5	0.12	0.07	8.03	10.00	2.59	3.25	6.07	8.07	1.37	2.04
40-50	2.51	5.79	24.8	25.3	0.09	0.06	9.39	9.15	3.32	3.77	7.86	8.57	1.25	1.66
50-60	2.32	4.05	21.9	23.8	0.08	0.06	10.69	8.83	2.34	4.75	8.01	10.50	1.21	1.57
60-70	1.82	3.19	22.6	22.5	0.07	0.06	9.91	9.48	2.37	4.46	6.02	9.65	1.15	1.50
70-80	1.59	2.85	23.1	23.0	0.07	0.07	9.23	9.20	2.23	7.08	4.56	9.37	1.17	1.31

ADRO N° XIII.

PROMEDIOS DE LOS RESULTADOS DE ALGUNOS DE LOS ANALISIS
EDAFOLOGICOS DEL CAFETAL DEL SR. L. CARRILLO Y DE LA
FINCA SAN MIGUEL BUENAVISTA, CON SOMBRA DE C. SINENSIS.

PROFUN- DIDAD (cm)	MATERIA ORGANICA (%)		C . I . C . T . (meq/100 g)		POTASIO (meq/100 g)		CALCIO (meq/100 g)		MAGNESIO (meq/100 g)		FOSFORO (p.p.m.)		NITRATOS (p.p.m.)	
	L.C.	S.M.B.	L.C.	S.M.B.	L.C.	S.M.B.	L.C.	S.M.B.	L.C.	S.M.B.	L.C.	S.M.B.	L.C.	S.M.B.
	0-10	8.04	10.67	28.20	30.20	0.28	0.27	12.59	13.18	5.40	6.82	7.17	11.87	0.73
10-20	7.22	9.42	30.12	25.80	0.15	0.14	13.35	9.06	5.66	4.72	8.31	10.17	2.51	2.05
20-30	6.20	8.19	28.94	27.90	0.15	0.13	11.98	11.07	4.78	4.58	5.56	7.91	1.64	2.06
30-40	4.55	9.94	28.20	27.50	0.10	0.07	8.75	10.00	4.33	3.25	5.89	8.07	1.44	2.04
40-50	3.48	5.79	27.40	25.30	0.09	0.06	10.73	9.15	3.95	3.77	7.24	8.57	1.28	1.66
50-60	3.17	4.05	24.60	23.80	0.08	0.06	10.69	8.83	4.03	4.75	8.27	10.50	1.33	1.57
60-70	2.16	3.19	22.84	22.50	0.07	0.06	10.38	9.48	4.28	4.46	6.23	9.65	1.30	1.50
70-80	1.60	2.85	22.80	23.00	0.08	0.07	9.42	9.20	4.04	7.08	5.05	9.37	1.28	1.31

ANALISIS Y DISCUSION DE RESULTADOS

Las muestras de suelo de éste pozo, tanto en seco como en húmedo, presentan de 0 a 20 cm de profundidad un color pardo rojizo y amarillento oscuro que se diferencia fácilmente del resto del pozo. De los 20 a 80 cm domina el color 5 YR 6/8, que corresponde al amarillo rojizo, lo mismo en seco que en húmedo.

La densidad aparente va de 0.71 a 1.01 g/ml, siendo de 0-20 cm de profundidad donde ésta es menor. La densidad real se encuentra en el rango de 1.95 a 2.80 g/ml, presentándose nuevamente las menores densidades en las muestras de 0-20 cm. El porcentaje de espacio poroso va de 60.2 a 68.3 %.

En cuanto a la textura, la fracción arena ocupa de 7.6 a 25.2 %, observándose que el porcentaje es mayor en las muestras superficiales. El contenido de limo va de 13.6 a 37.4 %. El de arcilla es de 40.8 a 72.8 %, dando como resultado que de 0 a 10 cm de profundidad, la textura sea de migajón, mientras que de 10 a 80 cm es de tipo arcilla.

El pH del suelo en suspensión con agua va de 4.6 a 6.0, esto es de fuertemente ácido a moderadamente ácido, encontrándose que de 0-20 cm los valores son más altos que a profundidades mayores. El pH en la suspensión suelo-KCl, se encontró de 0-20 cm una acidez menor que en las partes más profundas, aunque todo el pozo se clasifica como muy fuertemente ácido.

El contenido de materia orgánica es muy rico, con valores de 12.5 % en la superficie, y va disminuyendo con la profundidad, hasta 0.44 %, es decir, valores muy pobres.

La capacidad de intercambio catiónico total se encuentra entre el rango de 10.9 a 16.6 meq/100 g de suelo, a excepción de la muestra 0-10 en que se tiene una capacidad de 21.8 meq/100 g, lo que se debe principalmente al alto contenido de materia orgánica. Referente al resto de las muestras, puede considerarse que las C.I.C.T. son bajas.

Pasando a los cationes intercambiables, para el sodio, el dato que se encontró es muy bajo, como es normal que ocurra, debido a la elevada precipitación que se presenta en la zona, lo que hace que éste catión sea lixiviado fácilmente. El contenido de potasio es bajo y tiene valores entre 0.10 y 0.40 meq/100 g de suelo, correspondiendo a la muestra 0-10 la mayor concentración. Para el magnesio y el calcio se presenta el mismo fenómeno, registrándose cantidades de 0.31 a 1.30 y de 0.70 a 7.53 respectivamente. El porcentaje de saturación de bases es bajo y va de 6.9 a 15.9 %, a excepción de la muestra superficial, para la cual fué de 43 %.

El contenido de fósforo está comprendido entre el rango de 4.53 a 6.87 p.p.m.. El alofano se presenta en todas las muestras en cantidades de medias a muy altas. El valor de los nitratos va de 0.65 a 2.65 p.p.m., estando en relación a los de materia orgánica.

En éste pozo el color es más uniforme, de modo que tanto en seco como en húmedo domina el matiz 10 YR: la brillantez e intensidad se mantuvieron entre 3 y 6, correspondiendo el color a distintos tonos de pardo.

Las densidades aparentes son semejantes a lo largo del pozo, siendo de 1.0 a 1.2 g/ml, mientras que las densidades reales se conservan de 2.1 a 2.7 g/ml, con un valor promedio de 2.3 g/ml, resultado en parte del contenido de materia orgánica. El porcentaje de espacio poroso calculado va de 50.4 a 62.1 %, considerándose elevado.

La textura está dominada por la fracción arcilla, presente desde 51.2 a 63.4 %, mientras que la fracción arena fluctúa de 6.8 a 14.4 % y el limo de 33.6 a 39.6 %, resultando así un suelo con textura de arcilla.

El pH en la suspensión suelo-agua está en el rango de 5.8 a 6.8 ésto es, de moderadamente ácido a ligeramente ácido. En la suspensión con KCl 1N pH 7, va de 4.1 a 5.1, correspondiendo, de muy fuertemente ácido a fuertemente ácido, observándose en ambos una tendencia a disminuir la acidez conforme se profundiza.

El contenido de materia orgánica varía de pobre a muy rico, con valores de 1.3 a 6.6 %, lo cual tiene efectos positivos que contrarrestan en parte a los causados por la textura. La estructura se ve favorecida al propiciarse la formación de agregados que permiten un drenaje más eficiente.

te, facilitándose el desarrollo radicular, además de participar en la C.I.C.T. y ser fuente de nutrientes, lo cual es importante, especialmente en medios lluviosos, en que éstos son constantemente lixiviados.

La C.I.C.T. se presenta en el rango de 30.7 a 38.9 meq/100 g de suelo, influido tanto por la presencia de arcilla, como por la de materia orgánica a lo largo de todo el pozo.

El contenido de cationes intercambiables es, para el sodio de 0.22 a 0.4 meq/100 g ; par el potasio de 0.08 a 0.11 meq/100 g; para el calcio y el magnesio, el contenido es superior y va de 19.6 a 29.4 meq/100 g para el caso del Ca^{++} y de 0.61 a 2.86 meq/100 g para el Mg^{++} . El porcentaje de saturación de bases es elevado, debido principalmente al contenido de Ca^{++} y es de 66.2 a 95.2 %.

El contenido de fósforo registrado va de 3.52 a 11.56 p.p.m., mientras que la prueba para el alofano dió resultados negativos.

La presencia de nitratos se detectó en todas las muestras dentro de un rango de 1.0 a 1.5 p.p.m..

En éste pozo el matiz que domina a lo largo es de 10 YR tanto en seco como en húmedo; la brillantez va de 3 a 7 y la intensidad de 2 a 6, correspondiendo a varios tonos de pardo.

La densidad aparente va de 0.9 a 1.1 g/ml y la densidad real de 2.0 a 2.5 g/ml, que de manera general se consideran bajas. El porcentaje de espacio poroso es de 51.5 a 59.0 %.

Para el análisis de textura, la fracción arena se mantiene de manera general en torno al 18 %; el limo de 33.6 a 39.6 y la arcilla, que domina sobre las dos anteriores, se presenta del 42.4 al 50.4 %, dando en conjunto un suelo pesado, cuyo tipo textural corresponde al de arcilla.

La reacción del suelo es suspensión con agua va de muy fuertemente ácido a moderadamente ácido, con un pH de 5.1 a 6.5 y con la tendencia a elevarse conforme aumenta la profundidad. Esta misma tendencia se repite en el pH con KCl 1 N pH 7, en la cual va de muy fuertemente ácido a fuertemente ácido, con valores de 4.1 a 5.1.

La materia orgánica se encuentra presente en todo el pozo, siendo mayor en la superficie. Los valores van de 1.49 a 7.9 %, esto es, de pobre a muy rico. Es interesante hacer notar que las muestras de 0-30 cm tienen materia orgánica en concentraciones superiores a 7 %, lo que es importante para la nutrición de los cafetos, ya que en ésta zona es en la que se encuentra la

mayor cantidad de raicillas absorbentes, además de las ventajas que representa para el mejoramiento de la estructura del suelo.

La capacidad de intercambio catiónico total de éstas muestras va de 22.2 a 29.8 meq/100 g, y aunque el contenido de materia orgánica de 0 a 30 cm de profundidad es marcadamente mayor, no se nota aumento en la capacidad de adsorción, sino que se mantiene constante a lo largo del pozo.

Pasando a los cationes intercambiables, el potasio presenta valores entre el rango de 0.09 a 0.13 meq/100 g de suelo. Para el calcio son de 9.93 a 16.66 meq/100 g, mostrándose una tendencia a aumentar conforme a la profundidad. El magnesio se encuentra de 1.74 a 4.30 meq/100 g y con una tendencia contraria al caso del Ca^{++} . El porcentaje de saturación de bases va de 55.8 a 79.8 %, manifestándose en los valores de pH, pues en donde los porcentajes son mayores, el pH es más cercano a la neutralidad.

En cuanto al contenido de fósforo registrado, se obtuvieron valores entre 6.03 a 10.06 p.p.m.. El alofano se manifiesta en todo el pozo en contenidos bajos y medios.

Los nitratos están presentes con valores entre 0.9 y 2.9 p.p.m., encontrándose las mayores concentraciones en las muestras de 0 a 20 cm.

P O Z O V I I .

Este pozo tiene como matiz dominante el 10 YR. La brillantez varía de 3 a 7 y la intensidad de 3 a 4, lo que da como resultado colores pardo amarillento claro para las muestras en seco, (a excepción de la muestra 0-10 que es de color pardo amarillento oscuro) y pardo oscuro o pardo amarillento oscuro en húmedo.

La densidad aparente se encuentra entre 0.92 y 1.00 g/ml, tendiendo a aumentar conforme a la profundidad. Estos valores considerados bajos están influenciados por el contenido de materia orgánica que es elevado. Por lo que se refiere a la densidad real, esta toma valores entre 2.1 y 2.6 g/ml. Los porcentajes de espacio poroso varían de 41.6 a 68.9 %.

La textura del suelo está dada por el contenido de arena, con valores entre 18 a 32 %; el limo de 29 a 38 % y la arcilla de 32 a 46 %, correspondiendo a las clases texturales de migajón arcilloso y arcilla, resultando suelos pesados.

El pH con agua va de 5.2 a 5.6, es decir, de una acidez fuerte a moderada. La tendencia es a disminuir la acidez conforme se profundiza. La reacción del suelo con KCl se mantiene de una acidez muy fuerte a fuerte, con valores de 3.9 a 4.1.

Los porcentajes de materia orgánica van de 7.0 a 1.74 %. En forma más detallada se observa que de 0-30 cm el suelo presenta un contenido muy rico

de los 30-50 cm es rico; de los 50-70 cm el porcentaje disminuye a medio para finalmente, de los 70-80 cm llegar a muy pobre.

Los valores para capacidad de intercambio catiónico total se encuentran en el rango de 21.7 a 33.5 meq/100 g de suelo, siendo el calcio el que más sitios de intercambio está ocupando, siguiéndole el magnesio y finalmente el potasio. Para el calcio se determinaron concentraciones de 7.98 a 13.42 meq/100 g. El magnesio se presenta con valores de 3.75 a 4.95 meq/100 g. El contenido de potasio va de 0.08 a 0.30 meq/100 g de suelo, existiendo en la zona superficial mayor acumulación catiónica. El porcentaje de saturación de bases es de 45.8 a 64.8 %, con un promedio de 52.5 %.

Para los fosfatos se determinaron valores de 2.51 a 12.57 p.p.m., mientras que el a lo fano se registró a lo largo del pozo, en cantidades de bajas a altas.

Finalmente, el contenido de nitratos va de 1.0 a 1.9 p.p.m., con la misma tendencia que la materia orgánica.

P O Z O V I I I .

En el color de éste pozo, el matiz dominante es 10 YR; la brillantez oscila entre 3 y 7 y la intensidad de 3 a 6, resultando colores pardo amarillento obscuro en húmedo y pardo claro en seco como dominantes.

La densidad aparente se encuentra entre 0.88 y 1.00 g/ml, sin que se observe ninguna tendencia a lo largo del pozo. Estos valores son bajos, lo cual es en parte reflejo de el contenido de materia orgánica. Los datos para densidad real se encuentran entre 2.2 y 2.4, mientras que el porcentaje de espacio poroso es de 55.0 a 61.3 %.

Para la textura, la fracción arena se encuentra representada por valores entre 14.0 y 28.0 %; la fracción limo de 18 a 42 % y la fracción arcilla de 34.0 a 56.8 %, lo que en conjunto da texturas de tipo migajón arcilloso y arcilla.

En la determinación del pH, en la suspensión suelo-agua, los datos indican una acidez de fuerte a moderada, con valores entre 5.0 y 5.3. En cuanto al pH potencial los valores están entre 3.6 y 3.9, correspondiendo a una acidez muy fuerte.

El porcentaje de materia orgánica llega a 6.2 % en la superficie y 1.24 como valor mínimo, lo que indica que el contenido es de muy rico a pobre, con los mayores porcentajes en las muestras superficiales.

Los valores de la C.I.C.T. va de 11.3 a 28.0 meq/100 g . Los cationes

intercambiables están representados en primer lugar por el Ca^{++} , con valores entre 2.84 y 11.57 meq/100 g de suelo. El 2º lugar lo ocupa el Mg^{++} que se presenta de 1.60 a 1.02 meq/100 g y en 3º lugar el potasio con valores de 0.05 a 0.25 meq/100 g de suelo. En los tres casos se observan las concentraciones mayores en las muestras superficiales, y va disminuyendo gradualmente con la profundidad. Finalmente para el sodio, el dato mayor es de 0.03 meq/100 g de suelo, no detectándose en algunas de las muestras. El porcentaje de saturación de bases es de 37.0 a 63.2 %, dado principalmente por el contenido de calcio y magnesio.

Los valores de fósforo registrado caen en el rango de 2.51 a 13.74 p.p.m., con un promedio de 5.22 p.p.m., sin que se llegue a observar ninguna tendencia a lo largo del pozo. En cuanto al alofano, en las muestras de 0 a 50 cm de profundidad se presenta en cantidades bajas, y de 50 cm en adelante solo se registraron trazas.

Finalmente, para los nitratos, se observa que los valores registrados guardan relación con el contenido de materia orgánica, siendo de 1.3 y 2.5 partes por millón, detectándose en todas las muestras del pozo.

P O Z O I X .

En el color que presentan las muestras, el matiz dominante es 10 YR; la brillantez se conserva entre 3 y 6 y la intensidad entre 2 y 6, de lo cual resultan colores como pardo amarillento claro para las muestras en seco y de pardo amarillento oscuro en húmedo.

La densidad aparente es baja, encontrándose entre 0.85 y 0.92 g/ml, manteniéndose, (a excepción de la muestra 10-20 cm) entre los 0.90 y 0.91 g/ml. La densidad real es de 2.10 a 2.4 g/ml y también es baja, tomándose en cuenta que el valor promedio para suelos minerales es de 2.60 a 2.75 g/ml, (Buckman y Brady, 1977). El porcentaje de espacio poroso es de 57.0 a 61.7 %.

Los porcentajes de arena van de 19.0 a 32.0 %; los de limo de 39.0 a 50.0 % y los de arcilla de 28.0 a 38.0 %, con lo que las tres fracciones están bien representadas dando como resultado una textura de migajón arcilloso para todo el pozo, exceptuando a la muestra 20-30 para la que es de migajón arcillo limoso.

La reacción del suelo en suspensión con agua da valores entre 5.7 y 6.1, indicando una acidez moderada. Con KCl la acidez potencial es de muy fuerte a fuerte, con valores entre 4.1 y 4.6.

Los contenidos de materia orgánica son de 1.27 a 6.60 %, esto es, de muy pobre a muy rico, presentándose la mayor concentración en la zona superficial, para ir disminuyendo conforme a la profundidad.

La capacidad de intercambio catiónico total tiene valores dentro del rango de 36.2 a 40.8 meq/100 g de suelo, estando dada por la materia orgánica, como por la arcilla.

Los sitios de adsorción están ocupados principalmente por el calcio, con valores entre 17.11 y 20.35 meq/100 g, distribuidos de manera uniforme en todo el pozo. El magnesio se registró en concentraciones de 10.05 a 13.91 meq/100 g, ocupando el segundo lugar en abundancia. El tercero lo tiene el potasio, con valores entre 0.08 y 0.43 meq/100 g de suelo, siendo la muestra de 0-10 cm en la que se registra el valor más alto, mientras que las restantes se mantienen sin mostrar ninguna tendencia. En conjunto los cationes intercambiables dan un porcentaje de saturación de bases de 73.5 a 90.6 %, considerada como muy elevada, si se toma en cuenta la precipitación pluvial de la zona.

Los valores determinados para el fósforo van de 5.53 a 9.89 p.p.m.. En lo referente al alofano, éste se presenta desde trazas hasta cantidades medias, específicamente de los 30 a 60 cm de profundidad.

El contenido de nitratos varía de forma similar al contenido de materia orgánica, tomando valores entre 3.2 y 0.9 p.p.m., con el dato mayor en la muestra 0-10 cm.

P O Z O X .

Las muestras de éste pozo presentan una coloración en la que domina el matiz 10 YR en suelo seco y húmedo; la brillantez se mantiene en el rango de 5 a 7 en seco, y de 3 a 7 en húmedo, mientras que la intensidad es de 2 a 8, lo que da en conjunto coloraciones pardo amarillentas.

Las densidades aparentes van de 0.67 a 0.89 g/ml, mientras que las reales están entre 2.1 y 2.5 g/ml. El porcentaje de espacio poroso calculado es elevado, con valores de 63.5 a 73.6 %.

Las texturas son de tipo migajón arcilloso y de arcilla, con porcentajes de arena de 19 a 36 %, de limo entre 26 y 38 % y de arcilla de 30 a 54 %, sin que se llegue a observarse ninguna tendencia en la distribución de las fracciones a lo largo del pozo.

La reacción del suelo con agua da valores de acidez fuerte a moderada encontrándose entre 4.9 y 5.5. El pH potencial con KCl muestra una acidez de muy fuerte a fuerte, con valores entre 4.0 y 4.5, manteniéndose uniforme a lo largo del pozo, aunque puede apreciarse que las muestras superficiales son ligeramente menos ácidas.

En lo que se refiere al contenido de materia orgánica, se obtuvieron valores de 1.9 a 12.9 %, lo que indica que de los 0-60 cm de profundidad, el suelo es muy rico, para descender a un contenido rico y pobre para las profundidades 60-70 y 70-80 respectivamente. Los resultados de este pozo

muestran una tendencia ideal, pues se tienen los mayores porcentajes en las muestras superficiales, y disminuye paulatinamente conforme se profundiza.

El elevado contenido de materia orgánica se refleja en los valores de la C.I.C.T. que van de 14.6 a 25.0 meq/100 g de suelo, aunque, tomando como promedio que la materia orgánica humificada tiene una C.I.C.T. hasta de 200 meq/100 g, y dados los porcentajes de arcilla, podría esperarse que los valores fueran superiores.

Los sitios de intercambio catiónico están ocupados por sodio, en cantidades hasta de 0.20 meq/100 g, por el potasio en concentraciones de 0.04 a 0.29 meq/100 g presentándose el valor más alto en la superficie, para ir disminuyendo conforme a la profundidad. El calcio que toma valores de 1.6 a 12.4 meq/100 g de suelo. Los porcentajes de saturación de bases están entre 12.5 y 63.6 %.

El fósforo se presenta en cantidades entre 1.67 y 13.57 p.p.m., mientras que el a lofano se encuentra en todo el pozo en cantidades bajas y altas, con predominio de las últimas.

Los contenidos de nitratos toman valores entre 1.20 y 3.45 p.p.m., con la misma tendencia observada en la materia orgánica.

P O Z O X I

En éste pozo se observan dos matices: el 10 YR de los 0-50 cm de profundidad, y de 7.5 YR de los 50 a 80 cm. La brillantez va de 4 a 8 al igual que la intensidad, dando como resultado colores pardo amarillentos de 0a 50 cm, para cambiar a amarillo rojizo y pardo fuerte para el suelo en seco y húmedo respectivamente.

La densidad aparente está entre 0.70 y 0.94 g/ml, con tendencia a aumentar con la profundidad. La densidad real va de 2.45 a 2.60 g/ml. El porcentaje de espacio poroso es de 61.5 a 72.2 %, siendo mayor en las tres muestras superficiales.

En lo referente a la textura, se obtuvo para la arena un contenido de 8.4 a 30.0 %, siendo más abundante de 0-30 cm de profundidad. Para el limo los valores están entre 18.4 y 30 %, y para la arcilla de 46 a 69.6 %, dando por resultado texturas de tipo arcilla para todas las muestras del pozo.

El pH en la suspensión suelo-agua, resultado de 4.6 a 5.1, valores que corresponden a una acidez fuerte, mientras que en la suspensión suelo-KCl 1N pH 7, resultó ser de una acidez fuerte, con valores entre 3.8 y 4.1.

El contenido de materia orgánica va de 1.4 a 3.5 %, esto es, de pobre a rico, siguiendo una tendencia ideal a disminuir al ir profundizando.

La capacidad de intercambio catiónico total varía de 13.0 a 20.6 mili equivalentes por 100 g de suelo, estando ocupados los sitios de intercambio por potasio en concentraciones entre 0.02 y 0.48 meq/100 g; por el Calcio entre 1.04 y 3.69 meq/100 g de suelo. El magnesio se encuentra entre 0.33 y 0.17 meq/100 g, existiendo en los tres una tendencia clara a disminuir conforme aumenta la profundidad. El porcentaje de saturación de bases varía de 8.7 a 28.2 %.

En cuanto a los aniones, el fósforo se presenta entre 4.19 y 7.37 p.p.m., sin que llegue a observarse ninguna distribución especial en el pozo. Para los nitratos se encontraron valores entre 1.3 y 2.5 p.p.m., presentándose mayores cantidades en las muestras superficiales, para ir disminuyendo al aumentar la profundidad. El alofano no se registró en la muestra 0-10 cm; de los 20 a 30 cm, el contenido es bajo, y para las muestras restantes es medio.

P O Z O X V I I .

Este pozo se realizó en una área en que aún no se había sembrado café pero que próximamente se haría. Los resultados obtenidos en los análisis son: Para color, el matiz dominante de 10 YR para las muestras en seco y húmedo; la brillantez va de 4 a 8 y la intensidad de 3 a 8, resultando colores pardo amarillento claro y amarillo para las muestras en seco y pardo oscuro y pardo amarillento para las muestras en húmedo.

La densidad aparente va de 0.70 a 0.97 g/ml. La densidad real de 2.20 a 2.6 g/ml, presentándose los valores menores en la superficie. El cálculo del porcentaje de espacio poroso es de 62.8 a 73.6 %.

En lo referente a la textura, el contenido de arena varía de 4.8 a 30.8, siendo más elevado en las dos muestra superficiales. El limo va de 26.0 a 39.8 %, con una clara tendencia a disminuir al aumentar la profundidad. Los valores de arcilla van de 29.4 a 66.0 %, lo que en conjunto da una textura de tipo migajón arcilloso para la muestra 0-10 y de arcilla para las restantes.

El pH con agua da valores entre 4.6 y 5.0, lo que corresponde a una acidez fuerte, siendo ligeramente más ácido en la superficie que a mayor profundidad. El pH potencial va de 3.6 a 3.8, correspondiendo a una acidez muy fuerte.

El contenido de materia orgánica es de 6.9 a 1.4 %, es decir, de muy rico a pobre, encontrándose los porcentajes mayores en las muestras superficiales.

La capacidad de intercambio catiónico total está entre 13.0 y 19.5 meq/100 g de suelo, encontrándose en la muestra 0-10 cm el dato mayor. Los cationes intercambiables se presentan de la siguiente manera: el sodio en concentraciones entre 0.20 y 0.23 meq/100 g, no observándose ninguna tendencia particular en su distribución. El potasio entre 0.06 y 0.08 meq/100 g. El calcio está entre el rango de 3.5 a 13.8 meq/100 g y el magnesio de 1.2 a 11.5. El porcentaje de saturación de bases es de 84.3 % como promedio.

El fósforo se encuentra en niveles entre 2.68 y 15.92 p.p.m.. El aofano se presenta en concentraciones bajas en la muestra 0-10; es muy alta para la muestra 10-20 y se mantiene alta para las restantes.

En la determinación de nitratos, se obtuvieron valores entre 1.1 y 1.6 p.p.m., distribuidos de manera uniforme a lo largo del pozo.

COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LOS ANALISIS EDAFOLOGICOS DEL CAFETAL
CON SOMBRA DE INGA SP. Y CITRUS SINENSIS

Al inicio de la presente tesis, se mencionó que forma parte de un trabajo conjunto en el que se muestrearon suelos cafetaleros con dos tipos de sombra:

- 1) Cafetal con sombra de Citrus sinensis
- 2) Cafetal con sombra de Inga sp.

por lo que se hizo una comparación entre los resultados de los análisis edafológicos de ambos tipos de estructuras cafetaleras, para lo cual se calcularon los promedios, profundidad por profundidad de: porcentaje de materia orgánica, contenido de potasio, calcio, magnesio capacidad de intercambio catiónico total, fósforo y nitratos. Para el caso del cafetal con Citrus sinensis se obtuvo el promedio de los 8 pozos, debido a que todos se localizan en la finca de San Miguel Buena vista. Para el cafetal con sombra de Inga sp. se calculó el promedio de los 8 pozos, (cuadro Nº XII), y también, por separado el de los pozos V al X, pertenecientes a la plantación del Sr. Leonardo Carrillo (cuadro Nº. XIII).

Para el porcentaje de materia orgánica, se observa que el cafetal con cítrico es más rico, encontrándose un promedio de 10.67 % para las muestras 0-10 cm de profundidad y contenidos superiores al 5 % hasta los 50 cm. El dato menor es de 2.85 %, perteneciendo a las muestras de 70 a 80 cm. Para el cafetal con sombra de Inga sp., los porcentajes son en promedio de 7.78 a 1.59 %, con un contenido superior al 5 % de 0 a 20 cm de profundidad.

La C.I.C.T. en promedio va de 21.9 a 27.4 meq/100 g de suelo para el cafetal con Inga sp., y de 22.5 a 30.2 meq/100 g en el cafetal con Citrus sinensis, siendo muy semejante para ambos tipos de estructura cafetalera, contrariamente a lo que se esperaría, dado que el contenido de materia orgánica es superior en el cafetal con cítrico. Este hecho se ve más claramente en el cuadro XIII, al comparar los promedios de la plantación del Sr. Carrillo y la finca San Miguel Buenavista, en que se presentan incluso datos superiores en el cafetal con sombra de Inga que en el de Citrus. Por los valores obtenidos, es probable que el tipo de arcilla de estos suelos sea del tipo de la montmorilonita.

Para el potasio, el promedio es de 0.07 a 0.30 meq/100 g y de 0.06 a 0.27 meq/100 g para el cafetal con leguminosa y cítrico respectivamente, siendo similares para ambos tipos de estructura cafetalera. El mismo hecho se observa en el cuadro XIII para la plantación del Sr. Leonardo Carrillo y la finca San Miguel Buenavista.

Para el Ca^{++} los contenidos varían de 8.03 a 13.06 meq/100 g para el cafetal con leguminosa y de 9.06 a 13.18 para el de cítrico, observándose que no hay diferencia considerable que pueda atribuirse al tipo de árbol usado como sombra. En la comparación de las dos plantaciones, tampoco existe diferencia notable, estando los valores entre 8.75 y 13.35 meq/100 g y de 9.06 a 13.18 meq/100 g de suelo para la plantación del Sr Carrillo y la finca San Miguel Buenavista respectivamente.

Para el magnesio, los valores promedio son de 2.23 a 3.57 meq/100 gramos para el cafetal con sombra de Inga, y de 3.25 a 6.82 meq/100 para el de sombra de cítrico, observándose que el contenido es superior en el segundo caso.

En el cuadro N° XIII se observa que la diferencia es menor en la comparación de las dos plantaciones, llegando en algunos casos a ser mayor el contenido en el suelo del cafetal con Inga sp..

De los cationes intercambiables, el que se presenta en mayor abundancia es el calcio, siguiéndole el magnesio y finalmente el potasio.

En lo referente al fósforo, los contenidos promedio van de 4.56 a 8.01 p.p.m. y de 7.91 a 11.87 p.p.m. para el cafetal con leguminosa y con cítrico respectivamente, lo que indica una mayor riqueza en éste último, hecho que se repite en el cuadro XIII para las dos plantaciones, con valores de 6.23 a 8.31 p.p.m. para la del Sr. Carrillo, y de 7.91 a 11.87 para la de San Miguel Buenavista.

En el caso de los nitratos, los valores van de 1.15 a 2.01 p.p.m. para el cafetal con Inga, y de 1.31 a 2.50 p.p.m. para el de sombra de cítrico, siendo ligeramente superior el contenido en éste último, lo que concuerda con los contenidos de materia orgánica que también son mayores, aunque ésta diferencia puede considerarse nula. Lo mismo sucede en la comparación entre las dos plantaciones.

En resumen, en la determinación en que se observa mayor diferencia entre los dos tipos de estructura cafetalera y en las dos plantaciones, es en los porcentajes de materia orgánica y en el contenido de Mg^{++} , que como ya se mencionó, son mayores en el cafetal sombreado con cítrico. En cuanto a los parámetros restantes, existen diferencias, pero son tan pequeñas que no son representativas.

Este hecho indica a simple vista que el suelo del cafetal con sombra de cítrico es superior al de Inga, dada la importancia de la materia orgánica como mejoradora de su comportamiento físico y químico. Sin embargo hay que hacer notar que la edad de los cafetales muestreados es corta, lo cual es sumamente importante, ya que éste no ha sido suficiente para que se lleguen a manifestar las diferencias que se esperaban, de acuerdo a lo reportado en la bibliografía. Por lo tanto es necesario, antes de concluir que tipo de estructura es más recomendable, realizar más estudios en cafetales de mayor longevidad y en condiciones ecológicas semejantes.

CONCLUSIONES

Los estudios edafológicos efectuados en la localidad, mostraron de manera general las siguientes características:

Color con diversas tonalidades del pardo, como pardo amarillento, así como el amarillo y tonalidades rojizas.

Las densidades aparentes son bajas y varían de 0.69 a 1.20 g/ml siendo poco frecuentes los valores superiores a la unidad. Las densidades reales van de 1.6 a 2.8 g/ml. Los porcentajes de espacio poroso son altos y en todas las muestras supera al 50 %.

Las texturas son arcillosas y comúnmente, de 0-20 cm de profundidad es de migajón arcilloso, dominando esta última en dos de los pozos. Los efectos de la textura se ven mejorados por los contenidos de materia orgánica registrados, especialmente en las muestras superficiales.

La reacción del suelo es, de ligeramente ácida a moderadamente ácida. La acidez potencial es de fuerte a muy fuerte.

Las capacidades de intercambio catiónico total son muy variables, llegando a registrarse en promedio valores entre 21.9 y 27.4 meq/100 g.

Los cationes intercambiables se presentan de la siguiente manera: potasio de 0.10

a 0.48 meq/100 g; el sodio de 0.0 a 0.2 meq/100 g, siendo los que en menor proporción se encuentran. El calcio presenta mayor variación, con datos entre 0.7 y 29.4 meq. por 100 g de suelo. Para el magnesio, en la mayoría de los pozos es bajo.

Los contenidos de fósforo son de 1.67 a 13.74 p.p.m.; el a lo fano es de muy alto, a cantidades no registrables por el método empleado.

Las concentraciones de nitratos son de 0.6 a 3.45 p.p.m., con los datos mayores en las muestras superficiales.

En lo referente a las diferencias entre el cafetal con sombra de Inga sp. y con Citrus sinensis, en las determinaciones de el porcentaje de materia orgánica, seguida de la del magnesio son las más evidentes, mientras que para el resto de los parámetros no se observó diferencias significativas.

De acuerdo a los resultados, puede afirmarse que las características físicas de los suelos estudiados reúnen las condiciones favorables para la cafeticultura. En cuanto a las características químicas, también son adecuadas, aunque los contenidos de potasio son bajos, por lo que es necesario poner especial cuidado en éste y probablemente también del nitrógeno, así como mantener y mejorar la fertilidad mediante prácticas agrícolas adecuadas. En éste caso, la cafeticultura por tratarse de un cultivo perenne, reduce significativamente la erosión y a la vez que se mantiene el reciclamiento de nutrientes, ya que hay adi-

ción de materia orgánica, producida principalmente por la hojarazca de los árboles de sombra y la del propio cafeto, lo que le confiere al suelo los efectos benéficos que ésta produce.

B I B L I O G R A F I A

- Agete y Piñero, F. 1943. "El Café" . Secretaría de Agricultura. Cuba.
- Aguilera H., N 1979 citado en: García, E. 1979 "Nuevo Atlas Porrúa de de la República Mexicana" 4ª ed. Porrúa, México 110-111.
- Buckman, H.O. y Brady, N.C. 1977 "Naturaleza y Propiedades de los Sue los", Montaner y Simon. Barcelona.
- Commons de la R., A. 1971 "Geohistoria de las Divisiones Territoria - les del Estado de Puebla" Instituto de Geografía. UNAM México.
- Córdoba, P.S. s/f "Breve Instructivo Sobre el Cultivo del Café". Banco Nacional de Crédito Ejidal. México.
- Costé, R. 1978. "El Café" 2ª reimp. Blume. Barcelona.
- Cureño S., E. 1953. "Producción y Distribución Geográfica de los Cultivos Tropicales de México". Tesis, Fac. de Filosofía y Letras. Col. de Geografía. UNAM, México.
- De la Garza, V.F. 1970 "Semilleros de Cafeto". Dir. Gral. de Agric.. Depto. de Ext. Agrícola. Chapingo, México.
- Domínguez R., I. y Aguilera H., N. s/f. "Metodología de Análisis Físico-Químicos de Suelos". UNAM. Fac. de Ciencias.
- Donahue, R.L., Miller, R.W. y Shickluna, J.C. 1981. "Introducción a los Suelos y al Cultivo de las Plantas". Prentice Hall International. Bogotá, Colombia.

- Fonseca Z. 1977. "Una Función Empírica Generalizada Para Explicar la Respuesta del Café (C. arabica) a Distintos Niveles de Fertilización". Tesis C.P. Chapingo, México.
- Fuentes A., L. 1972. "Las Regiones Naturales del Estado de Puebla". Inst. de Geografía, UNAM, México.
- Galeano, E. 1976. "Las Venas Abiertas de América Latina". Siglo XXI editores. México. pg. 147-164
- García, E. 1973. "Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen". UNAM, México.
- García, E. 1980. "Apuntes de Climatología" 3ª ed. Larios y Hijos Imp.
- Haarer, A.E. 1979. "Producción Moderna de Café". 2ª. ed. CECSA, México.
- INMECAFE 1982. "Comercialización Externa del Café Mexicano". INMECAFE México.
- INMECAFE 1981. Citado en: Saavedra M., J.A. 1982. "Muestréo, Colecta Identificación y Jerarquización de la Maleza de las Principales Zonas Cafetaleras del E. de Veracruz". Tesis. Fac. Est. Sup. Cuautitlán, UNAM, México.
- INMECAFE s/f. "Producción del Café": INMECAFE. México.
- Jáuregui 1968. "Mesoclima de la Región Puebla Tlaxcala". Inst. de Geografía. UNAM, México.
- Jiménez A., E. 1982. "Comparación de la Producción de Materia Orgánica de un Bosque Caducifolio y el Cafetal". En: Jiménez A. y Gómez-Pompa. 1982. "Estudios Ecológicos en el Agroecosistema Cafetalero". INIREB-CECSA. México, pg.55-63

Jiménez A., E. 1979. "Estudios Ecológicos del Agroecosistema Cafetalero: I. Estructura de los Cafetales de una Finca Cafetalera de Coatepec, Ver." México. *Biótica* 4(1): 2-12.

_____ y Correa P. 1981. "Producción de Materia Orgánica en un Bosque Caducifolio de la Zona Cafetalera de Xalapa, Ver." México. *Biótica* 5(4) 157-168.

_____ y Golberg, A.D. "Estudios Ecológicos del Agroecosistema Cafetalero III. Efecto de Diferentes Estructuras Vegetales Sobre el Balance Hídrico del Cafetal". En Jiménez A. y Gómez-Pompa. op. cit. 39-53.

_____ y Martínez V., P. 1979. "Estudios Ecológicos del Agroecosistema Cafetalero II. Producción de Materia Orgánica en Distintos Tipos de Estructura". *Biótica* 4(3) 109-126.

Jiménez C., B. y Noyola R., A. 1980. "Determinación de las Constantes de Biodegradabilidad Para las Aguas Residuales del Beneficio Húmedo del Café". Tesis UAM, México.

López R., E. 1982. "Geología de México" Vol. I. 3ª ed. Edición Escolar.

López R., J. y Melida L., J. 1978. "El Diagnóstico de Suelos y Plantas" 3ª ed. Mundi-Prensa. Madrid.

Lorán N., R.M. 1976. "Algunos Estudios de los Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas del Transecto Xalapa-Teocelo, Ver., México". Tesis. Fac. de Ciencias. UNAM. México.

México. Secretaría de Agricultura y Ganadería. 1955. "El Café en Méxi

co. Consejos Sobre su Cultivo". Comisión Nacional del
Café.

Munguía S., G.E. 1980. "Análisis de la Participación Mundial del Café
Mexicano en el Periodo 70-80". Tesis. Fac. de Economía
UNAM, México.

Munsell Color Company, 1954. "Munsell Soil Color Charts". Baltimore,
Md. 10 p.

Navarro G., H. 1978. "Un Desarrollo Reciente: Las Empresas Cafetale -
ras de Zihuateutla" C.P. Chapingo, México.

Ortiz V., B. 1977. "Fertilidad de Suelos" U.A.CH. Chapingo, México.

_____ y Ortiz S., A. 1984. "Edafología" 4 ed. UACH. Chapingo, México

Peña V., M. de L. 1978. "Algunos Estudios de Suelos Derivados de Ce -
nizas Volcánicas y de Ando Cultivados Con Café en el
Transecto Xalapa-Córdoba, Ver." Tesis. Fac. de Cien -
cias. UNAM. México.

Ramos H., S., Vallejo, R. y Aguilera H., N. "Edafología del Cafetal"
En: Jiménez A., E. y Gómez-Pompa, A. op. cit. 13-32.

Roskoski, J. 1982. "Importancia de la Fijación de Nitrógeno en la Eco
nomía del Cafetal". En: Jiménez A., E. y Gómez-Pompa,
A. op. cit. 33-38.

Rzedowski, J. y Huerta M., L. 1981. "La Vegetación de México". Limusa
México. 315-326.

Ustimenko, G.V. y Bakumovski 1982. "El Cultivo de las Plantas Tropicales y Subtropicales". Tr. Rincón Z. y Vargas S..Mir. Moscu. 370-386.