

2 y 217



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESTUDIO DE FERTILIDAD DE LOS SUELOS
CAFETALEROS DE UNA FINCA DEL MPIO.
EL BOSQUE, CHIAPAS

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 :

ANGELA SOTELO SOTELO

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

MEXICO, D.F.,

ENERO, 1989



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

A mis padres

con cariño y respeto, por su comprensión y ayuda, y por haberme brindado la oportunidad de realizar este sueño.

A mis hermanos

por su constante apoyo y estímulo,
y por compartir conmigo todos
estos años de esfuerzo.

A mis maestros
por los conocimientos impartidos
durante estos años de estudio,
y porque con su ejemplo, sembraron
en mí la semilla de la superación.

A mis compañeros y amigos, pero
en especial a Rosa María por estar
siempre a mi lado, por sus
constantes palabras de aliento
para seguir adelante, y por su
incomparable amistad.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al M. en C. Nicolás Aguilera Herrera por la dirección, orientación y por todas las facilidades y apoyo brindado en la realización de mi tesis. Gracias por su paciencia y múltiples consejos.

A la Dra. Norma Eugenia García Calderón por la revisión, motivación y sugerencias recibidas y por dar respuesta a todas mis dudas en el desarrollo de esta tesis.

Al Dr. David Flores Román, a la M. en C. Silvia Guadalupe Ramos Hernández y a la Biol. Ma. del Socorro Galicia Palacios por la revisión, corrección y aportaciones a este trabajo.

También quiero dar gracias a mis hermanas Irma y Olivia por mecanografiar los diferentes borradores y el trabajo final de esta tesis.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

CONTENIDO

	Pdg.
RESUMEN	1
I. INTRODUCCION	3
II. OBJETIVOS	5
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	6
1. Fertilidad del Suelo.	6
1.1 Concepto e importancia	
1.2 Pérdida de la fertilidad del Suelo	
1.3 Elementos esenciales en el desarrollo de las plantas	
1.4 Fertilización y suelo	
1.5 Productividad del suelo	

	Pág.
2. <i>Generalidades del Café.</i>	18
2.1 <i>Sistemática, especies y variedades de interés económico</i>	
2.2 <i>Ecología y productividad</i>	
2.3 <i>Suelos y nutrición</i>	
2.4 <i>Deficiencias minerales</i>	
2.5 <i>Sombra y poda</i>	
2.6 <i>Cosecha y beneficio</i>	
3. <i>Distribución Geográfica y Producción de Café.</i>	35
3.1 <i>En el Mundo</i>	
3.2 <i>En México</i>	
3.3 <i>En Chiapas</i>	
IV. <i>DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO</i>	46
1. <i>Situación Geográfica de Chiapas.</i>	
2. <i>Ubicación del Municipio El Bosque, Chiapas.</i>	
2.1 <i>Geología</i>	
2.2 <i>Topografía</i>	
2.3 <i>Hidrología</i>	
2.4 <i>Clima</i>	
2.5 <i>Vegetación</i>	
3. <i>Ubicación de la Finca Cuculhuiz del Mpio. El Bosque, Chiapas.</i>	
V. <i>METODOLOGÍA</i>	50
1. <i>Análisis Físicos.</i>	
1.1 <i>Color en seco y húmedo</i>	
1.2 <i>Densidad aparente</i>	
1.3 <i>Densidad real</i>	
1.4 <i>Espacio poroso</i>	
1.5 <i>Textura</i>	

2. *Análisis Químicos.*2.1 *pH*2.2 *Materia Orgánica*2.3 *Capacidad de intercambio catiónico total*2.4 *Calcio y magnesio*2.5 *Sodio y Potasio*2.6 *Nitratos*2.7 *Fósforo*2.8 *Nitrógeno total*2.9 *Alofano*VI. *RESULTADOS*

53

VII. *ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN*

64

VIII. *RELACION DE RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS
(N, P, K, Ca y Mg) EN EL SUELO Y LA PLANTA*

76

IX. *CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES*

82

X. *BIBLIOGRAFÍA*

84

El cultivo de café representa para México un importante renglón en el sustento de su economía.

Este trabajo forma parte de una investigación que se llevó a cabo en suelos cafetaleros del Municipio El Bosque, Chiapas, siendo su principal objetivo conocer a nivel de laboratorio la fertilidad del suelo, cuando menos aproximadamente, así como aportar información sobre las características físicas y químicas del suelo y relacionarlas con las condiciones óptimas para el desarrollo del café.

Se colectaron suelos de 31 pozos en tres niveles de profundidad, las muestras se analizaron aplicando diferentes métodos de laboratorio para determinar las características físicas y químicas más importantes, tales como: textura, porosidad, pH, porcentaje de materia orgánica, C.I.C.T., bases intercambiables, fósforo y nitrógeno total.

Se hace una relación de resultados del contenido de elementos nutritivos (N, P, K, Ca y Mg) en el suelo y la planta.

De las características físicas, tan importantes para el buen desarrollo del café, se encontró que la textura y porosidad son adecuadas.

Los valores más representativos de los análisis químicos corresponden a la materia orgánica, que alcanza 9.84 %, la C.I.C.T. varía de 13.6 a 42.7 meq/100 gr., el calcio se encuentra en concentraciones medias y varía de 6.5 a 35.1 meq/100 gr., el fósforo y potasio se presentan en concentraciones bajas, insuficientes para los requerimientos nutricionales del café, y nitrógeno total que, en general, se considera alto con porcentajes de 0.23 a 0.56 % en las muestras superficiales.

Respecto a la relación suelo-planta, se considera que la planta no satisface sus necesidades nutricionales, debido a la baja cantidad de elementos nutritivos presentes en el suelo, sobre todo de fósforo y

potasio, por lo que se recomienda aplicarlos como fertilizantes en forma conveniente y equilibrada. Además, debe acompañarlos las prácticas culturales indispensables en este cultivo, como son: regulación de sombra, poda, control de malezas, plagas, enfermedades y en caso necesario renovación de cafetos.

Por sus características ambientales como son precipitación, temperatura y altitud, se considera que la zona estudiada es adecuada para el cultivo de café.

El café fue introducido a México, en la región de Córdoba, Ver., a fines del siglo XVIII por Don Juan Antonio Gómez.

La primera exportación de 273 quintales ocurrió en el puerto de Veracruz en 1803 y fue hasta 1882 cuando México pasa a formar parte de los países exportadores con 70,000 sacos, situación que en forma ininterrumpida ha conservado hasta el presente.

Observando las estadísticas nos damos cuenta de la enorme importancia que reviste para nuestro país el cultivo de café, pues actualmente existen 168,521 productores y se estima que 300,000 personas intervienen en labores de cultivo, cosecha y operación de beneficio. Se calcula que poco más de dos millones de mexicanos, equivalentes al 70 % de la población rural del país viven de la cafecultura (INMECAFE, 1985).

De los productos agrícolas exportables el café ocupa el primer lugar, el cual ha representado hasta el 50.8 % de las exportaciones agrícolas del país, el tomate fresco el 20.8 %, en segundo lugar y el algodón el 3.5 %, por lo que la cafecultura se considera como una fuente importante de divisas e impuestos (SARH, 1987).

INMECAFE (1987), reporta que gracias a la cafecultura se capturaron 5,500 millones de dólares, teniendo una exportación de 3'400,000 sacos en el ciclo 1986-1987.

México exporta su café a Estados Unidos, España, Alemania, Francia, Holanda, Bélgica, Inglaterra, Canadá, Italia, Suecia, Noruega y Siria, consumiendo Estados Unidos el 71.2 % de la exportación total mexicana.

En el año de 1905, México ocupaba el octavo lugar en la producción mundial; de 1914 a 1953 ocupó el quinto lugar; de 1970 a 1980 el cuarto lugar y en la actualidad, nuevamente ocupa el quinto lugar, con una superficie aproximada en cultivo de 497,456 hectáreas, teniendo una producción promedio de 6'652,000 quintales en el ciclo 1986-1987 (INMECAFE, 1987).

Chiapas ocupa el primer lugar en la producción de café dentro de la República Mexicana, en la actualidad cubre una superficie de 163,268 hectáreas, con una producción aproximada de 2'202,500 quintales, equivalentes a 101,315 toneladas en el ciclo 1986-1987. En el renglón de exportaciones, constituye una fuente importante de divisas para nuestro país, contribuyendo Chiapas con un alto porcentaje. Cuadro N° 3.

Es evidente que una parte de la economía mexicana está basada en el cultivo de café. Sin embargo, últimamente ha disminuido considerablemente su producción, un ejemplo palpable es la Finca en estudio, en donde hace 10 años se obtenían 2,500 bultos de café (50 Kg) de primera, hace 8 años 2,100 bultos, hace 7 años 1,800 bultos y después de la erupción del Chichonal bajó la producción a 400 bultos. Esto es un motivo importante que nos impulsa a buscar la forma, por medio de la investigación, de mantener y asegurar el porvenir cafetalero, por lo que es necesario realizar estudios para incrementar y mejorar la calidad de la producción nacional de café.

De lo anterior se desprende que la cafecultura estatal y nacional progresará y será cada vez más eficiente, solamente en la medida en que desarrollemos la tecnología propia a nuestro medio ecológico y a nuestras necesidades.

II OBJETIVOS

Determinar la fertilidad del suelo en función de sus características físicas y químicas.

Correlacionar la fertilidad del suelo con algunos análisis cromatológicos de la planta, aportar información sobre las características físicas y químicas del suelo y relacionarlas con las condiciones óptimas para el desarrollo del café.

1. Fertilidad del Suelo

1.1 Concepto e Importancia

El suelo es considerado como el "gran proveedor", como el almacén de la naturaleza que proporciona el sustento necesario para el hombre, los animales y las plantas.

A través de grandes periodos geológicos el suelo ha desempeñado esta función, así mucho antes de que el hombre hiciera su aparición, y cuando en gran número, plantas, animales y finalmente el hombre, poblaron la tierra, el suelo les sirvió para su sostén.

Actualmente se escucha por doquier que el suelo se está perdiendo que requiere una atención especial, que se necesita un mayor volumen de alimentos y que millones de seres humanos en el mundo padecen hambre.

La razón más importante que provoca estos desequilibrios es el aumento desproporcionado de la población, la cual se debe, sobre todo, a los progresos de la medicina y al mejoramiento de las condiciones sanitarias. Si bien estas son grandes bendiciones para la humanidad, uno se olvida casi siempre de que imponen una obligación muy grande en lo que concierne al suelo que debe alimentar y sustentar millones de seres humanos.

La aplicación del conocimiento es indispensable en las prácticas agrícolas, y aun aquellos países mejor desarrollados agrícolamente requieren que se mejore e intensifique la producción.

El primer paso consiste en una adecuada comprensión y un tratamiento más inteligente del suelo, del cual se está abusando cruelmente.

Es deprimente contemplar grandes extensiones de suelo antes productivo, que se ha convertido, prácticamente en desierto por causa de la explotación despiadada y de los métodos erróneos de cultivo. Se

ignora cuantos millones de toneladas de valioso capa arable se han perdido en esta forma a causa de la erosión por agua y por viento; otras regiones se han empobrecido a tal grado, que resulta antieconómico tratar de aumentar su producción agrícola.

Todas estas áreas tendrán finalmente que ser rehabilitadas, aunque esta operación supone un trabajo lento, tedioso y costoso, mientras tanto se encuentran temporalmente perdidas para la producción, pero la cuestión radica en mantener al suelo en una condición fértil, pese a que continuamente se estén obteniendo cosechas de él.

Burgos (1977), afirma que el logro y mantenimiento de niveles altos de producción de cosechas en forma sostenida, eventualmente gira alrededor del mantenimiento de la fertilidad de los suelos.

La fertilidad del suelo se define como la cualidad de éste de proporcionar los compuestos adecuados, en la cantidad conveniente y en el balance apropiado, para el crecimiento de determinadas plantas, cuando otros factores son favorables (Millar, 1971).

Un suelo fértil es el que contiene cantidades suficientes y balanceadas de todos los nutrientes que la planta obtiene de la fracción mineral y orgánica. Debe estar razonablemente libre de sustancias tóxicas que limiten el crecimiento y tener propiedades físicas satisfactorias (Ortiz, 1977).

La relación suelo-planta, es una relación íntima, la cantidad y calidad de los productos reflejan el grado de fertilidad del suelo.

Esta fertilidad disminuye constantemente y la producción de las cosechas declina a medida que las plantas toman los elementos minerales presentes en el suelo, por lo que es necesario agregar fertilizantes dependiendo esto de varios factores, tales como la fertilidad original del suelo, los tipos de plantas a cultivar, la lixiviación y la erosión, así como la estructura del suelo (Graulach y Edison, 1970).

Como nutrientes vegetales, en el amplio sentido de la palabra, deben entenderse todos aquellos elementos que son requeridos por la planta para su crecimiento y formación de compuestos orgánicos. Conforme a esta definición puede llamarse nutriente vegetal a todo elemento que, después de ser asimilado por la planta, fomenta su desarrollo en cualquiera de sus fases de crecimiento, desde la germinación hasta la completa maduración, mejorando por consiguiente, el rendimiento de la planta, tanto cualitativa como cuantitativamente (Jacob, 1973).

1.2 Pérdida de la Fertilidad del Suelo

El grado de fertilidad depende de las características del suelo (contenido de humus, nitrógeno y otros elementos nutritivos, contenido de arcilla, pH, grado de agregación de las partículas, número y actividad de los microorganismos), de la secuencia o rotación de los cultivos (monocultivos llevan a una degradación acelerada) de la intensidad de explotación y de las prácticas de cultivo y control de la erosión utilizadas y desarrolladas.

Las pérdidas de la fertilidad de los suelos es originada por procesos, entre ellos: falta de restos vegetales para la mineralización; el aumento de las enfermedades y parásitos; cambios en las propiedades físicas del suelo, especialmente del régimen hídrico y de la aireación; pérdidas de elementos nutritivos, tanto por extracción de los cultivos y lavado, como por erosión; pérdidas de humus por erosión y escorrentía y cambios en el ambiente microbiológico del suelo. Según Fassbender (1978), estos procesos por lo general ocurren todos juntos y la degradación de la fertilidad es el resultado colectivo y muy pocas veces es posible indicar una sola causa en el fenómeno. Generalmente después de una explotación intensiva del suelo entre 2 y 5 años se alcanza un alto grado de agotamiento de la fertilidad de los suelos.

Las tasas anuales de disminución de C y N en diferentes lugares del trópico, bajo una vegetación original de bosque, oscila entre 2.5 y 25 % del contenido original y alcanza un valor promedio de 10.5 %. Esto implica

que en promedio, en 7,5 años, el contenido de C y A se reduce a la mitad con la consiguiente pérdida de la fertilidad.

Fassbender (1978), afirma que la única manera de contrarrestar las enormes pérdidas de fertilidad es desarrollar sistemas de explotación y/o rotaciones de cultivo, ampliar el uso de abonos y fertilizantes e incorporar medidas de control de la erosión.

En explotaciones agrícolas permanentes se tienen condiciones muy similares a las de los bosques primarios con un ciclo interno de los elementos nutritivos a largo plazo, así las pérdidas de C y N son mínimas. En cultivos permanentes monoculturales arbustivos o de plantas anuales o bianuales se tienen pérdidas de la fertilidad del suelo aún mayores que en los cultivos semipermanentes; sólo a través de fertilización y de las prácticas agrícolas mencionadas se pueden compensar tales problemas. Como se trata generalmente de cultivos de alta remuneración económica son posibles tales inversiones. Cuando se descuida la fertilidad se produce muchas veces una degradación muy rápida (Fassbender, 1978).

1.3 Elementos Esenciales en el Desarrollo de las Plantas

La investigación ha demostrado que ciertos elementos son necesarios para el desarrollo normal de las plantas. Estos elementos esenciales deben estar presentes en formas utilizables para las plantas y en concentraciones óptimas para su desarrollo. Además, debe existir un equilibrio idóneo entre las concentraciones de los elementos nutritivos solubles, en el suelo.

Se ha demostrado que son 16 los elementos esenciales para el desarrollo de la planta. Estos elementos han sido clasificados de acuerdo con su procedencia, ya sea del aire, del agua o de los sólidos del suelo, y según sean utilizados por las plantas en proporciones más o menos grandes.

TABLA 1. ELEMENTOS NUTRITIVOS ESENCIALES Y SUS FUENTES

Elementos esenciales usados en cantidades relativamente grandes. MACRONUTRIENTES			Elementos esenciales usados en cantidades relativamente pequeñas. MICRONUTRIENTES	
Por lo general, del aire y del agua		De los sólidos del suelo	De los sólidos del suelo	
Carbono	Nitrógeno	Calcio	Hierro	Cobre
Hidrógeno	Fósforo	Magnesio	Manganeso	Zinc
Oxígeno	Potasio	Azufre	Boro	Cloro
			Molibdeno	

- 1 Otros elementos escasos tales como el sodio, fluor, yodo, silicio, cobalto, estroncio y bario no parecen ser esenciales universales, aunque los compuestos solubles de algunos de ellos pueden mejorar el desarrollo de un cultivo.

FUENTE: Buckman y Brady, 1977.

Las plantas superiores obtienen la mayor parte del carbono y oxígeno directamente del aire, por fotosíntesis. El hidrógeno se deriva, directa e indirectamente, del agua del suelo. Todos los demás elementos esenciales, excepto algunos, como el nitrógeno del aire asimilado indirectamente por las leguminosas, son obtenidos de los sólidos del suelo.

No debe deducirse de esto que la mayor parte de los tejidos vegetales sean sintetizados a partir de los nutrientes del suelo. Tampoco el recíproco es cierto. Generalmente del 94 al 99.5 % de los tejidos de las plantas frescas están constituidas por C, H y O, y sólo de un 0.5 hasta quizá un 5 ó 6 % es de los constituyentes del suelo. A pesar de esto, son los elementos nutritivos del suelo los que comúnmente limitan el desarrollo de los cultivos (Buckman y Brady, 1977).

Macronutrientes. De los trece elementos esenciales obtenidos del suelo por las plantas, seis son usados relativamente en grandes cantidades, estos son: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre. Se designan con el nombre de macronutrientes porque las plantas los utilizan en grandes cantidades. El crecimiento de las plantas puede ser retardado por varias causas: porque haya escasez de ellos en el suelo, porque

resulten asimilables muy lentamente, o porque no estén adecuadamente equilibrados con los otros elementos nutritivos. A veces pueden existir las tres limitaciones juntas. Esto es cierto, con frecuencia, respecto al nitrógeno.

El nitrógeno, fósforo y potasio se proporcionan al suelo, comúnmente en forma de abonos y de fertilizantes. El calcio y el magnesio se dan casi siempre, en forma de caliza. El azufre, además de existir en el agua de lluvia, se puede encontrar en algunos fertilizantes, como superfosfato, sulfato de amonio y también en el estiércol. En casos especiales, el azufre se aplica solo, para corregir deficiencias nutritivas o ajustar la reacción del suelo.

Micronutrientes. El hierro, manganeso, cobre, zinc, boro, molibdeno y cloro son utilizados por las plantas superiores en muy pequeñas concentraciones y, en consecuencia, son llamados micronutrientes. Estos elementos son fundamentalmente tan importantes como los macronutrientes.

Excepto el hierro, en muchos suelos puede haber vestigios de todos ellos y su índice de asimilación por las plantas es bajo. Por lo tanto, aunque su remoción por las plantas es pequeña, los efectos acumulativos de producción de cosechas en un periodo de varios años pueden reducir rápidamente los limitados contenidos que el suelo presente (Buckman y Brady, 1977).

Millar *et al* 1980, señalan que el crecimiento y desarrollo de las plantas está determinado por numerosos factores del suelo y el clima y por factores inherentes a las plantas mismas. Algunos de estos factores están bajo el control del hombre, pero la mayoría de ellos no pueden ser controlados. Por ejemplo, el hombre tiene muy poco control sobre el aire, la luz y la temperatura, pero puede modificar la cantidad de nutrientes en el suelo. Puede incrementar la fuente de nutrientes disponibles, modificando las condiciones del suelo por medio de un buen manejo o haciendo adiciones de nutrientes en forma de fertilizantes.

Los fertilizantes son utilizados principalmente para obtener mayores producciones y secundariamente para aumentar la calidad del cultivo. Los nutrientes removidos del suelo al cosechar un cultivo, las pérdidas por lavado y erosión, los fijados e inmovilizados y los volatilizados deben ser reemplazados, para obtener óptimo crecimiento en la siguiente cosecha. Los nutrientes que necesita el próximo cultivo vendrán de los minerales del suelo que se disuelven, de la descomposición de materia orgánica, de los iones intercambiables adsorbidos en el suelo y partículas de humus, de la atmósfera y de los fertilizantes (Donahue *et al.*, 1977).

La fertilización tiene como finalidad incrementar los rendimientos y mejorar las condiciones nutritivas de la planta al aumentar las reservas de nutrientes, ya existentes en el suelo. Basta suministrar los nutrientes requeridos en mayor cantidad por la planta o sea N, P y K, cubriéndose en tal forma la elevada demanda que de ellos origina el incremento de producción (Jacob, 1973).

1.4 Fertilización y Suelo

Las propiedades del suelo y los efectos de la fertilización guardan estrechas relaciones mutuas. Así se tiene, que el efecto de la fertilización depende, por un lado, del estado de fertilidad del suelo, y por otra parte, de la fertilización adecuada lo que contribuye esencialmente al aumento de la fertilidad del mismo. De ahí, que la finalidad de cada tratamiento fertilizante no sea solamente alcanzar un aumento temporal de los rendimientos, sino mantener y mejorar simultáneamente la fertilidad del suelo (Jacob, 1973).

Entre más bajo sea el nivel productivo debido a condiciones climáticas y económicas desfavorables, tanto más importante resulta el contenido natural de nutrientes del suelo. Bajo condiciones favorables de crecimiento, es posible alcanzar altos rendimientos mediante la aplicación de grandes cantidades de fertilizantes, la importancia del contenido natural de nutrientes del suelo queda relegado a segundo término. En tales casos destacan con mayor intensidad otros factores edáficos, como por ejemplo, las fáciles labores del suelo. Jacob (1973), menciona que muchos

de los suelos de la Europa Occidental, pertenecientes hoy día a los de mayor productividad de ese continente, antes de ser incorporados al cultivo, fueron terrenos de yermo, casi infértiles, y sólo mediante la intensa aplicación de fertilizantes minerales y abonos orgánicos ha sido posible aumentar su producción hasta el nivel que presentan actualmente. Sin embargo, también en los suelos con alto contenido de nutrientes y favorables condiciones de crecimiento habrán de aplicarse cantidades adicionales de fertilizantes minerales si es que ha de descarse la obtención de elevados rendimientos y la prevención del descenso de la fertilidad del suelo.

El exuberante crecimiento que experimenta la vegetación de las selvas tropicales ha conducido frecuentemente a la creencia de que el suelo tropical posee una inagotable reserva de nutrientes, hecho por el cual no sería necesaria su fertilización. Sin embargo, investigaciones recientes han mostrado que dicho crecimiento (motivado por las condiciones climáticas favorables) es solamente posible a causa del rápido ciclo que sufre una cantidad relativamente pequeña de nutrientes, fijados predominantemente por la materia orgánica. Con la descomposición de ésta, los elementos contenidos en los vegetales muertos pueden ser aprovechados rápidamente por las nuevas plantas en crecimiento, sin que lleguen a ser fijados por los suelos minerales. Si este ciclo se interrumpe con la deforestación de la selva tropical, la cual incrementa el grado de destrucción de la materia orgánica (sin la correspondiente formación de nuevo material orgánico) se contará frecuentemente con un suelo mineral casi estéril y extremadamente pobre en nutrientes. Su restauración gradual hacia un nuevo estado de equilibrio puede lograrse solamente por medio de la implantación de cuidadosas medidas de cultivo y fertilización (Jacob, 1973).

Los fertilizantes comunes y corrientes que usan los agricultores suelen proporcionar tres elementos nutritivos a las plantas: nitrógeno (N), fósforo (P_2O_5) y potasio (K_2O). Estos aplicados al suelo, cumplen 3 objetivos: 1) proporcionar nutrientes al suelo que no contiene lo suficiente para producir cosechas remunerativas; 2) mejorar la fertilidad del suelo aumentando la cantidad de nutrientes en el ciclo comprendido

entre el desarrollo y término del ciclo vegetativo y 3) reducir el costo de producción al elevar el rendimiento (Jacob, 1973).

Para aplicar con eficiencia cualquier fertilizante, es indispensable conocer previamente sus propiedades y su acción particular en cada tipo de suelo.

Cuando se adiciona un fertilizante, no todos los elementos que contiene son directamente asimilables o aprovechables de inmediato, por las plantas, a las cuales se les está aplicando. Los diferentes elementos fertilizantes que posee, reaccionan en diversas formas en el suelo (Jiménez, *et al.*, 1981).

Fertilizantes Nitrogenados. Son aquellos que poseen el elemento nitrógeno como fuente principal en su composición, por ejemplo: urea, sulfato de amonio y nitrato de amonio.

El nitrógeno puede agregarse al suelo por medio de los fertilizantes en dos formas: AMONIACAL (NH_4^+), (sulfato de amonio) y NITRICA (NO_3^-), (nitrato de amonio).

En la primera, el nitrógeno es directamente asimilable para las plantas o puede ser transformado a nitrato. Esta forma es completamente soluble y fácilmente absorbido por las raíces. Uno de los principales problemas del nitrógeno es que se pierde fácilmente por lixiviación, o sea lavado hacia las profundidades del suelo, principalmente cuando se aplica en suelos arenosos y regiones con lluvia abundante.

Fertilizantes Fosfatados. Son aquellos que en su composición poseen como fuente principal, el elemento fósforo, como el superfosfato simple y el superfosfato triple.

Una fuente importante del fósforo fertilizante es el mineral fosfato apatita, el cual es tratado con ácidos para convertir al fósforo contenido a una forma más soluble.

El superfosfato simple, se fabrica mediante la reacción del ácido sulfúrico con el mineral fosfato. Este producto, es una mezcla de fosfato monodécico y yeso que contiene de 7 a 9.5 % de fósforo ($16-22\% \text{ P}_2\text{O}_5$) del que aproximadamente el 90 % es hidrosoluble y se clasifica todo como disponible.

El superfosfato triple contiene de 19 a 22 % de fósforo ($44-52\% \text{ P}_2\text{O}_5$), un 95 a 98 % es hidrosoluble y casi todo es clasificado como disponible. Se fabrica en forma de polvo y granular y se utiliza mezclándolo con otros materiales, y en aplicación directa al suelo (Tisdale y Nelson, 1982).

Fertilizantes Potásicos. Son aquellos que en su composición poseen el elemento potasio como fuente principal, como por ejemplo: muriato de potasio, y sulfato de potasio. El muriato de potasio contiene de 50 a 52 % de potasio ($60-63\% \text{ K}_2\text{O}$). Es el fertilizante potásico más ampliamente utilizado, se aplica directamente al suelo y es utilizado en la fabricación de fertilizantes N - P - K.

El sulfato de potasio es un mineral blanco que contiene de 42 a 44 % de potasio ($50 \text{ a } 53\% \text{ K}_2\text{O}$) (Tisdale y Nelson, 1982).

Abonos Orgánicos. La mayoría de los abonos orgánicos (de origen animal o vegetal) contienen varios elementos nutritivos (particularmente N y P, así como pequeñas cantidades de K y elementos menores), cuya concentración es, sin embargo, esencialmente más baja que la de los fertilizantes minerales. A pesar de ello, los abonos orgánicos no deberán valorarse únicamente por su contenido en nutrientes, sino también por su benéfico efecto en el suelo. La materia orgánica en éste activa los procesos microbianos, mejorando simultáneamente su estructura, aireación y capacidad de retención de humedad. Además, actúa como regulador de la temperatura edáfica, retarda la fijación del ácido fosfórico mineral y suministra productos de descomposición orgánica que incrementan el crecimiento de la planta. Asimismo representa una fuente de lento y uniforme suministro de nitrógeno, ejerciendo con ello una favorable influencia sobre el contenido proteico de las plantas.

En virtud de estas propiedades, Jacob (1978), señala que los abonos orgánicos crean frecuentemente las condiciones necesarias para la eficacia del empleo de fertilizantes minerales.

Fertilizantes Minerales. Los fertilizantes minerales contienen uno o más nutrientes los cuales, en contraste con los abonos orgánicos, están contenidos generalmente en forma concentrada y soluble. De ahí que el valor de los fertilizantes minerales dependa, en primera línea, de su contenido en nutrientes puros. Asimismo, la casi totalidad de ellos contiene una cierta cantidad de sustancias secundarias, como por ejemplo sulfatos, cloruros, calcio y elementos menores que, en parte, favorecen también el crecimiento vegetal (Jacob, 1973).

1.5 Productividad del Suelo

Las propiedades químicas y físicas del suelo pueden algunas veces ser críticas para el crecimiento de las plantas. Las propiedades físicas incluyen el tamaño de los poros y los problemas relativos a la aireación y contenido de agua, la estabilidad, la textura, la estructura y la dureza o cementación de las capas del suelo.

El crecimiento de las plantas envuelve la combinación de muchos factores: aireación adecuada, agua, nutrientes esenciales, adecuada profundidad del suelo para soporte, niveles tóxicos de ciertos elementos, enfermedades, insectos, temperaturas y luz solar. Todas estas consideraciones deben ser incluidas en cualquier estimación sobre productividad de los suelos.

Algunos suelos son productivos por naturaleza y mantienen cultivos abundantes de gran valor con muy poco esfuerzo humano, a diferencia de otros tan improductivos que casi no conservan por sí mismos la vida de una planta. La mayoría de los suelos se encuentran entre estos dos extremos, por lo cual deben ser fertilizados, regados, drenados o encañados para que sean satisfactoriamente productivos (Tamhure, 1978).

Tamhane (1978), afirma que los suelos productivos son los que contienen cantidades adecuadas de todos los elementos esenciales fácilmente asimilables por las plantas, que se encuentran en buen estado físico para mantener plantas y que sólo contienen la cantidad exacta de agua y aire para el crecimiento satisfactorio de las raíces. El suelo, además de contener los elementos esenciales y las cantidades adecuadas de aire y de agua, y hallarse en buenas condiciones para el mantenimiento de la planta, ha de suministrar esos elementos esenciales diariamente a lo largo de la vida de la planta (Tamhane, 1978).

La productividad del suelo es la capacidad para producir cosechas. Por consiguiente, la fertilidad del suelo, las buenas prácticas de administración, la disponibilidad de abastecimiento de agua y un clima adecuado contribuyen a la profundidad del suelo.

2. Generalidades del Café

2.1 Sistemática, Especies y Variedades de Interés Económico

El café forma parte de la gran familia de las Rubiaceas, de la que constituye el género Coffea, establecido por De Jussieu (1735). Augusto Chevalier, citado por Coste (1980), incluye alrededor de setenta especies en su agrupación sistemática (1929). Más tarde esta cifra ha aumentado con varias nuevas especies descubiertas en todo el mundo en estos últimos años, especialmente en Madagascar, y es probable que las investigaciones que actualmente se realizan permitan enriquecer aún más este inventario.

El género comprende desde plantas esbeltas ligeramente tendidas que tienen una estrecha semejanza con el jazmín y todos los tamaños de arbustos hasta árboles robustos con troncos despejados y capas extendidas, que alcanzan 9 y 18 m de altura. A veces una misma especie constituye un arbusto y en otras, crece como árbol (Haarer, 1982).

Haarer (1982), coloca los cafetos más ampliamente cultivados en cuatro especies, en orden de importancia comercial: 1. Coffea arabica Linn., 2. C. canephora Pierre ex Froehner, 3. C. liberica Bull ex Hiern, y C. excelsa A. Chev.

La especie C. arabica, que es la conocida de más antiguo y la más extendida en todo el mundo es originaria de Etiopía (Abisinia), en cuyas altiplanicies (1300 a 1900 m de altura), existen importantes plantaciones de esta especie (Coste, 1980).

Antoine De Jussieu, consideró en 1713 al cafeto árabe como jazmín llamándolo Jasminum arabicum laurifolia y fue hasta 1753 después de que Linneo estableció el género Coffea dentro de su clasificación, que la especie llegó a ser conocida como Coffea arabica. Esta especie es un arbusto o pequeño árbol con hojas lustrosas desprovisto de vellosidades. Sus hojas son relativamente pequeñas, pero varían en anchura, de 12 a 15 cm de largo y alrededor de 6 cm de ancho como promedio, ovales o elípticas, acumuladas, cortas, agudas en la base, algunas veces un tanto

ondulantes, siempre verdes. Flores fragantes, blancas o cremosas, subsésiles o muy poco pediceladas, varias en cada axila foliar, 2-9 o más, juntas en muy pequeños racimos bracteolados axiliares o laterales; bracteolas ovadas, las internas connatas a la base de los pedicelos, fallando en el limbo del cáliz subtrunco o romo, pentadentado. Corola con 5 lóbulos, ovales, obtusos o mucronulados, igualando o sobrepasando el tubo, desplegados. Las anteras son bastante más cortas que los lóbulos de la corola, sobresalientes, fijadas más bien abajo de su parte media a los filamentos, los cuales son aproximadamente la mitad de largos. El estilo iguala aproximadamente a la flor sin abrir, bifido, lóbulos longitudinales, más angosto hacia el extremo. La cereza de forma oblonga elipsoidal, aproximadamente de 1.5 cm de longitud, primero verde, luego roja y finalmente negra azulosa. La semilla varía en tamaño de 8.5 a 12.7 mm. Sinónimo: *C. vulgaris* Moench; *C. laurifolia* Salisb (Hauner, 1982).

Esta especie, por su naturaleza autógama (auto-fértil), tiene características relativamente homogéneas. Sin embargo, ha dado lugar al nacimiento de cierto número de variedades (híbridas, mutantes, etc.), tipos y cultivos regionales que indican la influencia que indudablemente ejerce el medio (Coste, 1980).

En la literatura científica se han descrito numerosas variedades botánicas y hortícolas de *C. arabica*. Con base de la más reciente evidencia de las Reglas Internacionales de Nomenclatura Botánica, Hauner reconoce dos variedades botánicas, quedando las otras ya sea relegadas a otras especies o reducidas al estado de cultivadas: *C. arabica* var. *arabica* (= var. *typica* Cramer) y *C. arabica* var. *bourbon* (B. Rodr.) Choussy. La primera es la más común de las dos, habiendo sido introducida al cultivo por los holandeses en el Lejano Oriente. Fue llevada a La Martinica por los franceses y posteriormente a Brasil, donde aún es la variedad más ampliamente cultivada (Ochse *et al.*, 1980).

La var. *bourbon* se considera como una mutación recesiva originaria de la Isla de la Reunión. Se encuentra en todo el mundo. Su característica más peculiar es la de su tamaño más reducido que la *C. arabica* *typica*, pero en cambio tiene una vegetación más densa. Gran parte de las plantaciones brasileñas se componen de razas seleccionadas de esta

variedad, muy apreciada tanto por su productividad como por su calidad. Esta variedad, por cruzamiento natural con una variedad de *C. arabica* oriunda de Sumatra e importada en Brasil a fines del siglo pasado, ha dado lugar a la Mundo Novo, cuyas razas seleccionadas por el Instituto Agronómico de Campinas tienen extraordinarias cualidades en lo que se refiere a robustez y vigor, sobretudo a productividad (Coste, 1980).

Como se ha mencionado antes, una característica de *C. arabica* y también de las otras especies, es la frecuente aparición de mutantes distintivas de reproducción verdadera, algunas de las cuales son más o menos no fructificantes mientras que otras son superiores en cuanto al vigor y a la calidad del grano. Algunas de estas especies cultivadas, clasificadas anteriormente como variedades, son el café Maragogype (*C. arabica* cv. *maragogipe* = *C. maragogipe* Hort) que fue descubierta en Brasil en 1870; sus semillas proporcionan un brebaje cuyas cualidades son apreciadas muy diversamente; también se encontró en Brasil en 1871 "amarella" (*C. arabica* cv. *amarella* = *C. arabica* var. *amarella* Hort. ex Froehner). Estas dos variedades son de interés comercial (Ochse *et al*, 1980).

Una tercera variedad cuyas razas son muy apreciadas, según Coste, es la *C. arabica* var. *caterra* K.M.C. que se originó por una mutación de *C. arabica* L. var. *bourbon*, observada en Brasil; su productividad es más elevada que la de *C. arabica typica*.

Independientemente de estas variedades, suficientemente diferenciadas, la *C. arabica* presenta numerosos géneros de cultivo originados por la adaptación del arbusto a las condiciones del medio. Por ello cada zona de cultivo posee una o varias formas típicas que constituyen otras tantas variedades de cultivo. Pero estos caracteres, no hereditarios evolucionan rápidamente cuando el medio de cultivo cambia (Coste, 1980).

La especie *C. canephora* (café robusta) ocupa el segundo lugar en el mundo, cultivándose sobre todo en África y en Indonesia. En los grandes mercados internacionales desde hace más de un cuarto de siglo y en la actualidad puede admitirse que la tercera parte del café que se consume en el mundo es de este tipo (Coste, 1980).

Los especialistas en botánica sistemática, no aceptan actualmente el nombre de Coffea robusta Linden nada más como una forma o variedad de C. canephora Pierre ex Froehner; esto de inmediato crea dificultades, porque los productores y el comercio mundial se han acostumbrado a usar el término "robusta" abarcando todas las diversas formas y el producto final de C. canephora. El Coffea robusta de acuerdo con varios autores, parece incluir todas las formas actualmente consideradas como C. canephora.

De esta manera, el Coffea robusta Linden debe ser considerado como sinónimo o variedad de C. canephora Pierre ex Froehner. Huarer, (1982).

La especie C. canephora es indígena en las selvas de África ecuatorial, extendiéndose de la Costa Occidental hasta Uganda, el Sur de Sudán y posiblemente el occidente de Abisinia, dondequiera que haya suficiente lluvia, un régimen favorable de temperaturas y mucha humedad ambiental. Se encuentra en las orillas de los ríos, en los bordes de las selvas, en los claros y a veces bajo sombra densa. Es indígena en la mayor parte de las regiones húmedas de los territorios de África Occidental, principalmente en las latitudes $10^{\circ}N$ y $10^{\circ}S$, en altitudes superiores a 1000 msnm.

La especie es un árbol o arbusto sin vellosidades, con hojas anchas que presentan a menudo una apariencia ondulada o conrugada, oblongo elípticas, poco acuminadas, redondeadas o ampliamente cuneiformes en la base, de 15 a 30 cm de largo y de 5 a 15 cm de ancho; nervadura central plana, arriba, prominente abajo, de 8 a 13 pares de nervios laterales; pecíolo fuerte, de 8 a 20 mm de longitud; estipulas interpeciolares, marcadamente triangulares, largas y puntiagudas, connatas en la base, semipersistentes. Flores blancas a veces ligeramente rosadas, en dos racimos axilares, sésiles, con o sin brácteas en forma de hojas. Corola de 5 a 7 lóbulos. Estambres y estilo bien exertos, cerezas marcadamente elipsoidales, de 8 a 16 mm estriadas cuando secas. La planta es muy variable en su estado silvestre (Huarer, 1982).

C. canephora es usualmente autoestéril y debe haber, en consecuencia, polinización cruzada para producir semilla viable. La calidad del grano

robusta es bastante inferior a la mayoría de las variedades arábicas, con la desventaja adicional de ser extremadamente variable de una planta obtenida por semilla a otra, sin embargo el café robusta y sus híbridos con otras especies manifestaron varias características decididamente favorables: a) inmunidad o gran resistencia a la roya por Hemileia vastatrix, b) baja cantidad de fruta fresca para la producción de grano seco (3-5:1 en comparación de 5-6:1 para el café arábigo), c) gran capacidad productora y d) capacidad para retener la fruta en el árbol por algún tiempo después de su plena madurez. El café robusta aún se cultiva en gran escala en algunas localidades del Lejano Oriente y en aquellas localidades que son demasiado cálidas para que prospere el café arábigo. Esta área y el África proporcionan la mayor parte del café robusta producido en el mundo (Haarer, 1982) y (Ochse et al., 1980).

Aunque los cafés drabe y robusta proveen la mayor parte del comercio mundial de este producto, el liberiano y el excelsa han sido llevados a muchos países en los trópicos, donde se cultivan en pequeñas áreas.

Estos dos cafés de menor importancia económica se han usado para hibridaciones e injertos, puesto que presentan grandes variaciones en forma, tamaño de granos y cualidades de infusión, es posible que las selecciones prueben ser de gran valor cuando sean conocidas. El café liberiano tiene frutos y granos muy grandes; los árboles crecen vigorosamente en las regiones más calientes y húmedas de los trópicos, en las cuales el café drabe no prosperaría bien y sufriría probablemente toda clase de enfermedades y plagas. El Coffea excelsa es un árbol grande y fuerte que en forma exclusiva entre todos los cafés económicos, se adapta a los países calientes y semiáridos del interior de África Occidental. Estos atributos pueden ser valiosos con vistas al futuro, puesto que el café excelsa necesita poco cuidado una vez que ha alcanzado el tamaño de un árbol regular. Exige pocos trabajos de cultivo o deshierbe y no necesita podarse. Lo que se necesita al principio, es mejorar la calidad del grano por selección o hibridación, para hacer posible la producción de un café comercial en medios ambientes inadecuados para otras especies (Haarer, 1982).

2.2 Ecología y Productividad

Cuando un cultivo como el del café crece sano en una región particular, dando buenos rendimientos cada año sin que se marchite o se agote y sin que lo afecten seriamente las plagas y las enfermedades, se dice que éste o debe estar cerca del medio ideal para su desarrollo.

Haarer (1982), menciona dos lugares, ambos en el territorio de Tanganyika, en donde las condiciones de textura del suelo, de nutrientes, de humedad en el mismo y el ambiente, de luminosidad y de temperatura (factores ecológicos), deben estar en correcta relación con las apropiadas variaciones estacionales a través del año para alcanzar tal perfección como la encontrada allí. Así, el café árabe se desarrolla mejor en altitudes superiores a los 1372 m e inferiores a los 1677 m, los suelos son volcánicos muy profundos, fértiles y, aunque se inclinan hacia la acidez, son casi neutros. Conforme se avanza en altitud, se presentan temperaturas frescas, lluvias más copiosas, uniformemente distribuidas y mayor humedad atmosférica. El café responde en una forma notable. Se carga de cosecha. A esta altitud la sombra parece ser innecesaria, puesto que los árboles crecen saludables y producen buenas cosechas año tras año.

Para el café robusta, una altitud de 1200 mnm aproximadamente es la ideal, una lluvia uniformemente repartida de 1905 mm, la temperatura de 15.5° a 26.6°C, los suelos son francos, con buen drenaje y ligeramente ácidos. Son migajones arcillosos de color café, cubren una roca de arenisca dura. El café, en este lugar, crece frondoso y produce buenas cosechas cada año con rendimientos variables que se deben, principalmente, a las condiciones climáticas (Haarer, 1982).

Ochse *et al* (1980), dicen que *C. arabica* es una especie de tierras altas, los climas monzónicos ideales y adecuados para su mejor desarrollo se encuentran en relativamente pocas regiones del mundo; por ejemplo Brasil, ciertas partes de Colombia, El Salvador, Costa Rica y México, en el Hemisferio Occidental; las pendientes del Suroeste del Monte Kilimanjaro, en Kenia, y el tercio oriental de Java, en el Lejano Oriente. El mejor café se produce en aquellas áreas que se encuentran en altitudes de 1200 a 1700 mnm, donde la precipitación pluvial anual es de 2000 a

3000 mm y la temperatura media anual es de 16 a 22°C.

La *C. canephora* es nativa de altitudes bastante bajas y de las regiones más húmedas de la costa occidental de África, lo cual debe dar cierta indicación de sus exigencias climáticas (Ochse *et al.*, 1980).

Hauer (1982), considera que el café requiere una humedad media, si se exceptúa quizás el verdadero café excelsa, el cual prospera en forma natural en regiones algo secas. Mientras que los cafetos robusta y liberiano requieren humedad caliente, el árabe prospera mejor en una fresca.

En la mayor parte de las regiones productoras de café más eficientes del mundo, la precipitación anual está bien distribuida, totalizando más de 1905 mm con unos cuantos meses de tiempo seco. Ukers, citado por Hauer, establece que el café árabe necesita lluvias bien distribuidas, de 1778 mm anuales para lograr un desarrollo saludable y una fructificación vigorosa, cualquier deficiencia de ésta deberá ser suplida por riego, por el anrope y otros métodos de conservación de humedad (Hauer, 1982).

El café es una planta siempre verde, puede existir en los lugares más secos por una o más razones, sin embargo, debe disponer de humedad en el subsuelo todo el año. Si se presenta una deficiencia de humedad en el subsuelo no prospera. Algunas veces, las malas hierbas, los cultivos de cobertura y las sombras temporales pueden crear deficiencias de humedad en detrimento del café, especialmente durante los meses más secos, en las regiones donde el suelo es muy ligero o la lluvia muy escasa (Hauer, 1982) y (Coste, 1980).

En los países centroamericanos, la lluvia varía mucho de acuerdo con la altitud y la situación, habiéndose desarrollado el cultivo del café en regiones climáticamente apropiadas. En México las mejores alturas se consideran entre 800 y 1200 m. En Veracruz, en el área de mayor importancia, la precipitación varía de 1486 a 2476 mm, aunque en el Estado de Chiapas alcanza 5156 mm.

Las mejores regiones de Brasil tienen precipitaciones de 1778 a 2032 mm.

La producción satisfactoria de café está íntimamente relacionada con las temperaturas dentro de límites que pueden ser bien definidos. Temperaturas superiores a las óptimas para el café drake originan un rápido crecimiento, fructificación temprana, sobre carga en las ramas jóvenes, agotamiento prematuro y marchitez. Cuando las temperaturas son muy frías, el café drake se desarrolla lento e incompletamente, llegando a ser antieconómico, en tanto que los vientos fríos pueden ennegrecer, distorsionar o marchitar las puntas de los brotes y causar lo que es conocido como enfermedad del "calor y frío". Los cafés robusta y liberiano se desarrollan mejor dentro de límites más estrechos, siendo dañados por el tiempo frío (Huener, 1982).

Los factores ecológicos (clima, suelo, etc.), ejercen una influencia muy notable sobre el cafeto. La sensibilidad del cafeto a alguno de estos factores es tal, que se les puede considerar como factores vitales limitantes. Pero superadas estas limitantes, este arbusto no carece de posibilidades de adaptarse a ecologías muy variadas. El hombre interviene en los casos necesarios, sacando provecho de las investigaciones agronómicas para corregir en cierta medida o atenuar las influencias de un medio al que considere poco favorable (Coste, 1980).

2.3 Suelos y Nutrición

El cafeto no parece tener exigencias bien definidas en cuanto a la naturaleza de los suelos. Se le encuentra creciendo en suelos desarrollados a partir de diferentes formaciones geológicas. En la mayoría de las áreas cafetaleras los suelos son de origen volcánico, pueden estar desarrollándose sobre depósitos recientes, comúnmente sobre cenizas volcánicas, o pueden encontrarse intemperizados. De menor importancia son los suelos desarrollados sobre rocas sedimentarias silíceas o calcáreas (Licon, 1979).

La textura del suelo y su profundidad tienen, por el contrario, gran importancia. El cafeto posee un sistema radicular que alcanza gran

extensión. Un ejemplo de su prodigioso desarrollo subterráneo son las Tierras Brasileñas, de mediana riqueza pero de excelentes propiedades físicas. Esta característica le permite aprovechar un volumen de tierras muy considerable y compensar así una relativa pobreza en elementos fertilizantes. En los suelos compactos o poco profundos, el tallo queda corto, y las raíces no se extienden más que en los horizontes superficiales, en un espesor que raramente sobrepasa los 30 cm.

Se considera que los mejores suelos para el café deben tener buena profundidad, como mínimo un metro, textura migajosa, estructura friable, buen drenaje y aireación. Un suelo ideal debe tener 60 % de espacios vacíos de los cuales un tercio debe estar ocupado por aire cuando el suelo está húmedo. El subsuelo puede tener más arcilla si ésta no impide la libre penetración del sistema radicular (Coste, 1980) y (Muller, 1959).

Un suelo ligero nunca es adecuado para los cafés árabe, robusto o Liberiano ni lo es tampoco uno de arcilla pesada. Por todo el mundo, los suelos de los cafetales son generalmente de estructura desmenuzable, migajosos, de origen laterítico o volcánico y consecuentemente, de color café, chocolate y rojos (Haarer, 1982).

Coste (1980), menciona que varios autores admiten que las mejores condiciones de pH se cumplen entre 4.5 y 5.0. Pero resulta también evidente que existen magníficos cafetos, de alta productividad, en suelos mucho menos ácidos e incluso próximos a la neutralidad. Por otro lado Mayne, citado por Haarer, afirma que el hierro asimilable presente en el suelo es muy importante para el café y cualquier grado de acidez puede interferir en la absorción de este importante elemento (Coste, 1980) y (Haarer, 1982).

Muchas autoridades han probado que un suelo para café debe ser ácido. Experimentos en Brasil muestran que un pH entre 4.2 y 5.1 sería el mejor para el café árabe (Haarer, 1982).

Al igual que cualquier otra planta, el café necesita para su desarrollo normal de cierto número de nutrientes, los elementos esenciales, en cantidad suficiente y en una combinación bien balanceada. Si la cantidad

de uno de estos elementos es relativamente baja en el medio en el cual crece, se afectan su vigor, su desarrollo y especialmente su productividad, como consecuencia de una deficiencia mineral (Muller, 1959).

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

Nitrógeno. Este es un elemento que el café requiere en mayor proporción para lograr su desarrollo normal. Influye de forma especial, en el desarrollo vegetativo, que incluye la formación y el desarrollo de las hojas. Regula la absorción del fósforo y el fortalecimiento de las raíces. Es componente de aminoácidos, amidas, ácidos nucleicos, clorofila, lípidos, proteínas, riboflavina, liamina, ácido nicotínico, alcaloides y otros compuestos. Además, tienen especial influencia en la formación de yemas florales y área foliar, la cual es de especial importancia para la realización de la fotosíntesis y como consecuencia en la formación de carbohidratos y finalmente en la cosecha (Henao, 1982) y (Ortiz, 1978).

Fósforo. A pesar de las limitadas cantidades de fósforo que requiere el café, este elemento es esencial para su desarrollo normal y en la producción. Su principal efecto es en las raíces. Este es muy importante, especialmente en las primeras fases de desarrollo de la planta, ya que estimula el crecimiento de las raíces, de las cuales va a depender la nutrición y anclaje de la planta. Este elemento influye también en la fructificación y en la calidad de los frutos. Además, es componente de fosfolípidos, fitinas, azúcares nucleoproteínas, ácidos nucleicos, flavina, grupos de enzimas y otros compuestos. Interviene en la síntesis de carbohidratos, grasas y proteínas, en la inducción floral y floración (Henao, 1982) y (Ortiz, 1978).

Potasio. Sus funciones principales tienen relación con el endurecimiento y resistencia de los tejidos de sostén, como el tallo y las ramas, produciendo estructuras más fuertes y resistentes al acame. A este elemento se le atribuye un efecto importante en la resistencia

de las plantas al ataque de enfermedades y plagas. También influyen en los fenómenos de respiración, contribuyendo a mantener la economía del agua en la planta, reduciendo así su tendencia a la marchitez. Es un elemento importante en hojas y puntos de crecimiento, relacionado con la formación de carbohidratos y proteínas. Es el elemento más importante en los frutos y en las semillas (Ontiz, 1978) y (Coste, 1980).

2.4 Deficiencias Minerales y Fertilización

No todas las especies de plantas se perjudican de igual manera con la escasez de un elemento en el suelo, aun cuando crezcan en condiciones idénticas. Algunos muestran una deficiencia con mayor frecuencia y facilidad, mientras otras resultan poco afectadas, el café pertenece al grupo de plantas muy susceptibles a disturbios nutritivos.

Aunque muchas tierras tropicales son fértiles, al cultivarlas, debido a la complejidad de los factores climáticos, pueden volverlas pronto infértiles y hacer necesario el uso de fertilizantes químicos. En áreas con alta precipitación, la fertilidad de los suelos se afecta principalmente por la erosión y por la lixiviación de los nutrientes a capas más profundas inaccesibles a las raíces de las plantas. En otros lugares las sequías prolongadas pueden igualmente afectar la productividad. Estos factores, así como la variabilidad de los suelos tropicales, contribuyen a que las deficiencias minerales se presenten más a menudo.

La deficiencia de un elemento produce síntomas en la planta, lo que permite la identificación del elemento responsable y facilita la adopción de medidas adecuadas para su corrección (Muller, 1959).

Nitrógeno. Bonnemisza (1982), afirma que entre los nutrientes del suelo captados por el café, el nitrógeno es el más importante de acuerdo con las cantidades de nutrientes requeridos por el cultivo. Así, cuando el suelo tiene una concentración muy baja de este elemento, inmediatamente aparecen síntomas de su deficiencia en los cafetos.

Las deficiencias de nitrógeno originan que las hojas sean de menor tamaño y de aspecto coriáceo, pierden su color verde oscuro para dar lugar a una coloración verde claro o amarillenta. Si las hojas están expuestas al sol la deficiencia es mucho más acentuada y las hojas adquieren un color verde oliva o amarillo a blanquecino; la planta se defolia parcialmente; especialmente en los extremos de las ramas plagiotrópicas cuyos tejidos no lignificados se deprimen, necrosan finalmente y se tornan frágiles. Los frutos se secan y sólo un porcentaje reducido alcanza su desarrollo normal (Muller, 1959) y (Henao, 1982).

Las prácticas varían en diferentes países, aunque es generalmente aceptado que hay dos períodos en que los fertilizantes nitrogenados son más necesarios; al principio de la estación húmeda, cuando empieza tanto el desarrollo como la floración y hacia el tiempo de la cosecha, cuando los frutos están madurando.

El café responde más rápidamente a los fertilizantes nitrogenados, sulfato de amonio o nitrato de sodio; en muchos países, las aplicaciones de nitrógeno son prácticamente rutinarias, usando nitrato de sodio en suelos muy ácidos y sulfato de amonio en los menos ácidos (Haarer, 1982).

Para suelos muy ácidos (pH 5.3), Carvajal (1981), recomienda aplicar dos veces seguidas nitrato de amonio calcáreo y una tercera aplicación de nitrosulfato de amonio. En suelos moderadamente ácidos (pH 5.3 a 6.5) aconseja usar nitrato de amonio calcáreo en una primera aplicación y nitrosulfato de amonio en las siguientes. Finalmente, en suelos ligeramente ácidos (pH 6.5) sugiere usar sulfato de amonio en todas las aplicaciones.

Se ha intentado aplicar nitrógeno mediante aspersiones foliares. La absorción de la urea por las hojas es rápida y usada con facilidad, aunque deben reportarse algunas excepciones debido a que el café es sensible y ha exhibido síntomas de toxicidad. Es necesario efectuar más experimentos sobre el uso de las aspersiones de urea (Haarer, 1982).

La aplicación de un fertilizante debe, en general, tender a mantener el nivel del elemento aplicado lo más alto posible, principalmente durante las épocas más críticas, pero sin producir un exceso (Muller, 1959).

Fósforo. Aunque los suelos de los cafetales son a menudo deficientes en este elemento, los síntomas de la deficiencia han sido reportados en muy pocas áreas. La deficiencia de este elemento es evidente cuando las hojas más viejas se vuelven moteadas, desarrollándose manchas amarillas irregulares con un tinte rojizo. Si la deficiencia es muy marcada se unen y toda la hoja se torna clorótica, cayendo luego. Cuando hay escasez de fósforo en las hojas adultas éstas se vuelven más susceptibles al ataque de hongos (Muller, 1959) y (Haarer, 1982).

Muller, citado por Haarer (1982), establece que el nivel crítico para el fosfato en las hojas del café es de 0.1 % abajo del cual aparecen los síntomas de la deficiencia. Concentraciones tan bajas como 0.03 % han sido reportadas bajo condiciones de campo y 0.2-0.18 % de fósforo parece ser una existencia suficiente para garantizar una buena cosecha.

La respuesta a las aplicaciones de fósforo a menudo no han sido significativas aunque se ha observado algún mejoramiento. Es posible que muchos de los elementos lleguen a fijarse en el suelo y volverse insolubles. Solamente aplicaciones grandes proporcionan algún efecto, siendo probablemente las mejores fuentes, los abonos orgánicos o harinas de hueso (Haarer, 1982).

La respuesta del café a la aplicación del fósforo ha sido escasa. En ciertos casos la utilización del fósforo en forma de superfosfato, produce como resultado un aumento de cosecha, pero la respuesta a dicho elemento es muy variable, tanto en un mismo suelo como en condiciones variables de éste.

La aplicación de superfosfato sencillo, triple, cálcico y el fosfato diamónico, produce resultados muy semejantes.

Aún cuando no es de uso muy frecuente, la aplicación de fósforo por vía foliar ha producido resultados satisfactorios, la utilización de fosfato amónico ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), parece la mejor fuente para utilizarlo por vía foliar (Henao, 1982).

Potasio. Los primeros síntomas de deficiencia de potasio en la planta se observan en los ápices de las hojas más expuestas a la radiación solar, en forma de manchas de color marrón, que a medida que el tiempo transcurre, se tornan de color negro; el margen de las hojas se agrieta y finalmente se desprenden de la rama, la cual igualmente toma una coloración pardo-oscuro. Los frutos adheridos a la rama no continúan su desarrollo normal, se secan y permanecen adheridos por largo tiempo, siendo muy susceptibles al ataque de hongos. Este último síntoma común a varias deficiencias de nutrientes se conoce como muerte regresiva (die-back).

Muller (1959), establece que una concentración de 2 a 2.5 % es suficiente para asegurar una excelente cosecha. Si el nivel baja a 1.5 % hay síntomas visuales de la deficiencia. Por otro lado, derrasido potasio frecuentemente conduce a la deficiencia en magnesio.

El café absorbe rápidamente el potasio de cualquier fuente en que este elemento esté soluble. La cantidad de fertilizante que se necesita aplicar para corregir una deficiencia depende en mucho de las condiciones ambientales. En áreas con alta precipitación la lixiviación puede ser un factor desfavorable (Muller, 1959) y (Haarer, 1982).

El sulfato de potasio ofrece menos peligro que el cloruro de potasio, pues la adición de éste en cantidades altas causa lesiones en las hojas y posterior defoliación (Hanau, 1982).

2.5 Sombra y Poda

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

Ochse et al (1980), consideran que el café necesita menos sombra cuando el suelo es mejor y cuando la humedad del aire es más alta. El efecto de la sombra es indirecto, pero está de acuerdo con el comportamiento ecológico de las plantas de café. Por esta razón es necesario que la poda de los árboles de sombra, en aquellas regiones en donde las condiciones del tiempo cambian apreciablemente a través del año, se regule de tal manera que haya más sombra durante los meses secos y menos durante los meses más húmedos. Esto generalmente significa que la operación de la poda siempre se debe llevar a cabo varias veces al año. En una buena finca cafetalera la primera poda o sea la poda principal, se puede dar al principio de la temporada húmeda, con ligeras podas posteriores de acuerdo con la intensidad de la lluvia y tomando en consideración los nublados imperantes.

Los efectos benéficos que resultan de la sombra, aparte de la sombra proyectada por el árbol de café mismo, son una protección contra la sequía, erosión, viento y el aumento de la fertilidad del suelo por medio de los procesos de fijación de nitrógeno llevados a cabo por los nódulos de las raíces de los árboles leguminosos.

Además, la sombra rompe la inestabilidad de la luz, reduciéndola a la cantidad requerida para producir cosechas constantes de importancia económica. En grandes altitudes y en algunos lugares especiales, las neblinas persistentes pueden producir el mismo efecto. La sombra también ayuda a conservar el aire moderadamente quieto, protege a las plantas del granizo y reduce la temperatura del aire y del suelo; disminuye el grado de transpiración y en consecuencia el de evaporación de las hojas del suelo (Ochse et al, 1980) y (Haarer, 1982).

Se considera, que el café robusta requiere más sombra que el árabe, ya que a éste se le puede encontrar en situaciones en que la sombra es innecesaria y en el robusta rara vez sucede. Crece en forma natural en selvas bastante densas. Esto significa que el café robusta puede producir cosechas abundantes bajo una sombra que sería demasiado densa para el café árabe.

Algunos consideran que el problema real del cultivo del café consiste en estimular a la planta en condiciones en las cuales no podría sobrevivir por sí sola, para producir cosechas mucho mayores que las que produciría en su medio natural y luego regularizar la fructificación mediante la poda, descortezando y otras prácticas agrícolas incluyendo la sombra ligera. El café crece rápidamente y produce muy frecuentes cosechas bajo plena insolación tropical y altas temperaturas, por lo cual estas últimas deben ser moderadas por una sombra suficiente. El café puede aún sobrecargarse en altas temperaturas con deficiente humedad, lo cual puede regularse por medio de la poda (sistema de tallos múltiples), descortezando, mediante la irrigación y aplicación de abonos e fertilizantes (Haarer, 1982).

Otro aspecto muy importante que no debe descuidarse en el manejo del cultivo de café es la poda, que tiene como finalidad dar al café un armazón robusto, equilibrado y estimular el desarrollo de algunos de sus órganos con vistas a la explotación racional de su capacidad de producción.

El método general más usado para la formación del café en África y por el resto del mundo, es el sistema de tallo múltiple, es necesario el rejuvenecimiento periódico de los árboles, para mantenerlos en condiciones de producción vigorosa (Coste, 1980) y (Ochse *et al*, 1980).

2.6 Cosecha y Beneficio

Para lograr la máxima calidad de los frutos, es necesario recogerlos en el momento en el que están totalmente maduros, cosa que señala su coloración rojo-púrpura. La recolección de frutos todavía verdes o que están iniciando su maduración trae como consecuencia, primero una pérdida de peso (o incluso falta de peso) del orden de 10 a 20 % con respecto a los granos maduros y luego una disminución de las cualidades extrínsecas y organolépticas (Ochse, 1980).

La situación geográfica de los países productores a uno y otro lado del Ecuador y las diferencias ecológicas de cada caso, hacen que en el

mundo se cosecha el café en todas las épocas del año, por lo tanto, la temporada en la cual las bayas de café maduran y están listas para la cosecha, varía de acuerdo con las condiciones del clima y el suelo, con las prácticas de cultivo y, por supuesto con la especie. Donde existe un sólo periodo seco más o menos bien definido, el café puede madurar como una sola cosecha; si la temporada de lluvias está bastante bien distribuida, pueden madurar de dos a tres cosechas con intervalos durante el año. La temporada se puede extender desde unas cuantas semanas a varios meses, aún dentro de un ambiente ideal para el cultivo del café (Coste, 1980) y (Ochse et al, 1980).

La calidad comercial de los granos de café resulta profundamente influida por la forma en que se cosechan y benefician los frutos. En general, mientras más maduros sean los frutos cuando se les cosecha, más elevado será el grado del grano (Ochse et al, 1980).

Las bayas de café maduras poseen una cáscara delgada, carne mucilaginoso, una cubierta y capas de "cáscara de plata" alrededor de las semillas, todo lo cual se debe eliminar antes de que los granos crudos se envíen al mercado.

Existen dos métodos para el beneficio: el húmedo y el seco. El primero se utiliza en la mayoría de las regiones productoras de café, específicamente, para los cafés arabica escogidos (Centroamérica, Colombia, etc.), calificados de "mild" (dulces) para el comercio internacional, porque este método, más cuidadoso que el otro, confiere al grano un aspecto agradable que lo valoriza. Los cafés, arabica u otros, que no pertenecen a esta categoría superior, tratados por la vía húmeda, se califican de "lavados" ("washed"). Los cafés canephora (robusta) se preparan algunas veces así en Indonesia, India, Uganda, etc., con el fin de valorizarlos (Coste, 1980) y (Ochse et al, 1980).

En cuanto a los cafés tratados por la vía seca, calificados de "natural" ("hard coffee"), constituyen alrededor del 80 % de los arabica brasileños y la mayor parte de los cafés canephora africanos o asiáticos, a menos que las condiciones climáticas hagan preferir la vía húmeda, especialmente cuando se trata de manipular las importantes cantidades producidas en las grandes explotaciones (Coste, 1980).

3. Distribución Geográfica y Producción de Café

3.1 En el Mundo

El café se produce en 57 países localizados en las franjas tropicales, todos ellos clasificados como en vías de desarrollo. Veinte de dichos países se encuentran en América, veintitres en África, doce en Asia y dos en Oceanía (1). Esta actividad absorbe a cerca de 20 millones de personas; en cuanto a las especies, aproximadamente el 76 % de la producción mundial corresponde a la especie arabica del género Coffea, principalmente en sus variedades typica, maragocipe, leuclon, mundo novo y calumra y el resto a la especie canephora del mismo género.

De acuerdo con su calidad, los llamados cafés suaves colombianos, se cultivan en Colombia, Kenia y Tanzania; otros suaves, en los restantes países productores de América Latina (excepto Bolivia, Brasil y Paraguay), en Burundi, Hawái, la India, Nueva Guinea, Ruanda y Yemen; los arábica no lavados se obtienen en Brasil, Bolivia, Paraguay y Egipto; los robusta provienen de países de África, Asia, Oceanía y de Guayana, Martinica, Surinam, Trinidad y Tobago. (2)

(1) FAO, Boletín Mensual de Estadística. Vol. 4 Enero 1981

(2) OIC, Statistical Of. Coffee, October-December 1978

CUADRO Nº. 1 PRODUCCION MUNDIAL DE CAFE POR CONTINENTE

C O N T I N E N T E					
M i l e s d e S a c o s					
C i c l o	América	Africa	Asia	Oceanía	Total ^a
1970-1971	32.6	19.8	5.3	0.5	58.2
1971-1972	36.9	19.8	4.5	0.5	71.7
1972-1973	48.9	21.5	5.4	0.6	76.4
1973-1974	39.5	18.6	5.4	0.7	64.2
1974-1975	53.5	20.5	5.6	0.7	80.3
1975-1976	47.1	18.1	5.7	0.7	71.6
1976-1977	37.2	19.0	5.9	0.6	62.7
1977-1978	45.3	17.3	6.2	0.6	69.6
1978-1979	49.4	18.2	5.9	0.7	74.5
1979-1980	39.8	15.8	5.7	0.8	62.2
1980-1981	39.8	19.0	5.7	0.9	65.4
1981-1982	50.6	17.8	6.2	0.9	75.5
1982-1983	35.2	17.7	6.1	0.9	59.9
1983-1984	63.0	17.9	8.3	0.9	90.3

Fuente: De 1970--1971 a 1978-1979: Boletín de Información Estadística sobre Café: 50 Años, Fedecafé, Colombia, 1978.

De 1970-1971 a 1978-1979: Foreign Agricultural Circular, Department Of. Agriculture, July/1982 and January/1985.

En los últimos decenios, el Continente Africano ha desempeñado un destacado papel en el desarrollo de la producción mundial del grano.

África ofrece condiciones excepcionalmente favorables para la producción de café, pues el café nativo de sus bosques tropicales y subtropicales les permite contar con los genes para mejorar la calidad; además, cuenta con buenas condiciones de suelo y clima, lo cual ha determinado un fuerte aumento en la producción y cierta diversificación de los tipos de café cultivados; obteniéndose actualmente el arabica, robusta, liberica y otros (Krug y Poerch, 1969).

Los productores de café más importantes en África son Costa de Marfil con una producción de 4,700 miles de sacos, está a la cabeza de los productores de café africanos y ocupa el 4º lugar en el mundo; le siguen Etiopía, Uganda, Camerun, Kenia, Zaire, Madagascar, Tanzania, Burundi, Ruanda, Angola y otros. Gran parte de la producción de los países africanos y de Indonesia es café robusta, excelsa, liberica y otros cafés no dróbes (Coste, 1980) y (Ochse et al, 1980).

El cultivo de café en América Latina se encuentra entre los más antiguos, ya que data de los siglos XVIII y XIX. De las plantaciones del Continente Americano se obtuvo principalmente el tipo arabica, bien conocido en los mercados mundiales debido a su alta calidad (Krug y Poerch, 1969).

Los principales productores de café (exclusivamente C. arabica) de América Latina son: Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, México y El Salvador. Se clasifican en segundo lugar la República Dominicana, Ecuador, Haití, Honduras, Nicaragua, Perú y Venezuela. Por último Jamaica o Puerto Rico, consumen gran parte de su producción, y otros, como las Guayanas, Trinidad, Panamá, etc., producen cantidades muy pequeñas e incluso importan café.

Todos estos países, a excepción de Brasil, producen café arabica "lavados", en general de excelente calidad, clasificados entre los "milds" (dulces). En Brasil, las cosechas tratadas por vía seca dan productos que, salvo excepciones, no alcanzan la alta calidad de aquéllos (Coste, 1980).

CUADRO N.º 2 PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES DE CAFE
(MILES DE SACOS DE 60 KGR.)

P A I S	1983/84	1984/85	1985/86
BRASIL	30,000	27,000	33,000
COLOMBIA	13,000	12,800	12,500
INDONESIA	4,747	5,300	5,450
COSTA DE MARFIL	3,000	4,833	4,700
MEXICO	4,200	4,480	4,480
ETIOPIA	3,350	3,600	3,750
UGANDA	3,100	3,500	3,250
EL SALVADOR	2,253	3,000	2,900
GUATEMALA	2,340	2,600	2,600
INDIA	1,550	2,830	2,334
COSTA RICA	2,070	2,350	2,100
CAMERUN	1,350	2,117	1,940
OTROS	19,712	19,198	20,066
<u>T O T A L</u>	<u>90,672</u>	<u>93,608</u>	<u>99,070</u>
M U N D I A L			

Fuente: Departamento de Agricultura de Estados Unidos.
INMECAFE 1984 y 1985.

Como se observa en el cuadro N^o. 2, Brasil ha ocupado tradicionalmente el primer lugar como productor de café en el ámbito mundial y continental, esta privilegiada situación es consecuencia de condiciones climáticas muy favorables para el arábica, la presencia de excelentes suelos y últimamente, por su introducción en importantes superficies de cafetos muy productivos, además de un mejor manejo de estos, sobre todo en el noroeste del Estado de Panamá, que en menos de 20 años ha tenido un prodigioso desarrollo.

Colombia con una producción de 12,500 miles de sacos, ocupa el segundo lugar entre los productores mundiales de café. Se cultiva exclusivamente arábica, pero los cuidados con los que se verifica la recolección y una preparación asimismo cuidadosa, colocan la calidad de gran parte de esta producción en primera línea entre los orígenes más prestigiados, por lo que se les considera de excelente calidad y pertenecer a la categoría comercial de "milds" (Coste, 1980) e (INMECAFE, 1985).

En Asia y Oceanía pueden señalarse cuatro países por su importancia de producción cafetera: India, Indonesia, Filipinas y Papua Nueva Guinea en donde se cultivan principalmente las especies arábica y robusta (Coste, 1980).

La influencia del café en la economía de los pequeños países centroamericanos y el norte de América del Sur ha sido muy grande. En muchos casos, la cosecha del café ha contribuido con cerca de la cuarta parte o aún más en su ingreso bruto y en esa parte los ha convertido en sumamente vulnerables a las fluctuaciones de precio. El café siempre ha sido, y sin duda continuará siendo, un artículo en el cual el individuo hispanoamericano tiene predominancia como productor (Ochse et al, 1980).

3.2 El Café en México

El café ocupa el segundo lugar en las exportaciones de México: el primero son los hidrocarburos. Este grano que en 1984 captó para el país 420 millones de dólares, es el tercer generador de divisas, después del petróleo y del turismo (INMECAFE, 1986).

El país está clasificado actualmente en quinto lugar entre las producciones de café del mundo debido a aumentos en rendimientos de cosechas durante las tres últimas décadas.

La producción ha ascendido en promedio a 4,480 miles de sacos y el café exportable durante 1983-84 ascendió a 2'903,962 sacos de 60 Kg (Ochse et al, 1985).

Las zonas cafetaleras de México están situadas en regiones tropicales húmedas, asociadas generalmente a relieves excesivos, característicos de las estribaciones de la Sierra Madre Occidental y Oriental y regiones montañosas de Oaxaca y Chiapas, en los que predominan los tomeros, colinas, cerriles y montañosas a altitudes que van desde los 250 hasta los 1,700 msnm (Fuentes, 1977).

Los Estados de Chiapas, Veracruz y Oaxaca, comprenden la verdadera área cafetalera, donde se produce el 78 % del café y el resto se obtiene en los Estados de Puebla, Guerrero, Hidalgo, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Tabasco y Colima (Ochse et al, 1980) e (INMECAFE, 1981).

CUADRO N^o. 3 SUPERFICIE CAFETALERA NACIONAL POR ESTADO Y PRODUCCION
COSECHA 1986 - 1987

ESTADO	MUNICIPIOS	HECTAREAS	SACOS DE 60 KG.	PRODUCCION	
				QUINTALES	TONELADAS
CHIAPAS	68	163 268	1 688 583	2 202 500	101 315
VERACRUZ	78	98 196	1 516 083	1 977 500	90 965
OAXACA	123	103 326	600 300	783 000	36 018
PUEBLA	46	33 593	716 552	934 500	42 987
QUERRERO	13	40 939	222 333	290 000	13 340
HIDALGO	20	23 582	122 283	159 500	7 337
SAN LUIS POTOSI	8	17 511	82 033	107 000	4 922
NAYARIT	6	10 413	121 133	158 000	7 268
JALISCO	1	2 700	8 817	11 500	529
TABASCO	2	2 431	12 650	16 600	759
COLIMA	5	1 051	8 050	10 500	483
QUERETARO	3	446	1 150	1 500	69
TOTAL	373	497 456	5 099 967	6 652 100	305 992

Fuente: Dirección de Producción y Mejoramiento
INMECAFE 1987.

El área cafetalera en producción de México, comprende una superficie de 497,456 Ha; en general, los cafetales en el país según los estudios de INIREB, son de sombra (con un promedio de 128 árboles/Ha. Los árboles más comunes son especies del género Inga (chalahuite, vainilla, jinicuil, etc.); el 76 % de los cultivos son mixtos con diferentes prácticas agrícolas (contienen plantas frutales, medicinales, de forraje, etc.).

El café que se cultiva es en su mayoría arabigo, var. *typica*, Bourbon, mundo novo y maragogipe. La mayoría de las plantaciones están situadas a una altitud de entre 500 y 1500 m. Se considera que las mejores localidades son las situadas a alturas de 800 a 1000 m, donde la temperatura no baja a más de 10°C y fluctúa en promedio de 15.5 a 29°C (Ochse et al, 1980) e (INMECAFE, 1976). Además de las variedades mencionadas, INMECAFE ha seleccionado varias progenies como Kaffa 5-12, SL-9 resistentes a Hemileia vastatrix, y 21 tipos sobresalientes de Romex (robusta mexicano) (INMECAFE, 1974-1976).

La industrialización del café nacional actualmente se lleva a cabo en beneficio húmedo y seco. Se cuenta además con centros de secado y de marteo, que permiten el procesamiento del grano.

Actualmente el "Instituto Mexicano del Café" en el área de investigación y experimentación tiene 18 proyectos de investigación permanente en suelos, fisiología, genética, fitopatología y entomología, además, un programa de acciones a mediano plazo que tiene como objeto fundamental fortalecer la producción, comercialización e industrialización del café con el fin de mejorar el nivel de bienestar de los pequeños productores e incrementar la disponibilidad de divisas del país (INMECAFE, 1986).

Cabe señalar que desde hace varios años el Laboratorio de Edafología de la Facultad de Ciencias, UNAM y el Departamento de Edafología del Instituto de Geología, vienen realizando varios estudios en zonas cafetaleras, con el fin de relacionar suelo, productividad, calidad del café y clasificación de suelos. Recientemente, el Laboratorio de Edafología, continúa realizando varias investigaciones.

3.3 El Cultivo de Café en Chiapas

La cafeticultura chiapaneca se ha venido desarrollando a lo largo de poco más de un siglo, siendo el pionero de este cultivo el Sr. Gerónimo Manchirelly, quien en su finca "La Chócará" el Municipio de Tuxtla, cultivó cafetos introducidos de Guatemala en el año de 1847 y a partir de esa fecha se continuó el aprovechamiento de grandes áreas tropicales ecológicas inadecuadas para el desarrollo y explotación económica de otras líneas de Producción Agropecuaria, dedicándose a la producción de café para exportación y para consumo interno (INMECAFE, 1977).

El cultivo de café cubre en la actualidad una superficie de 163,268 hectáreas, con una producción aproximada de 1.8 millones de sacos, equivalentes a 108,000 toneladas anuales dentro de la economía estatal. En el renglón de exportaciones, constituye la principal fuente de divisas para nuestro País, contribuyendo Chiapas con un alto porcentaje (INMECAFE, 1985).

A partir de 1950 el desarrollo de la cafeticultura en la región fue encauzada mediante la orientación del Estado Mexicano a través de la creación de organismos especializados como fue la CONACAFE antecesora del INMECAFE, organismos que han logrado, a lo largo de tres décadas, un incremento en los rendimientos de 300 mil sacos en 1949-1950 a 1'710,000 sacos en 1980-81, pasando de un segundo lugar en la producción nacional que hasta 1960 ocupó, a un primerísimo lugar con la aportación del 47.7 % de la Producción Nacional, lugar que difícilmente dejará de ocupar en el futuro, ya que se considera que Chiapas es la Entidad Federativa con suelos, clima y hombres que poseen vocación cafetalera, lo que permitirá que este sector siga escalando niveles superiores de bienestar (INMECAFE, 1977, 1980 y 1981).

De acuerdo con la Reforma Administrativa la actividad cafetalera quedó constituida en dos grandes cuencas cafetaleras, denominadas Soconusco y Centro Norte, las que se encuentran enclavadas en la Serranía de dos importantes Cordilleras que son la Sierra Madre de Chiapas y la Meseta Central, que forman parte de la prolongación de la Sierra de Los Chuchumatanes de Guatemala. Geográficamente corresponden a la Vertiente

del Océano Pacífico la primera y a la del Golfo de México la segunda.

De los 110 municipios del Estado de Chiapas, 75 producen café y 2 municipios del Estado de Tabasco, corresponden a la Cuenca Soconusco 15 municipios y a la Centro-Norte 62 (INMECAFE, 1977-1978).

El café se cultiva en regiones ecológicas muy diferentes. Dos elementos son considerados de importancia fundamental en la producción del café, el suelo y el clima.

En general las zonas cafetaleras del Estado se encuentran en terrenos con topografía accidentada, presentando condiciones favorables para este cultivo. Se cultiva desde los 400 msnm e incluso menores hasta los 1,500 msnm permitiendo obtener en estas altitudes un producto de buena a muy buena calidad. Las precipitaciones son superiores a 1,500 mm distribuidas en 9 meses al año. La precipitación pluvial media en el Soconusco es de 4,136 mm y en la zona Centro-Norte de 1,827 mm. La temperatura oscila entre 19 y 24 °C, con una temperatura media anual de 23,1 °C, las variaciones son de 10 °C, por lo que no se registran normalmente heladas, favoreciéndose así un café de magnífica calidad (INMECAFE, citado por Ramos, 1979).

La primera variedad que se difundió fue la Bourbon la cual se sigue cultivando, así como la var. típica las cuales cubren el 96 % del área. El resto está ocupada por la var. garnica (resultando de la cruce de mundo novo 12 y catunra rojo 15), catunra, mundo novo, managogipe y robusta.

Los terrenos plantados con café difieren en cuanto a su estructura, textura y fertilidad principalmente. La cuenca Centro-Norte, posee suelos derivados de rocas sedimentarias: calizas, arenas, lutitas, pizarras micáceas, conglomerados, mientras que en Soconusco los suelos son derivados de rocas y cenizas volcánicas recientes lo que ha redundado en su fertilidad. El árbol de sombra más frecuentemente utilizado es Inga aunque también se utilizan cítricos y plátanos. Los fertilizantes aplicados son en general las fórmulas 12-8-4 y 18-12-6 (INMECAFE, citado por Ramos, 1979).

Independientemente de las condiciones ecológicas prevalecientes en las zonas productoras, la calidad del café es determinada también en buena medida por el proceso de beneficio húmedo.

La Ecología de las áreas cafetaleras en esta Región se caracteriza por contar con grandes limitaciones para el aprovechamiento económico de otras líneas de producción diferentes al café, por lo que se puede afirmar que la actividad cafetalera es la única que representa atractivos económicos para esta área (INMECAFE 1977-1978).

IV DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA DE ESTUDIO

1. Situación Geográfica de Chiapas

El Estado de Chiapas está situado al sureste de México, limita al oeste con Oaxaca y Veracruz, al norte con el Estado de Tabasco, al sureste con Guatemala y al suroeste con el Océano Pacífico. Mapa 1

Geográficamente, Chiapas se encuentra entre las siguientes coordenadas $17^{\circ}27'25''$ y $14^{\circ}33'05''$ de latitud norte y entre $90^{\circ}12'12''$ y $94^{\circ}08'03''$ longitud oeste, al sur del Istmo de Tehuantepec. Geográficamente ya no pertenece a América del Norte, sino a Centroamérica.

La extensión territorial del Estado de Chiapas es de $74\ 211\ \text{km}^2$ y la mayor longitud territorial de noroeste a sureste es de 300 km (Hellig, 1976).

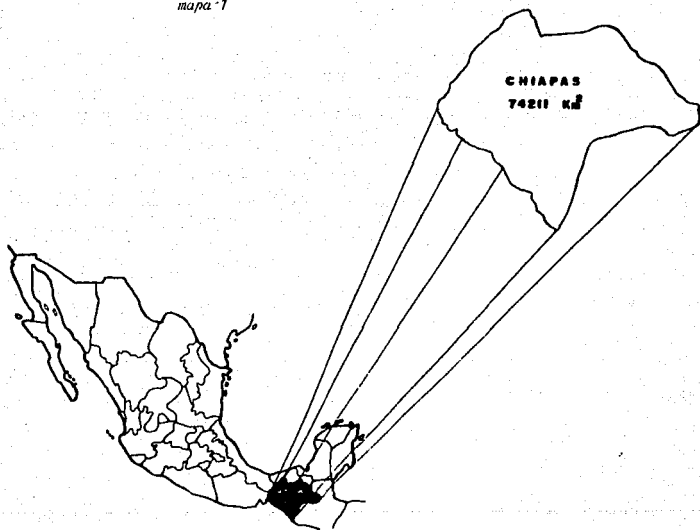
2. Ubicación del Municipio El Bosque, Chiapas

El Municipio El Bosque, Chi., donde se llevó a cabo el estudio se encuentra ubicado en la provincia fisiográfica de la Sierra Norte de Chiapas. Es una continuación de la Sierra Madre Oriental y muestra rocas sedimentarias mesozoicas y cenozoicas (Vivó, 1963). Su longitud es de 250 km y tiene una anchura de 65 km, su altura es muy variable llegando a los 2000 m, entre San Bartolo y Simojovel situado al sur; al norte se encuentra el volcán El Chichón cuya altura es de 1315 m y se localiza al suroeste de Pichucalco, algunas veces las elevaciones de la Sierra disminuye hasta 50 m (Mulleried, 1957).

La extensión territorial del Municipio es de $241\ \text{km}^2$, limita con los Municipios de Jitotol, Simojovel de Allende, Bochil, Larranzair y Chalchihuitan. Su suelo es montañoso, sobre todo al oriente con corrientes de agua que se dirigen hacia la cuenca Grijalva-Usumacinta (Diccionario Porula, 1970). Mapa 2

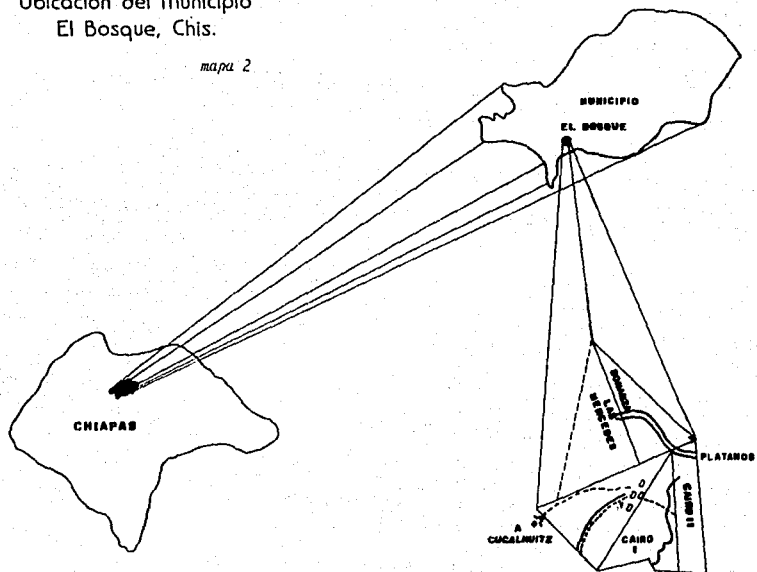
Situación geográfica
de Chiapas.

mapa 1



Ubicación del Municipio
El Bosque, Chis.

mapa 2



2.1 Geología

En el Municipio se presentan cinco unidades geológico-litológicas:

- a) Cretácico Superior. (Caliza). Abarca la porción Este del Municipio.
- b) Paleoceno. (Lutita-Arenisca). En la región Sur.
- c) Paleoceno. (Caliza). En la región Sureste.
- d) Eoceno. (Lutita-Arenisca). Abarca la mayor parte del Municipio y
- e) Oligoceno. (Caliza). En la porción Norte y Oeste del Municipio.

Las unidades que dominan en la zona de estudio (Finca Cucatuitz) son: Tpal (lu-an) Paleoceno. Esta unidad está compuesta por una secuencia de lutitas y areniscas, que consta de una alternancia casi rítmica de areniscas calcáreas y lutitas; las areniscas están formadas de cuarzo, feldespatos, calcita y micas; la unidad presenta coloraciones verdosas y gris metálico y está profundamente intemperizada.

Al (Cz) Paleoceno. Caliza con textura arcillosa de color gris oscuro, la unidad se dispone en estratos delgados u medianos; con escasos y mal conservados fósiles de gasterópodos, pelecípodos, algunos ostrácodos y foraminíferos bentónicos.

La secuencia varía lateralmente a calizas y lutitas de tonos amarillentos; subyace a caliza del Cretácico Superior.

Es importante mencionar la fase tectónica de deformación que se expresa en la dislocación de las unidades por fallas transcurrentes sinistralas y por fallas normales. Esta deformación está asociada con el desplazamiento hacia el Noroeste de las Placas de Cocos bajo La Caribe, esta subducción es la responsable del vulcanismo calcoalcálico del área (INEGI, 1985). Mapa 3


2.2 Topografía

La mayor altitud reportada para el Municipio se encuentra en dirección sureste, a unos 1750 msnm. Las altitudes van disminuyendo a 1500 msnm


LEYENDA

Descripción de las unidades (agrupadas por litología y ordenadas de la más antigua a la más joven).


 Kc (Cz) Cretácico ^{sup}/caliza.

 Tpel (u-ar) Paleoceno -
Lutita - Arenisca.

 Tpal (Cz) Paleoceno caliza

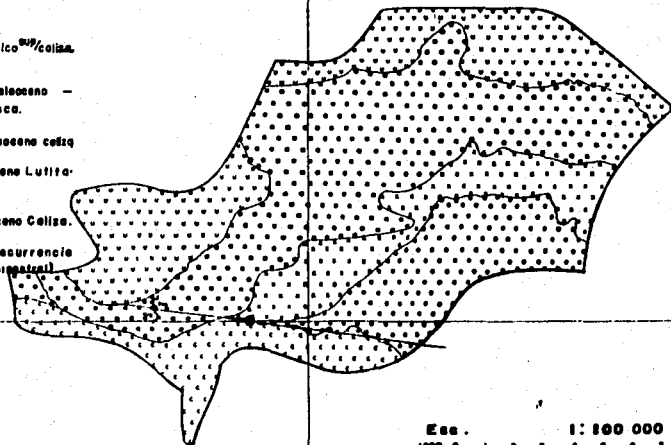
 Tc (lu-ar) Eoceno Lutita-
arenisca.

 Tc (Cz) Oligoceno Caliza.

 F/a
Falla de transurrencia
lateral (sq. transformal).

Geología del Municipio, El Bosque, Chis.

mapa 3



Fuente: INEGI (DETERAL), 1965.



y se ubican en los poblados de El Ambar, Ejido La Esperanza. A los 1250 msnm se encuentra el poblado de Guadalupe Victoria y El Bosque.

La zona de estudio se ubica a la altitud de 1000 msnm y abarca: Plátanos, el río Plátanos, Ejido El Desprecio hasta el Ejido Buvi, Nishtalucum y el Ejido Vergel.

Carece de comunicaciones salvo una carretera que pasa hacia el sur de la carretera panamericana (INEGI, 1985). Mapa 4

2.3 Hidrología

El principal suministro de agua para el Municipio, está dado por el río Plátanos, que lo atraviesa de norte a sur y el río Grande ubicado al sur, debe mencionarse también que hay corrientes permanentes de agua (INEGI, 1985). Mapa 4

2.4 Clima

En el Municipio existen tres tipos de clima:

- a) $A(C)w^2(w)(i)g$. Semicálido subhúmedo. La precipitación del mes más seco es mayor de 60 mm con lluvias en verano.
- b) $Am(w^0)ig$. Cálido húmedo. La precipitación del mes más seco es mayor de 60 mm, la temperatura media anual es de $22^{\circ}C$ con lluvias intensas en verano.
- c) $Aw^0(i)g$. Cálido subhúmedo. La precipitación del mes más seco es mayor de 60 mm con lluvias en verano.

El área de estudio (Finca Cucahuizt) tiene un clima correspondiente a $Am(w^0)ig$ (cálido húmedo), con una temperatura media anual mayor de $22^{\circ}C$, con lluvias intensas de verano, que compensan la sequía de invierno, la precipitación total anual es de 2352 mm, el porcentaje de lluvia invernal

SIMBOLOGIA

VIAS TERRESTRES

Carretera de 2 ó más carriles pav.
transitable todo el tiempo.

Carretera transitable solo en época

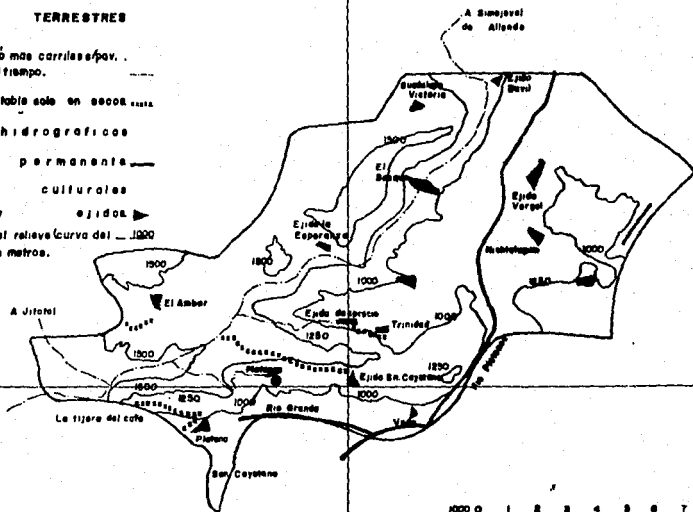
Resgos hidrograficos

Rio permanente ————

Resgos culturales

Poblados y ejidos ▲

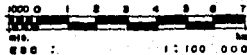
Representacion del relieve (curva del 1000
nivel cotado en metros.



Fuente: INEGI (DETERNAL), 1985.

Topografía del Municipio
El Bosque, Chis.

mapa 4



98° 48'

es menor de 5. Con *Caricula isotherma*, oscilación entre el mes más frío y el mes más cálido, menor de 5°C (INEGI, 1985). Mapa 5

2.5 Vegetación

La vegetación original del área de estudio, así como grandes extensiones de Chiapas, corresponde a la Selva Alta Perenifolia. Pero las actividades del hombre le han destruido en diversas ocasiones.


En la actualidad las selvas de Chiapas se encuentran en continuo retroceso ante la presión del aumento de la población y el constante establecimiento de nuevos cultivos. Un ejemplo de esto se observa en grandes áreas del Norte del Estado, donde la expansión del cultivo de café ha ido disminuyendo la extensión de las selvas (Miranda, 1952).


Actualmente la vegetación predominante en el Municipio El Bosque es de Bosque Mesófilo con vegetación secundaria arbustiva. También se encuentran zonas de pastizal cultivado e inducido y pequeñas porciones de Bosque de Pino y de Pino-Encino. El área de estudio presenta una vegetación de temporal permanente (INEGI, 1985). Mapa 6


3. Ubicación de la Finca Cucalhuiz, del Municipio El Bosque, Chi.

La Finca Cucalhuiz está ubicada a 6.6 km de la carretera México 195 en el tramo comprendido entre las localidades de Bochil y El Bosque. Mapa 7

LEYENDA

 Am(C) $w^2(w)$ Semiseco -
subhúmedo.
-pp del mes más seco > 60
m.m. con lluvias en verano.

 Am(W) w Cálido húmedo.
-pp del mes más seco > 60
m.m. T_o mod. anual 22°C -
lluvias escasas en verano.

 Am(g) w Cálido subhúmedo.
-pp del mes más seco > 60
m.m. con lluvias en verano.

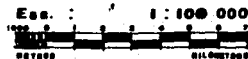
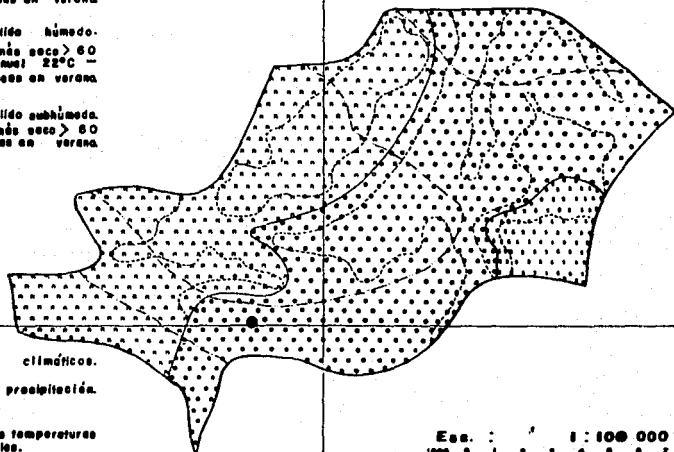
— Límites climáticos.

--- isoyetas de precipitación
total anual.

----- isotermas de temperaturas
media anual.

Clima del Municipio El Bosque, Chis.

mapa 5



Fuente: INEGI (GENERAL), 1985.

LEYENDA

 T.P. Temporal permanente.


 T.A. Temporal anual.


 T.S. Temporal semipermanente.


 P.C. Pastizal cultivado.

 P.I. Pastizal inducido.


 B.M. Bosque mesófilo.

 B.M. Bosque mesófilo
VSA Veg. Sec. arbustiva.

 B.M. Bosque mesófilo
VSA Veg. Sec. arborea.

 B.P. Bosque de pino
VSA Veg. Sec. arbustiva.

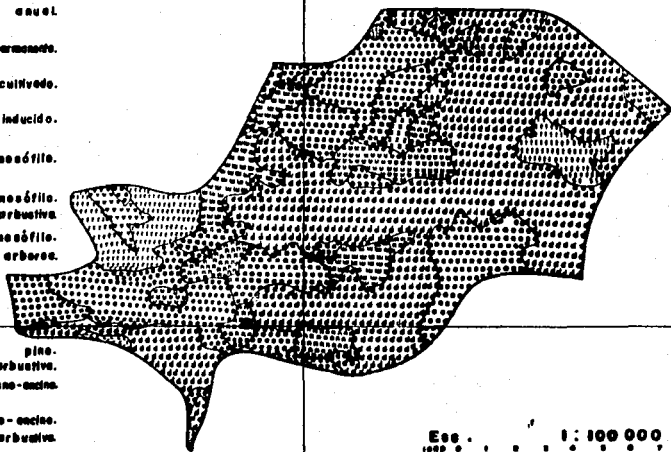
 B.P.Q. Bosque pino-encino.


 B.P.G. Bosque pino-encino
VSA Veg. Sec. arbustiva.

 SAR Selva alta perennifolia
VSA Veg. Sec. arborea.

Vegetación del Municipio El Bosque, Chis. I

mapa 6



Escala 1 : 100 000

 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10
 KILOMETROS

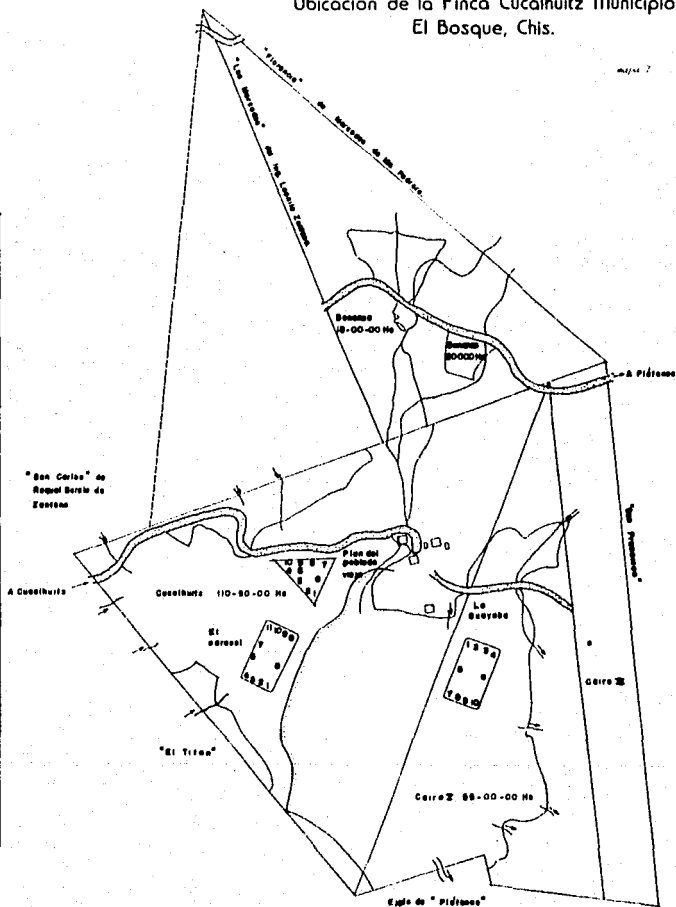
Fuente: INEGI (DETENAL), 1965.

PLANO DE LOS PREDIOS

Cucalhuiz=Cairo I=Cairo II y Bonanza=con sus respectivas areas de café

Ubicación de la Finca Cucalhuiz Municipio El Bosque, Chis.

mapa 7



Cucalhuiz	110-50-00 Ha	Potrero y cafetal
Cairo I	55-00-00 Ha	Potrero
Bonanza	20-00-00 Ha	Cafetal

Total 185 - 50-00 Ha

V METODOLOGIA

El muestreo se hizo en la Finca Cucathuitz del Municipio El Bosque, Chiapas. Esta tiene una área total de 110 Ha., de las cuales una parte está destinada al cultivo de café y otra es potrero. El área cafetalera está dividida en 12 "partes" * de los que, para la realización de este estudio, se escogieron tres: "El Caracol", "Plan del Poblado Viejo" y "La Guayaba", tomando en cuenta la edad, variedad y condiciones generales de café.

El muestreo de suelo, con fines de fertilidad, se hizo de la siguiente manera: en el parte "El Caracol" se practicaron 11 pozos, en el parte "Plan del Poblado Viejo" 10 pozos y en el parte "La Guayaba" 10 pozos, estos se hicieron de tal manera que se cubriera todo el parte por lo que se muestreó tanto en partes planas, pie de monte, ladera y parte alta, y como se aconseja para estudios de fertilidad en zig-zag, esto no fue posible en todos los casos debido a lo accidentado del terreno.

En general los pozos se hicieron a una profundidad de 60 cm., tomándose una muestra de aproximadamente 2 kg cada 20 cm y se colocaron en bolsos de plástico previamente etiquetadas.

En el laboratorio, los suelos colectados se secaron, se tamizaron y se procedió a efectuar los análisis físicos y químicos respectivos.

Cabe señalar que cada pozo de fertilidad se hizo cerca de un cafeto (representativo del área), del cual se tomaron muestras de hojas para llevar a cabo un estudio bromatológico; de esta manera, revisando ambos estudios, se podrá conocer, por lo menos aproximadamente, la relación suelo-planta de esta zona cafetalera.

* Nombres designados a determinadas áreas, sólo por comodidad.

1. Análisis Físicos

- 1.1 Color en seco y en húmedo. Por comparación con las cartas de color Munsell (1954).
- 1.2 Densidad aparente. Se determinó por el método de la probeta empleando 10 cc de suelo (Baver, 1956).
- 1.3 Densidad Real. Se obtuvo por el método del picnómetro (Baver, 1956).
- 1.4 Espacio Poroso. Se calculó en base a las densidades anteriores.
- 1.5 Textura. Se obtuvo por el método del hidrómetro de Bouyoucos, en el cual las muestras son tratadas con peróxido de hidrógeno al 8 % calentado para oxidar la materia orgánica. Para la dispersión se empleó oxalato y metasilicato de sodio.

2. Análisis Químicos

- 2.1 pH. Se determinó en un potenciómetro Corning modelo 7. Usando una relación suelo-agua destilada hervida 1:2.5. La misma relación se hizo con solución salina de KCl IN pH 7.
- 2.2 Materia Orgánica. Se empleó el método de Walkley y Black modificado por Walkley (1947) por vía húmeda con dicromato de potasio.
- 2.3 Capacidad de Intercambio Catiónico Total. Por centrifugación, saturando la muestra con CaCl_2 IN pH 7, lavando enseguida con alcohol etílico y saturando de nuevo con NaCl IN pH 7. Se titula por el versenato (EDTA) 0.02N (Jackson, 1982).

- 2.4 *Calcio y Magnesio intercambiables.* Se obtuvieron por centrifugación, extrayendo con acetato de amonio IN pH7. El calcio y el magnesio desplazados se titulan por el método del versenato, usando como indicadores murexida y negro de eriocromo T (Jackson, 1982).
- 2.5 *Sodio y Potasio intercambiables.* Por flumometría, usando acetato de amonio IN pH7 para la extracción por agitación. Para su determinación se empleó un flumómetro Corning 400.
- 2.6 *Nitratos.* Por el método del ácido fenoldisulfónico, usando un colorímetro modelo M, marca E. Leitz inc (Jackson, 1982).
- 2.7 *Fósforo Disponible.* Por el método de Tuog para su extracción se usó ac. sulfúrico 0.002 N, y se determinó colorimétricamente en un colorímetro Leitz Mod. M, por el método de azul de molibdeno en medio sulfúrico (Jackson, 1982).
- 2.8 *Nitrógeno Total.* Por el método de Kjeldahl, usando como catalizadores el sulfato de cobre y sulfato de sodio (Jackson, 1982).
- 2.9 *Alofano.* Se obtuvo por el método semi-cuantitativo de Fieldes y Perrot, utilizando NaF IN y fenoltaleína como indicador (Fieldes y Perrot, 1966).

VI RESULTADOS

La Finca Cucalhuiz del Municipio El Bosque, Chiapas, lugar donde se llevó a cabo este estudio, cuenta con una superficie de 110 Ha, de las cuales una parte sustenta el cultivo de café y otra es potrero.

La plantación inicial de café en la Finca tiene aproximadamente 50 años y durante todo ese tiempo se ha trabajado en forma extensiva y no intensiva; su producción comparada con la de otras fincas de la zona, se considera regular; en muy pocas ocasiones han aplicado fertilizantes, así como insecticidas, para combatir plagas de mariposas y gusanos; en general, los cafetales no han padecido enfermedades de importancia, lo único que se presenta con frecuencia son manchas de hierro en las hojas, causadas por el mal manejo de la sombra. El año anterior al muestreo hubo una plaga de gusanos que acabó con muchos árboles de sombra y un fuerte viento tiró mucha flor de las plantaciones. Estas son algunas de las posibles causas a las que se atribuye la baja producción de ese año.

El área dedicada al cultivo de café está dividida en 12 partes (pequeñas áreas) de las cuales se muestrearon 3: El Caracol, Plan del Poblado Viejo y La Guayaba, considerados representativos del lugar. (ver mapa 7).

Las plantaciones de café de los lugares denominados El Caracol y La Guayaba son cultivos viejos de la especie arabica, de 20 años aproximadamente; se utiliza una combinación de plátano y árboles del género Inga como sombra. El manejo que se le da al cafeto se considera deficiente; se practica el agobio, para provocar la emisión de nuevos tallos productivos; la poda se realiza con machete una o dos veces por año; el manejo de la sombra se limita al reemplazo de algunos árboles viejos. No existe control de plagas ni enfermedades.

Con respecto a la fertilización, en muy pocas ocasiones se ha aplicado urea.

El aspecto general de la plantación es la siguiente: ramajes muy largos con necesidades de poda y rejuvenecimiento; síntomas claros de descompensación nutritiva; bajo estas condiciones, es lógico que la producción sea de regular a baja.

El parte Plan del Poblado Viejo tiene 3 años aproximadamente, el café sembrado es de la especie arabica y la var. catarra; la sombra es deficiente y consta de plátano y algunos árboles del género Inga; una poda anual y en algunas ocasiones urea como fertilizante.

El aspecto de este cafetal, comparado con los anteriores, es mucho mejor, pues presenta un follaje abundante y frondoso, sin embargo, es un café que requiere, en cuanto al manejo de los arbustos, de más poda y regular la sombra para incrementar su producción.

CUADRO N° 4

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS POCOS 1, 2 y 3. LOCALIDAD: PARTE "EL GARRE" DE LA FINCA CUCAMULTZ.
 PRED. EL BOSQUE, CHIAPAS. MATERIAL PARENTAL: ARENOSCA. CLIMA: subhúmedo CALIDO ALPINO. PRECIPITACION TOTAL 2352 mm.
 TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 915 metros. VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFE.

POCO N°	PROFUNDIDAD cm.	C O L O R		D.A. gr./cc.	D.R. gr./cc.	POROSIDAD %	T E X T U R A			H ₂ O ML 1:2.5		% O. %	C.I.C.T. mm/100gr.	BASES INTERCAMBIABLES			P ppm	NO ₃ ppm
		SED	MUEDO				AREA %	LITO %	ARCILLA %	Ca ⁺⁺ meq/100gr.	Mg ⁺⁺ meq/100gr.			K ⁺ meq/100gr.				
1	0 - 20	10/05/2 PARED GRISACEO	10/03/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.07	2.25	52.4	34.0	25.8	30.2	4.9	3.9	5.99	19.6	12.4	4.0	0.26	22	36.0
	20 - 40	10/05/4 PARED AMARILLO	10/05/4 PARED AMARILLO	1.75	2.40	52.0	44.0	17.6	38.4	5.2	4.0	1.32	17.9	8.7	8.7	0.26	0	25.2
	40 - 60	10/07/6 AMARILLO	10/06/6 AMARILLO PAROSICO	1.16	2.19	47.1	40.0	19.6	40.4	5.6	4.7	7.31	20.0	9.5	10.4	0.37	0	14.8
2	0 - 20	10/05/2 PARED GRISACEO	10/03/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.06	2.19	51.7	39.6	38.0	42.4	4.9	3.9	6.42	26.6	14.2	8.1	0.36	10	40.8
	20 - 40	10/05/2 PARED GRISACEO	10/03/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.12	2.26	50.5	40.0	23.6	36.4	5.3	4.1	3.20	23.7	13.2	7.7	0.36	1.5	44.8
	40 - 64	10/06/3 PARED PALIDO	10/06/3 PARED OSCURO	1.16	2.39	51.4	38.0	21.6	40.4	5.6	4.3	2.88	27.2	10.4	10.4	0.23	0	13.0
3	0 - 20	10/06/3 PARED PALIDO	10/03/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.00	2.24	55.3	36.0	37.6	26.4	5.0	4.0	6.12	24.3	12.7	7.7	0.59	9	51.0
	20 - 40	10/06/3 PARED PALIDO	10/03/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.04	2.45	57.5	31.6	26.0	44.4	5.3	4.1	3.86	23.7	17.4	6.8	0.24	1.5	17.2
	40 - 60	10/06/4 PARED AMARILLO CLARO	10/06/4 PARED AMARILLO OSCURO	1.05	2.36	55.5	33.8	37.8	34.4	5.7	3.8	2.66	17.5	7.7	5.7	0.20	1.5	13.0
60 - 72	10/07/3 PARED MUY PALIDO	10/05/4 PARED AMARILLO	1.11	2.18	49.2	35.8	25.8	38.4	5.0	4.0	1.68	14.4	9.7	7.0	0.78	0.5	15.2	

ANÁLISIS FISICO-QUÍMICOS DE LOS FOSOS 1, 2 y 3. LOCALIDAD: PARTE "EL CARROLO" DE LA FINCA CUCAMULTZ.
 MS. MATERIAL PARENTAL: ARENOSA. CLIMA: Am(1)h CALIED ALFREDO. PRECIPITACION TOTAL 2352 mm.
 T: 22°C. 915 mm/m. VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFE.

FOSOS	TEXTURA		H ₂ O ACI		R. Q.	C.I.C.T.	BASES INTERCAMBIABLES			P	NO ₃	N TOTAL	ALFAMO
	LIMO %	ARCILLA %	1:2.5	1:2.5			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺				
5					%	mg/100gr.	mg/100gr.	mg/100gr.	mg	ppm	ppm	%	
34.0	25.8	30.2	4.9	3.9	5.99	19.6	12.4	4.0	0.26	22	36.0	0.33	7742AS
	MISAJIN ARCILLO APENDSO												
44.0	17.6	38.4	5.2	4.0	1.32	77.9	8.7	8.7	0.26	0	25.2	0.10	X
	MISAJIN ARCILLOSO												
40.0	19.6	40.4	5.6	4.7	1.31	33.0	9.5	10.4	0.37	0	14.8	0.06	X
	ARCILLA												
29.6	28.0	42.4	4.9	3.9	6.42	26.6	14.2	8.7	0.36	10	40.8	0.39	7742AS
	ARCILLA												
40.0	23.6	36.4	5.3	4.7	1.20	23.7	13.2	7.7	0.36	1.5	44.8	0.24	7742AS
	MISAJIN ARCILLOSO												
38.0	27.6	40.4	5.6	4.3	2.88	27.2	10.4	10.4	0.23	0	13.0	0.10	X
	ARCILLA												
16.0	17.6	26.4	5.0	4.0	6.12	24.3	12.1	7.7	0.59	9	57.0	0.37	7742AS
	FOSCO												
17.6	24.0	44.4	5.3	4.7	3.86	23.7	17.4	6.8	0.24	1.5	17.2	0.20	7742AS
	ARCILLA												
13.8	17.8	34.4	5.7	3.8	2.66	17.5	7.7	5.7	0.20	1.5	13.0	0.15	X
	MISAJIN ARCILLOSO												
15.8	25.8	38.4	5.0	4.0	1.68	14.4	9.7	7.0	0.18	0.5	15.2	0.13	X
	MISAJIN ARCILLOSO												

X BAO
 XX ALFREDO
 XXX FOSCO
 XXXX ARCILLA

CUADRO N° 5

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS TIPOS 4, 5, 6 y 7, LOCALIDAD: PUNTO "EL CAMERO" DE LA FINCA CICHAMUTZ, PIEDA EL TIZILE, CIEGASAS, PARQUE NACIONAL ARRESCA, CLIMA: 44.4°C CALIDA, HÚMEDO, PRECIPITACION TOTAL: 2352 mm, TEMPERATURA MEDIA: 22°C , 950 msnm, VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA, CULTIVO ACTUAL: CAFÉ.

TIPO N°	PROFUNDIDAD cm.	C O L O R		D.A. gr./cc.	D.R. gr./cc.	POROSIDAD %	T E K T U R A			H ₂ O MCI		% O. %	C.I.C.T. mg/100gr.	BASES INTERCAMBIABLES		
		SECO	HÚMEDO				ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	1:2.5 %	1:2.5 %			Ca ⁺⁺ %	Mg ⁺⁺ %	K ⁺ %
4	0 - 20	TIPOB/3 PARED PALIDO	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.03	2.13	51.6	25.6	43.6	30.8	5.7	4.7	8.58	26.6	13.2	9.1	0.67
	20 - 40	TIPOB/3 PARED	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.08	2.41	55.3	39.4	27.4	33.2	5.6	4.6	3.37	32.3	8.1	10.1	0.26
	40 - 66	TIPOB/4 PARED ANARILLO CLARO	TIPOB/3 PARED OSCURO	1.16	2.32	50.0	49.6	25.2	25.2	5.4	4.1	2.91	21.2	13.3	4.8	0.27
5	0 - 20	TIPOB/3 PARED PALIDO	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.06	2.22	52.4	37.4	31.2	31.2	5.0	4.2	5.77	24.4	18.7	3.7	0.67
	20 - 40	TIPOB/3 PARED PALIDO	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.14	2.40	52.4	35.6	29.2	35.2	5.6	4.5	3.06	23.7	14.5	6.2	0.47
	40 - 60	TIPOB/4 PARED ANARILLO CLARO	TIPOB/3 PARED OSCURO	1.13	2.17	48.0	35.6	31.2	35.2	5.6	4.6	3.20	21.4	10.4	6.8	0.33
6	0 - 20	TIPOB/2 GRIS PALISADO CLARO	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.00	2.23	55.2	39.2	31.6	29.2	4.8	3.9	6.82	25.8	13.2	8.0	0.37
	20 - 40	TIPOB/2 PARED GRISACEO	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.09	2.45	55.5	29.4	31.4	39.2	5.4	4.2	4.38	28.9	17.2	7.7	0.36
	40 - 56	TIPOB/4 PARED ANARILLO	TIPOB/3 PARED OSCURO	1.16	2.30	49.5	37.2	23.6	39.2	6.1	5.1	1.75	32.9	10.7	11.1	0.26
7	0 - 20	TIPOB/3 PARED	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.01	2.19	54.0	37.6	31.4	31.2	5.2	3.9	5.75	26.2	12.7	7.1	0.37
	20 - 40	TIPOB/3 PARED	TIPOB/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.02	2.31	55.8	35.4	31.2	33.4	5.3	4.3	4.06	22.9	13.5	6.2	0.26
	40 - 60	TIPOB/3 PARED PALIDO	TIPOB/3 PARED OSCURO	1.13	2.44	53.7	41.6	29.0	29.4	5.1	3.9	2.91	23.1	13.5	7.2	0.37

SUMARIOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS POCOS 4, 5, 6 y 7. LOCALIDAD: PARTE "EL CAMPESINO" DE LA FINCA CUCUMATZ.
 VÍA EL BOSQUE, CERRITOS, MATERIAL PARENTAL: ARENOSOS. CLIMA: AMPLIO CALIENTE HÚMEDO. PRECIPITACIÓN TOTAL 2352 mm.
 TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 950 msnm. VEGETACIÓN: SELVA ALTA PORENTROLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFÉ.

PONDOSIDAD %	T E X T U R A ARENAS % LIMO % ARCILLA %			PH H ₂ O ACT 1:2.5 1:2.5		% O. %	C.I.C.7. mg/100gls	BASES INTERCAMBIABLES Ca ⁺⁺ % Mg ⁺⁺ % K ⁺ mg/100gls			P ppm	NO ₃ ppm	N TOTAL %	ALFANO
	25.6	43.6	30.8	5.7	4.7			8.98	26.6	13.2				
55.3	39.4	27.4	33.2	5.6	4.6	3.37	22.3	8.1	10.1	0.26	0	16.5	0.22	77A2AS
30.0	49.6	25.2	25.2	5.4	4.1	2.91	21.2	13.3	4.8	0.27	0	12.5	0.16	77A2AS
52.4	37.4	31.2	31.2	5.0	4.2	5.77	24.4	18.7	3.1	0.67	14.5	25.5	0.38	77A2AS
52.4	35.6	29.2	35.2	5.6	4.5	3.06	23.7	14.5	6.2	0.41	1.5	21.0	0.25	77A2AS
48.0	35.6	29.2	35.2	5.6	4.6	3.20	21.4	10.4	6.8	0.33	0	21.0	0.17	77A2AS
55.2	39.2	31.6	29.2	4.8	3.9	6.82	25.8	13.2	8.0	0.37	42	33.0	0.36	77A2AS
55.5	29.4	31.4	39.2	5.4	4.2	4.38	28.9	17.2	7.1	0.36	1.5	19.0	0.15	77A2AS
49.5	37.2	23.6	39.2	6.1	5.1	1.75	22.9	10.1	11.1	0.26	0	24.0	0.10	77A2AS
56.0	37.4	31.4	31.2	5.2	3.9	5.75	26.2	12.1	7.1	0.37	22	29.0	0.27	77A2AS
55.8	35.4	31.2	33.4	5.3	4.3	4.06	22.9	13.5	6.2	0.26	7	16.0	0.24	X
53.7	41.6	29.0	29.4	5.1	3.9	2.91	23.1	13.5	7.2	0.37	7	16.0	0.14	X

CUADRO N° 6

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS PUEBOS 8, 9, 10 y 11. LOCALIDAD: FINTE "EL GARCON" DE LA FINCA OLEAHUITEZ, PUEBLO EL ESCALON, CHIAPAS. MATERIAL PARENTAL: ARENOSA. CLIMA: h(m) 1100 CALIDAD HUMEDA. PRECIPITACION TOTAL 2352 mm. TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 960 harrm. VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFE.

POZO N°	PROFUNDIDAD cm.	C O L O R		D.A. gr./cc.	D.R. gr./cc.	POROSIDAD %	T E X T U R A			pH		T.O. %	C.I.C.T. mg/100gr.	BASES INTERCAMBIABLES		
		SECO	HUMEDO				ARENA %	LITO %	ARCILLA %	1:2.5	1:2.5			Ca ⁺⁺ mg/100gr.	Mg ⁺⁺ mg/100gr.	
8	0 - 20	10A/6/2 GRES PARDEADO CLARO	10A/3/2 PARED GRISADO MUY OSCURO	1.04	2.12	50.9	41.6	31.2	27.2	5.7	4.1	6.60	26.6	16.4	7.7	0.46
		10A/6/2 GRES PARDEADO CLARO	10A/3/2 PARED GRISADO MUY OSCURO	1.09	2.19	50.3	40.8	27.6	31.6	5.3	4.2	6.40	21.4	13.3	6.7	0.33
		10A/6/4 PARED AMARILLO CLARO	10A/6/4 PARED AMARILLO OSCURO	1.09	2.36	53.9	46.8	29.6	23.6	5.7	3.9	2.91	17.5	9.5	11.4	0.31
9	0 - 20	10A/6/2 GRES PARDEADO CLARO	10A/3/1 GRES MUY OSCURO	1.01	2.12	52.3	36.8	33.6	29.6	5.7	3.9	6.32	27.8	17.0	7.0	0.41
		10A/6/3 PARED PALIDO	10A/3/3 PARED OSCURO	1.18	2.13	44.6	26.8	37.6	35.6	5.4	4.0	2.19	22.3	7.2	7.2	0.31
		10A/6/3 PARED PALIDO	10A/3/3 PARED OSCURO	1.19	2.45	51.4	39.0	29.4	31.6	5.7	4.3	1.81	22.5	10.4	8.6	0.27
10	0 - 20	10A/6/2 GRES PARDEADO CLARO	10A/3/2 PARED GRISADO MUY OSCURO	1.06	2.15	50.7	41.0	39.4	19.6	5.3	4.6	9.47	24.5	17.6	2.1	0.49
		10A/6/3 PARED PALIDO	10A/3/3 PARED OSCURO	1.15	2.07	44.4	34.8	33.6	31.6	5.9	4.9	4.06	24.7	14.2	7.7	0.44
11	0 - 20	10A/6/2 GRES PARDEADO CLARO	10A/3/2 PARED GRISADO MUY OSCURO	1.10	2.02	45.4	44.8	33.6	21.6	5.4	4.6	6.76	23.1	14.2	6.7	0.39
		10A/6/4 PARED AMARILLO CLARO	10A/6/3 PARED OSCURO	1.26	3.31	45.4	49.2	29.2	21.6	5.5	4.4	1.56	19.0	13.1	8.7	0.67
		10A/6/4 PARED AMARILLO CLARO	10A/6/3 PARED OSCURO	1.27	2.26	46.3	47.0	29.4	23.6	5.4	4.2	1.09	19.4	9.5	5.7	0.67

CUADRO N° 7

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISIO-QUIMICOS DE LOS POCOS 1, 3, 3 u 4. LOCALIDAD: PARTE "PLAN DEL POZADO VIEJO" DE LA FINCA CLEVALZITO, PIED. EL ZOSQUE, CHAPARRAL, INTEGRAL PARENTAL ARENOSA, CLIMA: Amw¹ 14h CALIZO MUERTO. PRECIPITACION TOTAL: 2352 mm. TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 90 % r.h. VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFE.

POCO N°	PROFUNDIDAD cm.	C O L O R SUELO	S. A. gms./cc.	S. R. gms./cc.	POROSIDAD %	T E X T U R A				H ₂ O %	M ₂ %	P. G. %	C. S. C. T. mg/100gr.	BASES INTERCAMBIABLES		
						ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	Ca ⁺⁺ meq/100gr.					Mg ⁺⁺ meq/100gr.	K ⁺ meq/100gr.	
1	0 - 20	PARED OSCURO 10UR5/3	1.18	2.37	49.0	51.6	27.5 FRANCO	20.8	5.2	4.3	5.09	22.1	16.6	1.7	0.31	
	20 - 40	PARED OSCURO 10UR5/2	1.19	2.25	47.7	51.6	27.5 FRANCO	20.8	5.2	4.2	3.69	20.0	12.2	5.2	0.23	
	40 - 60	PARED ANARILL 10UR5/4	1.14	2.37	52.0	49.6	23.6 MIGAJA ARCILLO ARENOSO	26.8	5.4	4.3	1.20	14.7	9.5	3.8	0.20	
2	0 - 20	PARED OSCURO 10UR5/3	1.16	2.30	49.5	52.0	31.2 FRANCO	16.8	5.7	5.0	5.07	19.6	10.4	1.7	0.67	
	20 - 40	PARED OSCURO 10UR4/1	1.07	2.33	54.0	48.0	31.2 FRANCO	18.8	6.0	5.2	5.24	24.9	15.5	7.2	0.43	
	40 - 60	PARED ANARILL 10UR5/4	1.30	2.42	46.2	59.8	23.4 MIGAJA ARENOSO	16.8	6.4	5.6	2.22	14.7	6.7	9.5	0.37	
3	0 - 20	PARED GRISACEO 10UR4/2	1.10	2.30	52.2	55.6	31.6 MIGAJA ARENOSO	12.8	5.8	5.2	5.75	23.4	12.4	6.2	0.59	
	20 - 40	PARED GRISACEO 10UR4/2	1.12	2.27	49.3	49.4	31.8 FRANCO	18.8	6.2	5.7	5.07	25.3	13.4	9.3	0.38	
	40 - 60	PARED ANARILL 10UR6/4	1.08	2.50	56.8	31.6	27.6 ARCILLA	40.8	5.2	5.7	1.50	26.7	16.5	7.6	0.46	
4	0 - 20	PARED GRISACEO 10UR4/2	1.02	2.06	50.2	47.6	35.8 FRANCO	16.6	4.9	4.7	7.69	28.4	15.5	7.2	0.37	
	20 - 42	PARED GRISACEO 10UR4/2	1.15	2.28	49.5	37.6	33.8 MIGAJA ARCILLO	28.6	4.9	3.9	5.12	23.2	9.3	11.3	0.36	

RESUMEN DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LOS TIENDOS 1, 3, 3 y 4, LOCALIDAD: FINCA "EL PUEBLO" DEL PUEBLO VIEJO DE LA FINCA
 CUMPLIENDO: NITIDA EL DESARROLLO, FERTILIZACION: APLICACION, CLIMA: HUMEDAD CALIENTE ALPINO, PRECIPITACION TOTAL
 2382 mm, TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 23°C, 90 mm, VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA, CUESTO ACTUAL: 60%.

D. R. Eje/Cms	FERTILIDAD %	NUTRIENTES		NUTRIENTES %	NUTRIENTES %	NUTRIENTES %	NUTRIENTES %	NUTRIENTES %	NUTRIENTES %	ANALISIS INFERIORIZABLES			NUTRIENTES %	NUTRIENTES %	NUTRIENTES %	NUTRIENTES %
		FRANCO	FRANCO							FRANCO	FRANCO	FRANCO				
2.31	49.0	31.6	27.5 FRANCO	30.8	5.2	4.3	5.09	22.7	76.6	3.7	0.31	29	54	0.34	794245	
2.25	47.7	31.6	27.5 FRANCO	30.8	5.2	4.2	3.69	30.0	12.2	5.2	0.25	9	26	0.22	794245	
2.37	32.0	49.6	23.6 REGADON ACILLO ARENOSO	26.8	5.4	4.3	1.20	74.7	7.5	3.8	0.20	3	17	0.09	X	
2.30	49.5	32.0	31.2 FRANCO	16.8	5.7	5.0	5.07	79.6	10.4	3.7	0.61	39	22	0.23	794245	
2.33	54.0	48.0	31.2 FRANCO	18.3	6.0	5.2	5.24	24.9	75.5	7.2	0.43	116	30	0.28	794245	
2.42	46.2	39.8	23.4 REGADON ARENOSO	16.8	5.4	5.6	2.22	74.7	6.7	3.5	0.31	3	13	0.07	X	
2.30	52.2	35.6	31.5 REGADON ARENOSO	12.8	5.8	5.2	3.75	23.4	72.4	5.2	0.59	122	30	0.32	794245	
2.27	49.1	49.4	31.8 FRANCO	18.3	6.2	5.1	5.07	25.3	72.4	9.3	0.38	15	22	0.29	794245	
2.30	56.8	31.6	27.5 FRANCO	40.8	6.2	5.1	1.50	26.7	76.5	7.6	0.46	3	17	0.12	X	
2.06	50.2	47.6	35.8 FRANCO	16.6	4.9	4.1	7.69	28.4	75.5	7.2	0.31	11.5	65	0.56	794245	
2.28	49.5	37.6	33.8 REGADON ACILLOSO	26.6	4.9	3.9	5.12	23.2	9.3	11.3	0.36	7	35	0.29	794245	

CUADRO N° 8

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LOS POCOS 5, 6 y 7. LOCALIDAD: FINCA "YAGUAY DEL TOROADO VIEJO" DE LA FINCA OLCAMULETA. PID. EL BOSQUE, CAGUAS, PUNTA RAYENTAL: ARENOSA. CLIMA: ARISENO. ALTURA: 460 m. CALIDAD ALPICO. PRECIPITACION TOTAL: 2352 mm. TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 1013 mm. VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CUANTO NORMAL: GFC.

POCO N°	PROFUNDIDAD cm.	C O L O R		D.A. gr./cc.	D.R. gr./cc.	POROSIDAD %	T E M P E R A T U R A			pH		N. O. %	C.L.C.T. mm/100gr.	ANES INTERCAMBIABLES		
		SECO	ALPICO				ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	4.0 1:2.5	5.5 1:2.5			Ca ⁺⁺ %	Mg ⁺⁺ %	Na ⁺ %
5	0 - 20	104R6/2 GRIS PARELSECO CLARO	104R3/2 PAREO GRISACEO MUY OSCURO	1.09	2.15	49.3	37.6	47.6 FRANCO	20.8	5.5	4.9	6.74	38.4	27.9	5.7	0.46
	20 - 40	104R5/2 PAREO GRISACEO	104R3/2 PAREO GRISACEO MUY OSCURO	0.98	2.19	55.2	35.6	43.8 FRANCO	20.6	6.0	5.5	6.74	42.7	35.7	6.7	0.57
	40 - 60	104R5/2 PAREO GRISACEO	104R3/2 PAREO GRISACEO MUY OSCURO	1.08	2.25	50.0	37.6	37.8 NEGACION ARCILLOSO	30.6	6.4	5.7	6.66	34.8	35.7	7.6	0.57
6	0 - 20	104R5/3 PAREO	104R3/2 PAREO GRISACEO MUY OSCURO	1.01	2.28	55.6	47.6	37.4 FRANCO	14.8	6.7	5.5	7.86	27.0	14.0	11.0	0.54
	20 - 40	104R5/3 PAREO	104R3/2 PAREO GRISACEO MUY OSCURO	1.15	2.47	51.4	46.2	35.0 FRANCO	18.8	6.3	5.5	6.47	22.3	9.5	10.4	0.43
	40 - 60	104R6/6 PARELLO PARELLO	104R6/6 PAREO PARELLO	1.13	2.38	52.6	47.8	23.6 NEGACION ARCILLOSO	34.6	6.4	5.3	7.39	27.7	17.4	6.7	0.38
7	0 - 20	104R4/2 PAREO GRISACEO OSCURO	104R3/2 PAREO GRISACEO MUY OSCURO	1.07	2.15	50.2	43.8	33.6 FRANCO	22.6	5.7	4.8	7.86	27.7	27.9	4.8	0.37
	20 - 40	104R4/2 PAREO GRISACEO OSCURO	104R3/1 GRIS MUY OSCURO	1.12	2.10	46.7	39.2	36.0 FRANCO	24.8	5.7	4.8	4.78	27.7	19.0	4.8	0.28
	40 - 60	104R4/3 PAREO OSCURO	104R3/3 PAREO OSCURO	1.13	2.53	56.3	37.2	36.0 ARCILLA	40.8	5.8	4.8	1.98	24.4	18.0	2.9	0.23

Nº 8

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LOS POCOS 5, 6 y 7. LOCALIDAD: FINCA "PLAN DEL TORCAO VIEJO" DE LA FINCA CUCAMULTZ, M.D. EL BOSQUE, CHIAPAS. MATERIAL PARENTAL: ARENOSCA. CLIMA: ARIAL. ALT. CALIZO M.MED. PRECIPITACION TOTAL: 252 mm. TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 1013 msnm. VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CULTIVO ACTUAL: CAFE.

Nº	D.R.	POROSIDAD %	T E M P E R A T U R A			pH		N. O.	C.I.C.T.	BASES INTERCAMBIABLES			P	NO ₃	N TOTAL	ALUMINO
			ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	H ₂ O 1:2.5	ACEI 1:2.5			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺				
2.15	49.3	37.6	47.6 FRANCO	20.8	5.5	4.9	6.14	36.4	27.9	5.7	0.46	130	43	0.32	TRAZAS	
2.19	55.2	35.6	43.8 FRANCO	20.6	6.0	5.5	6.14	42.7	35.7	6.7	0.51	141	ND	0.30	TRAZAS	
2.25	52.0	31.6	37.8 NEGADA ARCILLOSO	30.6	6.4	5.7	6.66	34.8	35.7	7.6	0.51	90	30	0.34	TRAZAS	
2.28	55.6	47.6	37.4 FRANCO	14.8	6.1	5.5	7.86	27.0	14.0	17.0	0.34	ND	30	0.40	TRAZAS	
2.47	53.4	46.2	35.0 FRANCO	18.8	6.3	5.5	3.47	22.3	9.5	10.4	0.43	47	22	0.22	TRAZAS	
2.38	52.6	47.8	23.6 NEGADA ARCILLOSO	34.6	6.4	5.3	1.39	21.7	11.4	6.7	0.38	3	13	0.11	X	
2.75	50.2	43.8	33.6 FRANCO	22.6	5.7	4.8	7.86	27.7	27.9	4.8	0.37	11	35	0.44	TRAZAS	
2.10	46.7	39.2	36.0 FRANCO	24.8	5.7	4.8	4.78	29.1	19.0	4.8	0.28	3	22	0.29	TRAZAS	
2.33	55.3	31.2	36.0 ARCILLA	40.8	5.8	4.8	1.98	26.4	18.0	2.9	0.23	0.5	39	0.14	X	

CUADRO N° 10

RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS TUBOS 1, 2 y 3, LOCALIDAD: FINCA "LA GUAYABA" DE LA ZONA CUCUMALITZ, MUNICIPIO DE ZUCCHI, DEPARTAMENTO DE QUETZaltenango, GUATEMALA. CLIMA: 446.6° AS CALIENTE ALPIDEA. PRECIPITACION TOTAL: 2352 mm. TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 990 mm. VEGETACION: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CUENTAS ACTUALES: CFC.

TUBO N°	PROFUNDIDAD cm.	C O L O R SECO		D.A. gr./cc.	D.R. gr./cc.	POROSIDAD %	T E X T U R A			pH		P. O. %	C. I. C. T. mg./100gr.	BASES INTERCAMBIABLES		
		ARENILLA	LIMO				ARCILLA	H ₂ O 1:2.5	MEI 1:2.5	Ca ⁺⁺ mg./100gr.	Mg ⁺⁺ mg./100gr.			K ⁺ mg./100gr.		
1	0 - 20	10/R/4 PARED AMARILLO CLARO	10/R/4 PARED AMARILLO OSCURO	1.12	2.24	50.7	34.0	28.0	38.0	5.8	4.7	2.66	23.9	17.3	8.6	0.31
	20 - 40	10/R/6 AMARILLO PARECIDO	10/R/6 PARED AMARILLO OSCURO	1.11	2.26	51.0	34.0	28.0	38.0	6.2	4.9	1.64	27.0	6.5	16.2	0.26
	40 - 60	10/R/4 PARED AMARILLO	10/R/3 PARED OSCURO	1.13	2.28	50.4	48.4	21.6	30.0	6.1	5.0	2.39	23.0	7.2	16.5	0.41
2	0 - 20	10/R/2 GRIS PARECIDO CLARO	10/R/3 PARED OSCURO	1.05	2.33	54.9	42.0	36.0	22.0	4.6	3.6	6.27	16.3	7.6	8.1	0.31
	20 - 40	10/R/4 PARED AMARILLO CLARO	10/R/3 PARED OSCURO	1.07	2.35	54.6	32.4	25.6	42.0	4.7	3.7	2.35	19.0	7.6	2.9	0.20
	40 - 60	10/R/3 PARED PALLEDO	10/R/4 PARED AMARILLO	1.17	2.34	50.6	34.4	25.6	40.0	5.0	3.7	1.24	13.6	9.7	2.2	0.15
3	0 - 20	10/R/3 PARED OSCURO	10/R/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.06	2.23	52.4	50.0	18.0	32.0	5.0	4.7	6.27	25.4	10.3	13.4	0.23
	20 - 40	10/R/3 PARED	10/R/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.07	2.28	53.0	26.0	30.0	44.0	4.9	3.9	4.66	28.9	10.8	5.4	0.23
	40 - 60	10/R/4 PARED AMARILLO	10/R/3 PARED OSCURO	1.09	2.41	54.7	28.4	25.6	46.0	4.7	3.6	2.62	17.8	10.8	5.0	0.23

CUADRO N° 11

RESULTADOS DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LOS PUEBOS 4, 5 Y 6. LOCALIDAD: PARTE "LA GUANAP" DE LA FINCA CUCALUITZ.
 PUEBLO EL BOSQUE, CALIFORNIA; MATERIAL PARENTAL: ANDISICA Y CALIZA; CLIMA: AM/P JAG CALIZO ARETIZO; PRECIPITACION: TOTAL
 2392 mm; TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C; 1000 mm; VEGETACION: SELVA ACTA PARENTOCIDA; COLECTIVO ACTUAL: CHFC.

POZO	PROFUNDIDAD	C O L O R		D.A.	D.R.	POROSIDAD	T E X T U R A			pH		P. O.	C.I.C.T.	BASES INTERCAMBIABLES			P
		SEDO	ARETIZO				ARETIZO	ARETIZO	ARETIZO	H ₂ O	H ₂ O			Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	
N°	cm.			gr./cc.	gr./cc.	%	%	%	1:2.5	1:2.5	%	mg./100gr.	mg./100gr.	mg./100gr.	ppm		
4	0 - 20	TOUR/2 GIES PARLIZCO CLARO	TOUR/3 PARED OSCURO	0.98	2.31	57.6	58.0	36.0 REGAJON ARETIZO	6.0	5.7	4.2	6.90	24.0	14.0	7.6	0.36	27
	20 - 40	TOUR/6 PARED APARELL	TOUR/6 PARED APARELL OSCURO	1.11	2.42	54.1	26.4	33.6 ARETIZO	40.0	5.4	4.4	2.27	22.3	15.2	3.8	0.23	0
	40 - 80	TOUR/6 APARELL	TOUR/6 PARED APARELL	1.10	2.46	55.2	24.4	33.6 ARETIZO	42.0	5.8	4.7	1.63	20.2	9.5	9.5	0.28	0
5	0 - 20	TOUR/2 PARED GRISAZCO	TOUR/2 PARED GRISAZCO P/M OSCURO	0.99	2.17	54.4	34.4	39.6 PAREDO	26.0	5.5	4.6	8.22	37.0	23.8	9.7	0.57	11
	20 - 40	TOUR/3 PARED PALIDO	TOUR/2 PARED GRISAZCO P/M OSCURO	1.06	2.37	54.7	14.4	31.6 ARETIZO	54.0	5.5	4.6	3.53	37.8	22.7	13.4	0.36	0
	40 - 80	TOUR/3 PARED PALIDO	TOUR/2 PARED GRISAZCO P/M OSCURO	1.07	2.27	52.8	30.4	33.6 REGAJON ARETIZO	36.0	5.7	4.6	3.50	36.7	23.8	9.5	0.37	0
6	0 - 20	TOUR/2 PARED GRISAZCO	TOUR/3 PARED OSCURO	1.07	2.35	54.5	8.4	39.6 ARETIZO	52.0	5.6	4.5	5.52	42.7	27.8	9.3	0.43	3
	20 - 40	TOUR/2 PARED GRISAZCO OSCURO	TOUR/1 GIES P/M OSCURO	1.07	2.27	51.6	17.6	39.6 ARETIZO	42.8	6.3	5.7	3.80	42.7	23.8	16.7	0.36	1
	40 - 80	TOUR/2 PARED GRISAZCO	TOUR/3 PARED OSCURO	1.10	2.40	54.7	7.6	39.6 ARETIZO	52.8	6.8	5.6	3.06	44.2	31.0	11.0	0.47	4

CUADRO N° 12

RESUMEN DE LOS ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS DE LOS POCOS 7, 8, 9 y 10. LOCALIDAD: FINCA "LA GUAYABA" DE LA FINCA CALAHUITA, PISO: EL BOSQUE, CHIAPAS. MATERIAL PARENTAL: ARENOSCA Y CALIZA. CLIMA: Am^h con CALDO húMEDO. PRECIPITACIÓN TOTAL: 4352 mm. TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 1000 msnm. VEGETACIÓN: SELVA ALTA PERENIFOLIA. CUENTRO ACTUAL: CAFE.

POCO N°	PROFUNDIDAD cm.	C O L O R		D.A. gr./cc.	D.R. gr./cc.	POROSIDAD %	T E X T U R A			-H MCI		% O. %	C.I.C.T. mg/100gr.	BASES INTERCAMBIABLES			P ppm
		SECO	HÚMEDO				ARENA %	LIMO %	ARCILLA %	4-0 1:2.5	15-0 1:2.5			Ca ⁺⁺ mg/100gr.	Mg ⁺⁺ mg/100gr.	K ⁺ mg/100gr.	
7	0 - 20	10R6/2 PARED GRISACEO OSCURO	10R3/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	0.95	2.10	54.7	29.6	49.6 FRANCO	30.8	5.5	4.5	9.84	31.5	13.3	16.1	0.43	13
	20 - 35	10R6/4 PARED AMARILLO CLARO	10R5/4 PARED AMARILLO	1.11	2.20	49.7	27.6	43.6 NEGAM ARCILLOSO	34.8	5.7	4.2	3.00	28.8	18.0	10.4	0.23	3
8	0 - 20	10R4/2 PARED GRISACEO OSCURO	10R3/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	0.97	2.27	57.3	23.6	31.6 ARCILLA	44.8	5.2	4.5	8.76	37.2	25.7	7.6	0.36	9
	20 - 40	10R5/4 PARED AMARILLO	10R4/3 PARED OSCURO	1.02	2.24	54.5	15.6	21.6 ARCILLA	62.8	5.3	4.5	3.40	32.6	30.0	8.6	0.36	0
	40 - 55	10R5/6 PARED AMARILLO	10R5/6 PARED AMARILLO	1.02	2.20	53.8	15.4	37.8 ARCILLA	56.6	5.7	4.4	2.12	31.2	19.0	9.5	0.36	0
9	0 - 20	10R5/3 PARED	10R3/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.04	2.14	51.4	33.6	32.0 NEGAM ARCILLOSO	34.4	5.5	4.7	7.00	22.3	16.1	3.8	0.31	31
	20 - 40	10R5/4 PARED AMARILLO	10R4/3 PARED OSCURO	1.13	2.30	50.9	31.6	32.0 NEGAM ARCILLOSO	36.4	5.2	4.7	3.13	18.1	10.4	4.8	0.20	2
	40 - 55	10R5/6 PARED AMARILLO	10R5/6 PARED AMARILLO	1.11	2.25	50.7	29.6	40.0 NEGAM ARCILLOSO	30.4	5.2	4.7	2.12	15.2	7.6	5.7	0.20	0
10	0 - 20	10R6/2 GRIS PARISADO CLARO	10R3/2 PARED GRISACEO MUY OSCURO	1.03	2.13	51.6	29.6	38.0 NEGAM ARCILLOSO	32.4	4.9	3.9	6.45	23.9	15.2	5.7	0.28	34
	20 - 40	10R6/6 AMARILLO	10R5/6 PARED AMARILLO	1.04	2.28	54.3	17.3	30.5 ARCILLA	52.2	5.0	3.9	2.39	30.3	15.2	12.3	0.36	0

RESUMEN DE LOS ANALISIS FISICO-QUIMICOS DE LOS PUEBOS 7, 8, 9 y 10. LOCALIDAD: FINCA "LA GUAYABA" DE LA FINCA
 CUCAMALITZ, MUN. EL BOSQUE, QUERETANO. MATERIAL PARENTAL: ARCILLOSA Y CALIZA. CLIMA: SEMI-CALIDO HUMIDO. PRECIPITACION
 TOTAL 492 mm. TEMPERATURA MEDIA ANUAL: 22°C. 1000 mm. VEGETACION: SELVA ACTA PERENIFOLIA. COLECTIVO ACTUAL: CAFE.

PUEBLO	POROSIDAD %	TEXTURA			pH		N. O. %	C.L.C.T. mg/100grs.	BASES INTERCAMBIABLES			P ppm	NO ₃ ppm	N TOTAL %	ALFANO
		ARENA %	FRASCO %	ARCILLA %	H ₂ O 1:2.5	KCl 1:2.5			Ca ⁺⁺ mg/100grs.	Mg ⁺⁺ mg/100grs.	K ⁺ mg/100grs.				
6	54.7	29.6	49.6 FRASCO	20.8	5.5	4.5	9.84	31.5	13.3	16.7	0.43	13	ND	0.53	0
8	49.7	21.6	43.6 MIGAJA ARCILLOSO	34.8	5.7	4.2	3.00	28.8	18.0	10.4	0.23	3	ND	0.78	TRAZAS
7	57.3	23.6	31.6 ARCILLA	44.8	5.2	4.5	8.76	31.2	25.7	7.6	0.36	9	ND	0.45	0
9	54.5	15.6	21.6 ARCILLA	62.8	5.3	4.5	3.40	32.6	20.0	8.6	0.36	0	ND	0.22	X
10	53.8	15.4	27.8 ARCILLA	56.6	5.1	4.4	2.12	31.2	19.0	9.5	0.36	0	ND	0.71	XX
14	51.4	32.6	32.0 MIGAJA ARCILLOSO	34.4	5.5	4.7	7.00	22.3	16.1	3.8	0.31	31	ND	0.38	TRAZAS
20	50.9	31.6	32.0 MIGAJA ARCILLOSO	36.4	5.2	4.7	3.13	18.1	10.4	4.8	0.20	2	ND	0.78	XX
25	50.7	29.6	40.0 MIGAJA ARCILLOSO	30.4	5.2	4.1	2.12	15.2	7.6	5.7	0.20	0	ND	0.71	X
13	51.6	29.6	38.0 MIGAJA ARCILLOSO	32.4	4.9	3.9	6.65	23.9	15.2	5.7	0.28	34	ND	0.38	0
28	54.3	17.3	30.5 ARCILLA	52.2	5.0	3.9	2.39	30.3	15.2	12.3	0.36	0	ND	0.74	X

VII ANALISIS DE RESULTADOS Y DISCUSION

En los cuadros de resultados 5 y 6 se puede observar que el color del suelo de los pozos 6, 8, 9, 10 y 11, pertenecientes al pante "El Caracol", guardan cierta uniformidad, ya que en seco predomina el color gris pardusco claro 10YR6/2 y en húmedo pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2, en los primeros 20 cm; encontrándose ligeras variaciones con la profundidad como pardo amarillento claro 10YR6/4, pardo pálido 10YR6/3 y pardo 10YR5/3 en seco; pardo amarillento oscuro 10YR4/4 y pardo oscuro 10YR3/3 en húmedo.

Los pozos 1, 2, 3, 4, 5 y 7 del mismo pante presentan una mayor diversidad del color en seco, predominando el pardo pálido 10YR6/3, después el pardo grisáceo 10YR5/2 y pardo 10YR5/3; en húmedo son pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 en los primeros 20 cm y en algunos pozos hasta los 40 cm; en la profundidad los colores en seco varían de pardo amarillento claro 10YR6/4 a pardo pálido 10YR6/3, pardo muy pálido 10YR6/3 y amarillo 10YR7/6 y en húmedo el color dominante es pardo oscuro 10YR4/3 siguiéndole el pardo amarillento 10YR5/4 y el amarillo pardusco 10YR6/6.

El color de estos suelos (pardo amarillento principalmente) se debe a que corresponden a una zona tropical, la cual se caracteriza por ser una región cuya litósfera está sometida a la acción intensa del intemperismo, lo que ocasiona gran acumulación de hidróxidos de hierro produciéndose así, coloraciones amarillas. Los colores pardo se deben a la formación de complejos entre los hidróxidos de hierro y la materia orgánica. Por otro lado, la influencia de la ceniza volcánica, recientemente arrojada por el volcán Chichonal, está indicada por los colores grises de las muestras superficiales.

La densidad aparente en todos los pozos guarda cierta uniformidad, siendo de 1.0 a 1.1 gr/cc. en la superficie y 1.09 a 1.27 gr/cc. en la profundidad, siempre aumentando con la misma. La densidad real presenta una mayor diversidad y varía de 2.02 a 2.25 gr/cc. en la superficie y 2.07 a 2.45 gr/cc. en la profundidad.

La porosidad se considera adecuada; en la muestra superficial y media de todos los pozos, es de 50.3 a 55.8 % excepto en el pozo 3 cuya muestra media es de 57.5 %. En los pozos 1, 3 y 11 el porcentaje de porosidad disminuye a 47.7, 49.2 y 46.3 % respectivamente en la muestra profunda, debido al bajo contenido de materia orgánica y compactación del suelo por incremento de arcilla.

La textura de los pozos 4, 5, 6, 7, 8 y 9 son en su mayoría migajón arcilloso, encontrándose migajón arcillo-arenoso en la muestra profunda del pozo 4 y franco en el pozo 8. Los pozos 3, 10 y 11 presentan una textura franco en la muestra superficial; arcilloso, migajón-arcilloso y franco respectivamente, en la muestra media; migajón-arcilloso en el pozo 3 y franco en el pozo 11, en la muestra profunda. El pozo 2 es el único con problemas de acumulación de arcilla, con porcentajes de 42.4 y 40.4.

El pH del suelo, determinado en agua, es fuertemente ácido a ácido en las muestras superficiales con valores de 4.9 a 5.4; en las muestras medias varían de 5.2 a 5.6 y en las muestras profundas de 5.0 a 6.1; los valores obtenidos en la determinación con solución de KCl IN pH7 son de 3.9 a 4.7 en la superficie, de 4.0 a 4.9 en las muestras medias y 3.9 a 4.7 en la profundidad; en la mayoría de los pozos la acidez disminuye con la profundidad, este comportamiento está condicionado por el gran lavado de bases a que está sujeto este suelo.

En general, el contenido de materia orgánica en la muestra superficial de todos los pozos es muy alto, encontrándose valores de 5.75 a 9.47 %, en la muestra media los valores de materia orgánica presentes se consideran aceptables pues var de 3.06 a 4.4 % excepto los pozos 1, 9 y 11 que contienen 1.32, 2.19 y 1.56 % respectivamente, el contenido de materia orgánica en la muestra profunda de todos los pozos disminuye considerablemente, encontrándose valores de 1.09 a 2.91 %, lo que se refleja en la baja porosidad de algunas muestras.

La capacidad de intercambio catiónico total está relacionado con el contenido de materia orgánica y arcilla, siendo en la muestra

superficial de 19.6 a 27.8 meq/100 gr., en la muestra media de los pozos la capacidad de intercambio catiónico total es de 17.9 a 28.9 meq/100 gr. y en la muestra profunda los valores encontrados son de 17.5 a 24.1 meq/100 gr. Estos últimos están dados por el alto contenido de arcilla.

El contenido de bases intercambiables coinciden con la capacidad de intercambio catiónico, considerándose al calcio y al magnesio como valores medicos y en algunos relativamente bajos, el Ca presente es de 12.1 a 18.7 meq/100 gr. y el Mg de 2.1 a 9.1 meq/100 gr; en la profundidad de 20-40 cm el Ca va de 7.2 a 17.2 meq/100 gr. y el Mg de 6.2 a 10.1 meq/100 gr. Estos valores, en algunos casos relativamente bajos, se deben al constante lavado al que están sujetos los suelos, lo cual se refleja también en su acidez; también podría pensarse que a esta profundidad se atenúa la actividad de los microorganismos sobre la materia orgánica. La concentración de potasio, es en general, muy baja, observándose valores de 0.26 a 0.67 meq/100 gr. en la superficie y 0.20 a 0.61 meq/100 gr. en las muestras profundas.

El K es un macronutriente considerado como esencial que contribuye al buen desarrollo físico de las plantas, en este caso para el café, por lo que es recomendable mantenerlo en cantidad adecuada. Cabe mencionar que estudios realizados reportan que el potasio y el nitrógeno son los elementos que el café requiere en mayor cantidad.

En cuanto al fósforo asimilable, debe señalarse que hubo problemas en su determinación, ya que inicialmente esta se realizó por el método Bray I y después por el Bray II, técnicas utilizadas para suelos ácidos, sin embargo no se obtuvieron resultados; finalmente se aplicó el método de Truog el cual tiene una alta sensibilidad por unidad de fósforo presente y se obtuvieron los siguientes valores: en los primeros 20 cm de 9 a 57 ppm en los siguientes 20 cm de 0 a 6 ppm y en la profundidad de 0 a 3 ppm. Se observa que los valores de las muestras superficiales en relación con las otras cambian bruscamente, un ejemplo es el pozo 10 que de 57 ppm de la muestra superficial baja a 3 ppm en la muestra media, esto probablemente se debe a su alto contenido de materia orgánica, en su forma activa y por consiguiente, presencia de compuestos fosfóricos asimilables;

el cambio tan brusco que se presenta en el contenido de fósforo de una profundidad a otra no corresponde con el cambio de contenido de materia orgánica que sigue siendo alto, por lo que se piensa que la mineralización de la materia orgánica se atenúa. A pesar de esto, los resultados obtenidos en la determinación de fósforo no son confiables, debido quizá a que el método utilizado para este elemento no es el adecuado. Por otro lado, se piensa que si los métodos Bray I y Bray II no fueron capaces de extraer fósforo se debe a que el suelo tiene muy baja cantidad de fósforo asimilable.

La cantidad de nitrógeno se considera alta en todos los pozos, ya que se le encuentra de 0.25 a 0.39 % en las muestras superficiales, disminuyendo con la profundidad de 0.06 a 0.17 % lo que se explica por la disminución de la materia orgánica. Por otro lado, también se considera alto el contenido de nitratos en todos los pozos, siendo de 24 a 51 ppm en la superficie y de 12 a 22.5 ppm en la profundidad.

Las cantidades altas, tanto de nitratos como de nitrógeno total, quizá se deban a que buena parte de la sombra de este cafetal es la leguminosa Inga que como es sabido tienen la capacidad de fijar el nitrógeno atmosférico, y por otro lado a la riqueza en materia orgánica de estos suelos.

Es importante señalar, que el contenido de nitratos de las muestras de suelos tomadas del campo sufren alteraciones rápidas como consecuencia del aumento de temperatura y disminución de humedad al secar las muestras, así como la aireación y el tamizado; esto resta confiabilidad a los resultados obtenidos (Jackson, 1982).

Los cuadros 7, 8 y 9 muestran los resultados de los pozos practicados en el parte "Plan del Poblado Viejo".

Como puede observarse, en los pozos 1, 2, 6, 9 y 10, superficialmente domina el color pardo 10YR5/3 en seco y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 en húmedo, diversificándose los colores con la profundidad, de pardo grisáceo 10YR5/2 y pardo oscuro 10YR4/3 a pardo amarillento 10YR5/6, en

seco; en húmedo domina el color pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 y pardo oscuro 10YR4/3.

En los pozos 3, 4 y 7 se presentan colores muy semejantes, ya que en los primeros 40 cm predomina el color pardo grisáceo muy oscuro 10YR4/2 en húmedo; con la profundidad el color varía, de pardo amarillento claro 10YR6/4 a pardo oscuro 10YR4/3 en seco, y de pardo amarillento 10YR5/4 a pardo oscuro 10YR6/4, en húmedo.

Finalmente, los pozos que guardan cierta semejanza en cuanto a color son el 5 y 8 que en los primeros 20 cm es gris pardusco claro 10YR/2 en seco y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 en húmedo, con la profundidad se tonan de pardo grisáceo 10YR5/2 y pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 a pardo amarillento 10YR5/4, en seco; y en húmedo de pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 y gris muy oscuro 10YR3/1 a pardo oscuro 10YR4/3.

Como ya se mencionó los colores presentes son característicos de zonas tropicales, debido a que son suelos sometidos a un constante lavado por las altas precipitaciones, y si a esto se agregan las altas temperaturas, el resultado es un fuerte intemperismo de los suelos, lo que se refleja en las coloraciones amarillas y pardas. Las coloraciones grisáceas de la parte superficial, se deben a la ceniza volcánica depositada en esa región por el volcán Chichónil.

Los valores obtenidos en la densidad aparente presentan cierta diversidad; así, varían de 1.01 a 1.16 gr/cc en las muestras medias y de 1.08 a 1.31 gr/cc en la profundidad.

La densidad real presenta los siguientes valores: 2.05 a 2.32 gr/cc en la superficie y 2.25 a 2.53 gr/cc en la profundidad; en general, la densidad real aumenta con la profundidad.

Se considera que los suelos de este parte, presentan una adecuada porosidad, pues ésta se encuentra, en un rango que va de 49 a 55.7 %, en los primeros 40 cm, excepto en los pozos 1 y 7 cuya muestra media es de 47.1 a 46.7 % respectivamente. En los pozos 2 y 9 la muestra profunda

disminuye a 46.2 y 47.8 % respectivamente, debido al bajo contenido de materia orgánica y a la compactación del suelo; en el pozo 3 esta misma muestra aumenta a 56.8 % de porosidad, esto probablemente se debe al alto contenido de arcilla que es de 40.8 %.

La textura de los pozos 1, 2, 5, 6 y 7 es franco en los primeros 40 cm; con la profundidad, la textura cambia a migajón arcillo-arenoso en el pozo 1, migajón arenoso en el pozo 2, arcilloso en el pozo 7 y migajón arcilloso en los pozos 5 y 6. Los pozos 4, 8 y 10 presentan la misma textura, siendo franco en la muestra superficial y migajón arcilloso en la muestra media y profunda con porcentaje de arcilla de 28.4 a 30.8 %. La textura del pozo 3 es migajón arenoso en la muestra superficial, franco en la muestra media y arcilloso en la profunda; el pozo 9 es franco en la superficie y migajón arenoso en la muestra media y profunda.

La textura que domina en este parte es franco, la ideal en suelos agrícolas, pues es una mezcla en iguales proporciones de las propiedades fundamentales, es decir, son suelos con buena aireación, permeabilidad, estructura, buen drenaje y permiten una adecuada utilización de los nutrimentos; además permiten un buen desarrollo radicular lo que ocasiona un buen crecimiento de la planta.

El pH de estos suelos, determinado en agua, se encuentra en un rango que va de 5.2 a 6.1, es decir, de muy ácido a medianamente ácido, en las muestras superficiales; excepto el pozo 4 que es muy fuertemente ácido con un valor de 4.9; en las muestras profundas el pH va de fuertemente ácido a ligeramente ácido con valores de 5.4 a 6.4; en todos los pozos se observa una disminución de la acidez con la profundidad, esto se debe al lavado de bases intercambiables a que está sujeto el suelo. Los valores obtenidos en la determinación de pH, con solución de KCl IN pH7, son de 4.7 a 5.5 en las muestras superficiales y 3.9 a 5.7 en las muestras profundas.

Se observa una disminución de la acidez en este parte con respecto al anterior, probablemente esto se debe a que el parte "El Curacol" corresponde a una tadera (sujeta a un mayor lavado y escorrentía), mientras

que el "Plan del Poblado Viejo" es un área plana (la pérdida de bases intercambiables por lavado es menor).

Al igual que el parte anterior el contenido de materia orgánica es alto, las muestras superficiales presentan un rango que va de 4.78 a 7.86 %, las muestras medias de 1.98 a 6.14 % y las profundas de 1.16 a 2.6 %, excepto el pozo 5 que tiene 6.6 %. En general el contenido de materia orgánica disminuye con la profundidad.

Como es sabido, la materia orgánica es importante en los suelos, pues mejora sus propiedades como son: aumenta el contenido de humedad, controla la erosión superficial, aumenta la porosidad y mejora la estructura, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, mejora las condiciones del pH, atenúa los cambios de temperatura en el suelo, así como los efectos causados por el uso de fertilizantes.

El alto contenido de materia orgánica de estos suelos, les confiere un buen nivel de fertilidad, que además, se refleja en su textura, porosidad y contenido de nitrógeno.

La capacidad de intercambio catiónico total es, en general, media con valores que van de 19.6 a 28.4 meq/100 gr en la superficie, de 18.5 a 31.6 meq/100 gr en la parte media, excepto el pozo 5 cuya muestra media es de 42.1 y de 14.1 a 34.8 meq/100 gr en la profundidad.

La concentración de calcio en este parte es media, excepto el pozo 5 cuyo contenido puede considerarse, relativamente elevado en todo el pozo; el resto se encuentra en un rango que va de 9.7 a 21.9 meq/100 gr, en la muestra superficial; de 9.3 a 24 meq/100 gr, en la muestra media; y 6.7 a 18.4 meq/100 gr en la profundidad.

Debido a la constante lixiviación a la que están sujetos estos suelos, se esperaba encontrar una baja cantidad de calcio y magnesio, en la superficie y aumentar con la profundidad, sin embargo, se mantiene una concentración relativamente homogénea, probablemente retenida por la materia orgánica y arcilla presentes, además de la cubierta vegetal

permanente que mantiene un constante aporte de restos orgánicos al suelo los cuales al ser mineralizados mantienen una concentración constante de dichos elementos, además de N, P y K los cuales son retenidos por los coloides orgánicos y arcillosos del suelo.

Tanto el calcio como el magnesio constituyen dos macronutrientes esenciales que contribuyen al buen desarrollo fisiológico de los cultivos; cuando están presentes en cantidades altas, actúan en forma considerable reduciendo la concentración del ión hidrógeno, por lo que es recomendable incrementar su concentración, ya que de esta forma se reducirá la acidez de estos suelos.

El potasio, al igual que el parte anterior, se le encuentra en baja concentración. Observándose valores de 0.31 a 0.61 meq/100 gr en la superficie, de 0.23 a 0.51 meq/100 gr en la muestra media y de 0.20 a 0.51 meq/100 gr en la profundidad. Debido a la importancia que tienen para el buen desarrollo del café, es necesario incrementar su concentración, aplicando algún fertilizante y cambiar la planta que tiene como sombra (plátano) para evitar la competencia por los nutrientes.

En lo que se refiere al fósforo, se hace la misma interpretación y recomendación que para el parte anterior, pues se observó el mismo problema en su determinación.

El nitrógeno total y nitratos se encuentran en concentraciones altas en todos los pozos, lo que se explica por el alto contenido de materia orgánica.

Para los nitratos se hace la misma observación que el parte anterior.

Los cuadros de resultados 10, 11 y 12 corresponden al parte "La Guayaba". Se puede observar que en los pozos 2, 4 y 10, superficialmente, el color dominante es gris pardusco claro 10YR6/2 en seco y pardo oscuro 10YR3/3 a pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 en húmedo; con la profundidad los colores se tornan de pardo amarillento claro 10YR6/4 y pardo amarillento 10YR6/6 a pardo pálido 10YR6/3 y amarillo 10YR7/6

en seco; y en húmedo, de pardo oscuro 10YR3/3 y pardo amarillento claro 10YR4/4 a pardo amarillento 10YR6/6.

Los pozos 5 y 6, en los primeros 20 cm presentan un color pardo grisáceo 10YR5/2 en seco y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 en húmedo; en los últimos 40 cm, el pozo 5 presenta un color pardo pálido 10YR6/3 en seco y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2 en húmedo; el pozo 6 con la profundidad varía de pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 a pardo grisáceo 10YR5/2 en seco y de gris muy oscuro 10YR3/1 a pardo oscuro 10YR4/3 en húmedo.

Los pozos 1, 3, 7, 8 y 9 del mismo parte presentan una mayor diversidad del color en seco, encontrándose en los primeros 20 cm pardo amarillento claro 10YR6/4, pardo oscuro 10YR4/3, pardo grisáceo 10YR5/2, pardo grisáceo oscuro 10YR4/2 y pardo 10YR5/3 respectivamente; y en húmedo, pardo amarillento oscuro 10YR4/4 y pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2. En la profundidad 20-40 cm los colores presentes son amarillo pardusco 10YR6/6, pardo 10YR5/3, pardo amarillento claro 10YR6/4 y pardo amarillento 10YR5/6 en seco y pardo amarillento oscuro 10YR4/6, pardo grisáceo muy oscuro 10YR3/2, pardo amarillento 10YR5/4 y pardo oscuro 10YR4/3 en húmedo. En la profundidad el color en todos los pozos es pardo amarillento 10YR5/4 en seco y de pardo oscuro 10YR4/3 a pardo amarillento 10YR5/6 en húmedo.

Este parte presenta mayor diversidad de colores, sin embargo, todos caen dentro de las coloraciones pardas y amarillas al igual que los partes anteriores, lo que se atribuye a que el área muestreada es relativamente pequeña y como ya se ha mencionado, se trata de una región tropical la cual se caracteriza por las coloraciones pardas y amarillas, debido a que están sometidas a la acción intensa del intemperismo.

Los colores grisáceos presentes en la mayoría de los pozos se debe a la mezcla del suelo con la ceniza volcánica arrojada por el volcán Chichónal, pues durante el muestreo de suelos se observó ceniza volcánica, tanto en la superficie como mezclada en el interior de los pozos.

Tanto la densidad aparente como la densidad real guardan cierta uniformidad en todos los pozos; la densidad aparente cubre un rango de

0.98 a 1.1 gr/cc, con ligeras variaciones de 1.11 a 1.17 gr/cc. La densidad real va de 2.2 a 2.46 gr/cc con variaciones de 2.1 a 2.17 gr/cc. Ambas densidades aumentan con la profundidad, lo cual indica una mayor concentración de minerales y una disminución de materia orgánica.

La porosidad presenta un ligero aumento con respecto al parte anterior, presentándose porcentajes que van de 50.1 a 57.6 % en los primeros 20 cm; de 49.7 a 54.6 % en los siguientes 20 cm y de 50.4 a 55.2 % en la profundidad.

El aumento de la porosidad se relaciona con el aumento de arcilla de estos pozos y la materia orgánica.

El cambio de textura también es notable, ya que en la mayoría de los pozos predomina la textura arcillosa y migajón arcilloso con porcentajes de arcilla de 30.4 a 62.8 %. Este alto contenido de arcilla les confiere a los suelos una alta capacidad de intercambio catiónico total y mayor retención de agua, pero por otro lado éstos se compactan lo que trae como consecuencia la alteración de ciertas propiedades físicas y químicas como mala aireación y estructura, baja permeabilidad, mal drenaje, deficiente utilización de nutrimentos; no permitiendo con esto un buen desarrollo radicular lo que ocasiona un crecimiento deficiente de la planta e incluso su muerte.

El pH, al igual que los partes anteriores, es ácido, encontrándose en los pozos que el rango para la relación suelo-agua 1:2.5 va de 4.6 a 5.8 en la superficie y de 4.7 a 6.8 en la profundidad.

Para la relación suelo-KCI 1:2.5 el rango va de 3.6 a 4.7 en la superficie y de 3.6 a 5.6 en la profundidad.

El alto contenido de materia orgánica sigue caracterizando esta área, pues los valores encontrados en este parte, en la superficie, van de 5.52 a 9.84 % excepto el pozo 7 que tuvo 2.66 % y de 1.24 a 3.5 % en la profundidad.

La capacidad de intercambio catiónico total es alta en relación con los dos partes anteriores, pues los valores encontrados en la superficie van de 22.3 a 42.1 meq/100 gr y de 13.6 a 44.2 meq/100 gr en la profundidad; esto se debe a su textura, donde domina la fracción arcillosa, además de la elevada cantidad de materia orgánica presente.

De las bases intercambiables puede considerarse que el calcio y el magnesio se encuentran en una concentración media, presentándose para el calcio de 7.6 a 27.8 meq/100 gr en la superficie y de 7.2 a 37 meq/100 gr en la profundidad. El magnesio se encuentra de 3.8 a 16.1 meq/100 gr en la superficie y de 5 a 16.5 meq/100 gr en la profundidad, excepto el pozo 2 que presenta 2.2 meq/100 gr.

En general, tanto el calcio como el magnesio presentan cambios bruscos de una profundidad u otra a través del pozo, sin embargo, su concentración está relacionada con la capacidad de intercambio catiónico total.

El potasio, al igual que en los partes anteriores se encuentra en cantidades muy bajas, siendo de 0.23 a 1.51 meq/100 gr en la superficie y de 0.15 a 0.41 meq/100 gr en la profundidad. Esto, como ya se mencionó, puede repercutir en el buen desarrollo del café, pues es un elemento esencial en su nutrición.

En cuanto al fósforo, es necesario buscar la técnica adecuada o hacer las modificaciones adecuadas para su determinación, pues los resultados obtenidos son muy incongruentes y, por lo tanto, nada confiables.

Tanto los nitratos^o como el nitrógeno total se encuentran en concentraciones altas en la superficie y va disminuyendo con la profundidad, lo que está de acuerdo con el alto contenido de materia orgánica y su disminución con la profundidad.

El alofano es un mineral amorfo, producto de la interperización rápida de cenizas volcánicas no cristalinas y en algunos casos por la

^o Se hace la misma observación que los partes anteriores del contenido de nitratos.

intemperización rápida de los feldespatos. Es por esta razón que en su determinación, los valores obtenidos en todos los pozos fueron bajos o trazas; aún en aquellas muestras en las que hay cenizas volcánicas recientemente arrojadas por el volcán Chichonal, pues investigaciones realizadas demuestran que el alofano tarda en formarse de 4 a 8 años.

VIII RELACION DE RESULTADOS DEL CONTENIDO DE ELEMENTOS NUTRITIVOS
(N, P, K, Ca y Mg) EN EL SUELO Y LA PLANTA

Los cuadros 13, 14 y 15 muestran una relación de resultados del contenido de N, P, K, Ca y Mg tanto en el suelo como en la planta.

Ortiz (1978), reporta que se han hecho algunas estimaciones sobre la cantidad de elementos que la planta de café extrae del suelo. El señala que la planta al ganar en edad la absorción de fósforo y magnesio es menor, también hace la observación de que de los 2.5 a los 3.5 años de edad, las exigencias minerales del café se duplican, lo cual se debe casi exclusivamente al inicio de la producción de granos.

Ortiz, también señala que otros investigadores han obtenido los mismos resultados y además mencionan que a partir del quinto año de edad del café las cantidades de absorción ya no se incrementan sino más bien tienden a decaer.

CUADRO N° 16 CANTIDADES DE ELEMENTOS NUTRITIVOS ABSORBIDOS POR EL CAFÉ EN DIFERENTES AÑOS DE SU VIDA, EXPRESADO EN GRANOS.

EDAD DEL CAFÉ	NITROGENO N	FOSFORO P ₂ O ₅	POTASIO K ₂ O	CALCIO CaO	MAGNESIO MgO
1 año	0.275	0.013	0.119	0.057	0.019
2 años	0.271	0.120	0.443	0.253	0.086
3 años	6.345	0.655	6.292	3.434	1.150
4 años	10.674	1.041	9.805	5.030	1.574
5 años	18.106	2.390	21.673	12.425	3.910
10 años	18.066	1.778	16.011	11.268	3.619
40 años	5.538	0.663	6.056	4.138	1.283

Fuente: Ortiz, 1978. Manual de Suelos y Fertilizantes del Café. ANACAFÉ, Guatemala.

Lo mencionado anteriormente no puede aplicarse a los resultados obtenidos en este estudio, pues no se realizó en las mismas condiciones, sin embargo, las cantidades de los elementos nutritivos mencionados, en la planta, se presentan muy similares, en los tres puntos, siendo ligeramente mayores en el "Plan del Poblado Viejo", lo cual se explica por la edad de la plantación que es de 3 años aproximadamente, en donde el nitrógeno se encuentra en un rango que va de 2.61 a 2.89 % y para los puntos "El Caracol" y "La Guayaba", que tienen una edad aproximada de 20 años, el nitrógeno se presenta de 2.52 a 2.80 %, lo cual corresponde a lo reportado por Ortiz, (1978). Un comportamiento semejante presenta el calcio, no así el potasio, el cual se encuentra en un rango de mayor variación, siendo en muchos casos menor en el Plan del Poblado Viejo que en El Caracol y La Guayaba.

Es importante mencionar que los contenidos de potasio en las hojas se consideran bajos, debido quizá a que este elemento se encuentra en una proporción mayor en los granos, tronco y ramas que en las hojas y por otro lado, su baja concentración en el suelo.

CUADRO N° 17 CANTIDAD DE ELEMENTOS NUTRITIVOS TOMADOS O ABSORBIDOS POR UN SUELO EN UN AÑO POR UN CAFETAL, EXPRESADO EN Kg/Ha.

PARTES DE LA PLANTA	NITROGENO N	FOSFORO P ₂ O ₅	POTASIO K ₂ O	MAGNESIO MgO	CALCIO CaO
Raíces	8.241	3.890	3.038	2.798	8.285
Tronco y Ramas	14.234	2.885	6.412	3.190	27.788
Ramitos	3.065	0.283	3.392	1.139	46.280
Hojas	10.025	1.596	5.380	3.402	7.880
Pulpa	1.744	0.194	2.275	0.478	1.847
Granos	11.978	2.431	10.975	1.158	1.290
Película	0.055	0.194	1.165	0.147	0.433
	49.342	11.473	32.637	12.252	93.803

Fuente: Ortiz, 1978. Manual de Suelos y Fertilizantes del Café. ANACAFE, Guatemala.

Respecto al fósforo y magnesio que son elementos nutritivos que la planta absorbe del suelo de manera menos pronunciada que los tres anteriores, conforme avanza en edad, se encuentran en un rango que va de 0.14 a 0.19 % de fósforo y de 0.23 a 0.28 % de magnesio en los 3 partes; estos valores son considerados de medios a bajos, lo que indica que se encuentran escasos en el suelo o que por alguna razón la planta no los está absorbiendo eficientemente, aunque también se debe considerar que la mayor concentración de fósforo se encuentra en raíces, tronco, ramas y granos; para el magnesio se presenta casi en la misma proporción en hojas, tronco y ramas.

Son muchos los factores que intervienen en la absorción de nutrientes del suelo por la planta por lo que es muy difícil establecer una relación suelo-planta.

No obstante, se han realizado algunos ensayos sobre la concentración de nutrientes en el café, así como en otras plantas, y todos indican que ésta depende de la fertilidad del suelo, el clima, el periodo de recolección de las muestras para analizar en el laboratorio, las prácticas culturales como abonamientos, el sombrero y el manejo general que se le da al café.

Además, Parra (1957), señala que es necesario evaluar en forma sistemática la influencia de aquellos factores por separado y en conjunto sobre la concentración de nutrientes, considerando además la cosecha.

Tomando en cuenta los análisis químicos de este suelo, se considera que la fertilidad del mismo va de media a baja y por consiguiente la nutrición del café es deficiente. Si además, tomamos en cuenta el mal manejo que se da a la plantación en cuanto a la sombra, poda, abonamiento, control de plagas y enfermedades, es lógico que los rendimientos recientes hayan sido tan bajos.

CUADRO N° 13

ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS Y PLANTAS DEL PANTE "EL CARACOL"
 PARA N, P, K, Ca y Mg, EXPRESADO EN PORCIENTO.

N° DE POZO / MUESTRA	NITROGENO % SUELO PLANTA		FOSFORO % SUELO PLANTA		POTASIO % SUELO PLANTA		CALCIO % SUELO PLANTA		MAGNESIO % SUELO PLANTA	
1	0.15	2.52	0.073	0.15	0.011	1.51	0.20	1.03	0.075	0.25
2	0.24	0.57	0.038	0.14	0.013	1.44	0.25	0.92	0.085	0.26
3	0.21	2.57	0.031	0.15	0.012	1.51	0.20	1.15	0.05	0.25
4	0.26	2.66	0.077	0.16	0.016	1.48	0.23	0.91	0.08	0.26
5	0.27	2.75	0.053	0.15	0.018	1.61	0.29	0.95	0.054	0.25
6	0.20	2.77	0.145	0.16	0.012	1.40	0.27	0.83	0.087	0.26
7	0.22	2.66	0.080	0.17	0.011	1.53	0.26	0.89	0.068	0.26
8	0.25	2.66	0.123	0.18	0.015	1.52	0.26	0.94	0.086	0.26
9	0.16	2.80	0.092	0.16	0.013	1.51	0.23	0.85	0.076	0.26
10	0.27	2.75	0.300	0.16	0.019	1.46	0.32	0.85	0.055	0.25
11	0.19	2.77	0.180	0.16	0.025	1.53	0.25	0.80	0.072	0.26

ESTA TESIS
 NO DEBE
 SALIR DE LA BIBLIOTECA

CUADRO N° 14

ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS Y PLANTAS DEL PANTE "PLAN DEL POBLADO VIEJO"
 PARA N, P, K, Ca y Mg, EXPRESADO EN PORCIENTO.

N° DE POZO / MUESTRA	NITROGENO %		FOSFORO %		POTASIO %		CALCIO %		MAGNESIO %	
	SUELO	PLANTA	SUELO	PLANTA	SUELO	PLANTA	SUELO	PLANTA	SUELO	PLANTA
1	0.22	2.89	0.130	0.15	0.010	1.32	0.26	1.37	0.040	0.26
2	0.19	2.71	0.690	0.18	0.018	1.42	0.22	1.17	0.066	0.23
3	0.24	2.75	0.470	0.19	0.019	1.41	0.28	1.07	0.077	0.25
4	0.43	2.71	0.063	0.16	0.010	1.26	0.25	1.67	0.092	0.25
5	0.32	2.61	1.203	0.17	0.020	1.40	0.55	1.71	0.067	0.24
6	0.24	2.71	0.167	0.17	0.018	1.48	0.23	1.71	0.094	0.24
7	0.29	2.80	0.048	0.16	0.011	1.44	0.39	1.05	0.042	0.24
8	0.30	2.71	0.197	0.14	0.013	1.39	0.38	1.13	0.056	0.26
9	0.15	2.75	0.087	0.15	0.011	1.45	0.20	0.93	0.068	0.26
10	0.28	2.63	0.245	0.15	0.012	1.49	0.36	0.74	0.073	0.25

CUADRO N° 15

ANALISIS QUIMICOS DE SUELOS Y PLANTAS DEL PANTE "LA GUAYANA"
 PARA N, P, K, Ca y Mg, EXPRESADO EN PORCIENTO.

N° DE POZO / MUESTRA	NITROGENO		FOSFORO		POTASIO		CALCIO		MAGNESIO	
	% SUELO	% PLANTA	% SUELO	% PLANTA	% SUELO	% PLANTA	% SUELO	% PLANTA	% SUELO	% PLANTA
1	0.14	2.71	0.090	0.16	0.013	1.41	0.21	1.02	0.138	0.28
2	0.19	2.64	0.300	0.16	0.009	1.38	0.77	0.94	0.044	0.26
3	0.24	2.66	0.017	0.16	0.009	1.26	0.21	0.21	0.079	0.28
4	0.21	2.71	0.090	0.16	0.012	1.34	0.26	0.99	0.070	0.27
5	0.34	2.52	0.037	0.15	0.016	1.40	0.47	1.05	0.109	0.26
6	0.27	2.52	0.027	0.16	0.016	1.27	0.55	1.08	0.121	0.26
7	0.36	2.71	0.080	0.15	0.013	1.48	0.31	1.05	0.133	0.26
8	0.26	2.71	0.030	0.16	0.014	1.27	0.43	1.13	0.086	0.28
9	0.22	2.66	0.110	0.16	0.01	1.28	0.23	0.93	0.048	0.26
10	0.26	2.61	0.170	0.18	0.013	1.34	0.30	0.74	0.090	0.28

IX CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Ecológicamente la zona estudiada es adecuada para el cultivo de café, pues las condiciones de precipitación, temperatura y altitud se encuentran en el rango requerido por éste.

La porosidad y textura son características físicas del suelo fundamentales para el buen desarrollo del café, de ellas se encontró para los tres partes, que la primera es adecuada en las muestras superficiales y disminuye con la profundidad debido al abatimiento de la materia orgánica y compactación del suelo. La textura predominante es del tipo franco y franco-arcilloso, lo que asegura una adecuada utilización de los nutrientes, así como buena aireación, permeabilidad, estructura y buen drenaje, además de un favorable desarrollo radicular.

El pH es ácido y se acentúa ligeramente en "El Caracol" y "La Guayaba", sin embargo se encuentra dentro de los límites establecidos por muchos autores.

El contenido de bases intercambiables tiene relación con los valores de la C.I.C.T., sin embargo, la concentración de potasio es muy baja por lo que se recomienda incrementar su contenido, ya que su deficiencia ocasiona trastornos que causan graves daños al cultivo como la disminución de la resistencia a las plagas y enfermedades, no hay una eficiente floración y fructificación y en general se ve afectado el crecimiento de la planta y calidad del producto como resultado de la alteración fisiológica de la misma.

La mineralización de la materia orgánica en los primeros 20 cm, así como la utilización del árbol de sombra Inga, leguminosa que tiene una relación de simbiosis con Rhizobium para la fijación de nitrógeno atmosférico, mantiene altas cantidades de nitrógeno y nitratos en los tres puntos.

Por las dificultades que presentaron estos suelos en la determinación de cantidad de fósforo asimilable, se tuvo que emplear tres métodos

extractivos: el Bray I, Bray II y Truoy; los resultados, aun así son parcialmente incongruentes, ya que los valores de la superficie son altos y muy bajos o nulos en función de la profundidad; probablemente esto puede explicarse por el material parental (caliza y arenisca) del cual derivan estos suelos, por lo menos la arenisca, ya que algunas calizas contienen este elemento; el fósforo que existe en la superficie se debe en parte a la mineralización de la materia orgánica y a las interacciones de hierro y aluminio.

Por los análisis químicos realizados, se considera que el nivel de fertilidad de este suelo va de media a baja, ya que elementos tan importantes en la nutrición del café como nitrógeno y fósforo se encuentran en bajas concentraciones y los contenidos de calcio y magnesio son medios, lo cual se refleja en las investigaciones bromatológicas del café de esta región realizadas por Guzmán 1988, que indican buenas correlaciones.

Por los resultados obtenidos en ambas investigaciones se recomienda profundizar estudios sobre los contenidos de NPK en suelos a nivel de campo, invernadero, laboratorio y bromatología.

En el manejo de los cafetos de esta zona se recomienda renovar los cafetos de "El Caracol" y "La Guayaba" y aplicar prácticas culturales como control de maleza, poda, plagas, enfermedades y regulación de sombra.

Los cafetaleros necesitan entrenamiento sobre el uso y aplicación de biotecnologías de los cafetales para lograr la productividad óptima de las regiones cafetaleras.

X BIBLIOGRAFIA

- Aguilera, H. N. 1955. *Los Suelos Tropicales de México. Mesas Redondas sobre Problemas del Trópico Mexicano de Recursos Naturales Renovables*, A. C. Pub. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. 1:3-24. México.
- Aguilera, H. N. 1959. *Suelos. Los Recursos Naturales del Sureste y su aprovechamiento*. Beltrán, E. (Ed). Publ. Inst. Mex. Rec. Nat. Renov. II (2): 177-212. México.
- Aguilera, H. N. 1969. *Distribución Geográfica y Características de los Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas de América Latina*. Centro de Enseñanza e Investigación. Inst. Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA Turrialba, Costa Rica. 2º Panel de Suelos Derivados de Cenizas Volcánicas, Org. por FAO-UNESCO.
- Aguilera, H. N. Cit. in Sánchez, A. P. 1976. *Properties and management of soils in the tropics*. John Wiley Sons, Inc. 76-90 págs.
- Aguilera, H. N. *et al* 1982. *Estudios Edafológicos de la Selva Lucandona*. CENIA.
- Banco Nacional de México, S. A. 1979. *Examen de la Situación Económica de México LV (641 y 644)*.
- Bonnerisza, E. 1982. *Ciclo del nitrógeno en plantaciones de café*. Depto. de Ciencias del Suelo, Universidad de Costa Rica. 67:241-246.
- Duckman, O. H. y Brady, C. N. 1977. *Naturaleza y Propiedades de los Suelos*. Montaner y Simón, S. A. Barcelona, España. 590 págs.
- Dool, S. W., Hoic F. D. y McCrahen, R. J. 1983. *Génesis y Clasificación de Suelos*. 1a. Ed. Trillas, México. 417 págs.

- Burgos, F. C. 1977. *Importancia de la Investigación en Fertilidad de Suelos*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Depto. de Cultivos y Suelos Tropicales. Turrialba, Costa Rica.
- Calderón, O. T. 1982. *Panorama Económico de la Cafecultura a Nivel Mundial y Nacional*. Tesis Fac. de Economía, UNAM.
- Carvajal, F. J. 1981. *Fertilizantes y Nutrición del Cafeto*. Promecafe, Costa Rica. *Boletín* 10:4-7.
- Coste, R. 1980. *El Café*. Colección Agricultura Tropical. 1a. Ed. Edit. Blume. San José, Costa Rica. 285 págs.
- Diccionario Porrúa. 1970. *Historia, Biografía y Geografía de México*. 3a. Ed. Edit. Porrúa, S. A. México.
- Domínguez, R. I. y Aguilera, H. N. s/f. *Metodología de Análisis Físico-químicos de Suelos*. Fac. de Ciencias, UNAM, México.
- Donahue, L. R. *et al.* 1977. *Introducción a los Suelos y al Crecimiento de las plantas*. Prentice/Hall Internacional, Colombia. 624 págs.
- Fassbender, W. H. 1978. *Química de Suelos. Con énfasis en suelos de América Latina*. IICA. San José, Costa Rica. 398 págs.
- FitzPatrick. 1985. *Suelos: su formación, clasificación y distribución*. C.E.C.S.A., México. 430 págs.
- Flores, M. G. 1981. *Posibilidades Agrícolas de los Suelos Tropicales de México*. Subdirección de Agnología. SARH, México.
- Fuentes, F. R. 1977. *Sistemas Agrícolas de Producción*. Primer Simposium sobre el mejoramiento de la producción de café en México. INMECAFE.
- Gaxunde, A. S. 1972. *Física de Suelos*. Limusa-Wiley, México. 156 págs.

- Gutiérrez, S. M. 1988. Estudios Edafológicos de suelos cafetaleros con sombra de Citrus sinensis del Mpio. de Xicotépec de Juárez, Pue. Tesis Biólogo, Fac. de Ciencias, UNAM.
- Guzmán, B. R. 1988. Algunos análisis cromatológicos en 3 estratos de la capa arbustiva de Coffea arabica en una finca cafetalera del Mpio. El Bosque, Chiapas. Tesis Biólogo. Fac. de Ciencias, UNAM.
- Haarer, A. E. 1982. Producción Moderna de Café. 2a. Ed. C.E.C.S.A., México. 652 págs.
- Hardy, F. 1970. Suelos Tropicales. Pedología Tropical con énfasis en América. 1a. Ed. Herrero Hermanos, S. A., México. 334 págs.
- Helbig, A. C. 1976. Chiapas, Geografía de un Estado Mexicano. Publicaciones del Gobierno del Edo. de Chiapas. Edit. Libros de México, S. A. Tomo I.
- INMECAFE, 1978. Programa Integral para el desarrollo de la Cafecultura en la región Sureste. INMECAFE I.
- INMECAFE, 1978. Programa Integral para el desarrollo de la Cafecultura en la región Sureste. INMECAFE II.
- INMECAFE, 1981. La Comercialización Externa del Café Mexicano en el ciclo 1980/81. 40 págs.
- Henao, J. J. 1982. El Café en Venezuela. 1a. Edic. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela. 291 págs.
- INMECAFE. 1985. Estadísticas de producción, superficie cultivada y tipo de tenencia de la tierra. Dirección Adjunta de Producción y Mejoramiento del Café.
- Jackson, L. M. 1982. Análisis Químicos de Suelos. Edit. Omega, Barcelona, España. 662 págs.

- Krug, K. A. y Poersch, R. A. 1969. *Estudio Mundial del Café*. FAO.
- Licona, T. R. 1979. *Fertilización del Café en México. Simposium Latinoamericano sobre Cafecultura. Guánica Xalapa, Ver. IICA. OEA y PROMECAFE.*
- Martínez, M. H. 1960. *La relación carbono/nitrógeno en suelos cafetaleros de Xalapa, Ver. Chapingo, México.*
- Millar, E. C., Turk, L. M. y Foth, H. D. 1980. *Fundamentos de la Ciencia del Suelo*. C.E.C.S.A., México. 527 págs.
- Miranda, F. 1952. *La Vegetación de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Edición del Gobierno del Estado.*
- Moran, A. B. 1975. *Estudio de Fertilidad en suelos del Centro Frutícola "Adolfo López Mateos", en San Luis de la Paz, Gto. Tesis Biólogo. Fac. de Ciencias, UNAM.*
- Mulleried, F. K. 1958. *La Geología de Chiapas. Gobierno Constitucional del Edo. de Chiapas, México.*
- Muller, L. E. 1959. *Algunas deficiencias minerales comunes en el café (Coffea arabica L.). Inst. Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. Boletín Técnico N° 4, 41 págs.*
- Ochse, J. J., Soule, M. J., Kijkman, M. J. y Wehlburg, C. 1980. *Cultivo y Mejoramiento de Plantas Tropicales y Subtropicales*. Edit. Limusa, México. Vol. I y II. 1535 págs.
- Ortiz, M. O. 1978. *Manual de Suelos y Fertilizantes del Café*. Anacafe, Guatemala. Boletín 12. 176: 9-19.
- Parra, J. 1957. *El Análisis Químico de las Hojas de las Plantas y su Aplicación en el Cultivo de Café*. Revista Cafetera de Colombia. Centro Nal. de Investigación de Café. Chinchina, Colombia. XIII (137).

- Ramos, H. S. 1979. *Estudios Edafológicos de una zona Cafetalera del Soconusco, Edo. de Chiapas. Tesis Biólogo. Fac. de Ciencias, UNAH.*
- Tamhane, R. V., Motiramani, D. P. y Bali, Y. P. 1978. *Suelos: su química y fertilidad en zonas tropicales. 1a. Edic. Edit. Diana. México. 483 págs.*
- Thompson, L. M. 1966. *El Suelo y su Fertilidad. Riverté. Barcelona, España. 397 págs.*
- Tidale, L. S. y Nelson, L. 1970. *Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Martancs, Simon. Barcelona, España. 760 págs.*
- Vivó, E. A., 1953. *Geografía de México. 3a. Edic. Fondo de Cultura Económica. México.*