

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE QUIMICA



"ESTUDIO DE LOS REQUERIMIENTOS DEL SUELO PARA  
LA PRODUCCION DEL CAFE EN NICARAGUA"

## TESIS PROFESIONAL

Que Para Obtener el Título de  
INGENIERO QUIMICO  
P r e s e n t a

SILVIO JOSE HERMOGENES SANCHEZ PROVEDOR

México, D. F.

1978



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

TESIS 1978

ABO

M.C. ~~329~~ BMM 393

FECHA

PROC



A mis padres:

DN. JOSE LEON SANCHEZ ROMAN.

SRA. EMMA PROVIDOR DE SANCHEZ R.

Por todo el apoyo que me brindaron, con  
todo el cariño y respeto que se merecen.

A mis hermanos:

Dinorah

Emma Haydé

Grethel

José León

A los distinguidos miembros

de mi Jurado:

Jorge Spamer García Conde

Enrique García Galeano

Emilio Barragán Hernández

Gilberto Villela Téllez

Salvador Badui Dergal

## I N D I C E

INTRODUCCION.

CAPITULO I. Generalidades del Café.

CAPITULO II. Variedades del Café.

CAPITULO III. Relación Suelo / Planta y Fertilización

CAPITULO IV. Muestreo de Suelos.

CAPITULO V. Métodos de Análisis.

CAPITULO VI. Resultado y Evaluación.

CAPITULO VII. Conclusiones.

CAPITULO VIII. Apéndice

BIBLIOGRAFIA.

INTRODUCCION

El objetivo de esta tesis, es hacer un estudio sobre la situación en que está la República de NICARAGUA, con respecto a su calidad y producción del café, particularmente en el uso adecuado de los fertilizantes; con el único propósito de aumentar la producción nacional, para que con esto tener una mayor participación en la producción mundial e incrementar las divisas del país.

El café de Nicaragua entra en el grupo de los cafés que se llama "Otros Suaves". En esta categoría o calidad entran los cafés producidos por: México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, y Colombia.

Aunque la calidad, conformación, carácter etc, del café que se produce en Nicaragua es tan bueno como los que se producen en el área arriba mencionada, nuestro café debido a su inficiente beneficio, no uso, y mal uso de fertilizantes, tiene un precio inferior de \$1.00 (un dólar) aproximadamente por quintal FOB.

La producción de café para el presente ciclo se estima en 1287.5 miles de quintales, 20.5% superior a la del año anterior. Estos resultados se deben principalmente a la implementación de los programas de fertilización y renovación de cafetales que se están llevando a cabo por el Banco Nacional de Nicaragua y el Fondo Especial de Desarrollo.

Los precios del café al alcanzar en el período los niveles más altos de su historia, motivaron a sus productores a mejorar sus técnicas de producción y recolección, lo que determinó un in

cremento en la productividad promedio ppr manzana, y consecuentemente los alentadores resultados de la producción de café; vale la pena mencionar también que este cultivo fue el menos afectado por la sequía (1976).

Asimismo, las condiciones halagüeñas imperantes en el mercado del café indujeron a los productores a hacer mayor uso del crédito bancario al obtener en préstamos 127.5 millones de ~~colones~~ (18.22 millones de dólares), cifra mayor en un 13.5% a la del año pasado.

#### INDICADORES DEL CAFE

<u>CONCEPTOS</u>	<u>1974-75</u>	<u>1975-76</u>	<u>1976-77</u>
Area (miles de manzanas)	119.0	120.0	120.0
Rendimiento (quintales por manzana)	7.5	8.9	10.7
Producción (miles de quintales)	890.7	1068.2	1287.5
Oferta global (miles de quintales)	995.4	1128.8	1324.0
Consumo Interno (miles de quintales)	107.0	110.0	112.0
Inventario (miles de quintales)	60.6	36.5	12.0
Oferta Exportable (miles de quintales)	827.8	982.3	1200.0
Precio al productor (dólares por quintal)	55.76	46.46	80.76
Financiamiento Bancario (millones de dólares)	14.65	16.05	18.22

Finalmente, la situación de precios activó las exportaciones, que para 1976 rebasó en más del doble a la del año anterior. Dicha situación se ve favorecida en el plano internacional por el Convenio Internacional del Café, vigente desde Octubre de --

1976, el cual se caracteriza por su alto grado de flexibilidad, lo que a su vez garantiza su funcionalidad. Una de las innovaciones de este convenio es la modalidad de dividir la cuota anual básica en una cuota fija y una variable, correspondiendo a la parte fija el 70% de la cuota global anual y el resto a la variable.

La rama de sustancias y productos químicos, una de las principales actividades en que se sustentó el crecimiento del sector, con un valor de producción de III,49 millones de dólares, logró un incremento de 12.0%. Dicho comportamiento fue fundamentado básicamente en la mayor demanda de abonos e insecticidas.

Las importaciones que hace Nicaragua de abonos son los siguientes:

IMPORTACIONES CIF POR PRODUCTOS

	<u>Kilos Brutos</u>	<u>Valor (dól.)</u>
- Fosfatos Naturales, molidos o sin moler y sales de Potasio en bruto:		
Alemania	849.0	1350.0
Japón	738.0	747.0
Resto del mundo	III.0	603.0
- Abonos nitrogenados y productos fertilizantes nitrogenados (excepto naturales):		
U.S.A.	16876086.0	4782921.0
Rumania	11585400.0	4468288.0
Holanda	9709587.0	3665401.0
Alemania	7643561.0	1716656.0

Japón	4495279.0	1690934.0
Polonia	3339696.0	868321.0
México	2758459.0	1111209.0
Bélgica	268764.0	99939.0
Costa Rica	2621960.0	682849.0

- Abonos fosfatados y productos

fertilizantes fosfatados:

Costa Rica	7135078.0	2496945.0
U.S.A	441889.0	100083.0

- Abonos potásicos y productos

fertilizantes potásicos

(excepto sales de potasio en bruto):

Costa Rica	437161.0	115921.0
Hondúras	178254.0	21756.0
U.S.A	138056.0	35281.0
Japón	12.0	86.0

Del total de producción de café en Nicaragua, el 90% más o menos, es la exportación.

A los países que exporta café Nicaragua, son los siguientes:

	%
Alemania	35.0
U.S.A.	20.0
Holanda	12.0
Bélgica	12.0
Otros (Italia, Francia, Cánada, Inglaterra, Finlandia, Suecia)	21.0

En el caso de Nicaragua, las exportaciones anuales promedio a países miembros durante 1968-69 a 1971-72 representan el 1.02% de las exportaciones mundiales, en otras palabras Nicaragua participó en el mercado mundial con el 1.02%. Si Nicaragua lograra aumentar sus exportaciones a los países miembros, a partir del año cafetalero 1976-77, podríamos contar con una participación mayor en el mercado mundial y consecuentemente mejoraríamos nuestra cuota básica de exportación.

El problema radica principalmente en determinar ¿en cuánto - debemos de aumentar nuestra producción? o ¿hasta dónde debemos -- de impulsar nuestro programa de renovación y fertilización para - poder mejorar nuestra participación en el mercado mundial organizado? estas son en realidad dos preguntas muy difíciles puesto -- que el resto de los países productores también están llevando a - cabo programas intensivos para aumentar su producción y poder exportar más a los países miembros a partir de 1976-77, con el único objetivo de obtener una mayor cuota básica.

La recomendación entonces sería; tratar de aumentar nuestra producción como nos sea posible tanto a corto plazo como a largo plazo.

Nicaragua, además posee a su favor un factor muy importante, como lo es el hecho de que de nuestros cafetales que han sido - - cultivados con métodos tradicionales de producción responden sensiblemente a mejores técnicas de cultivo que podrían aumentar nuestra producción en el corto plazo, como lo son: mejores prácti--

cas de fertilización, uso de fungicidas, control de sombras, un -  
mejor control en la cosecha y mejorar las técnicas de beneficiado.

Si se lograra mejorar las actividades antes mencionadas, nues-  
tra producción, nuestra cuota de exportación y consecuentemente  
la entrada de divisas por café se verían considerablemente aumen-  
tadas en el corto plazo.

El programa de renovación de cafetales nos asegura ésto en -  
el largo plazo.

C A P I T U L O I

GENERALIDADES DEL CAFE Y FERTILIZANTES

Existen muchas versiones respecto al lugar y forma en que se descubrió el café, la más generalizada es la que cita el doctor Antonio di Fluvio en su monografía relativa al café, la cual dice: "Un misterio lleno de leyendas cubre la historia del café, habiendo dos tendencias para apropiarse la verdad de su conocimiento y de su uso". Estas dos tendencias (una oriental y la otra occidental) están de acuerdo que el origen del uso del café, es en la patria de Abisinia, particularmente en la región de KAFFA; de donde se extendió a todo el mundo.

Por el año de 1500 el café vino a ser una bebida establecida en Arabia, en donde se le llamó KAHWAH, el cual es un nombre derivado de su uso original como estimulante. Los cultivos de café a escala comercial, comenzaron en Batavia en 1690 y poco tiempo después el primer embarque de café llegó al puerto de Amsterdam procedente de Java.

A principios del siglo XIX, Londres vino a ser un centro importante en el mercado del café, debido a las muchas facilidades bancarias que se les ofrecía tanto a los productores como a los compradores.

En Londres los productores o los dueños de embarques de café, podían obtener dinero inmediato de los bancos prestando contra el valor de sus embarques.

A través de los siglos se ha venido efectuando una migración extensa, que ha llenado de riqueza a los pueblos a donde se ha asentado, de tal manera que forma parte intrínseca de la Eco-

nomía de cada país. En el caso particular de Nicaragua, el café ha venido siendo un gran aliciente en la economía, del que forma parte importante en el total de divisas del país. Para este efecto adjunto cuadro que por sí solo se explica: Estadística - sobre el café.

Es muy importante hacer un estudio de factores ecológicos-sobre una región cafetalera ya establecida ó por establecerse,- para ver si esta región funciona ó funcionará adecuadamente para el cafeto; ya que los factores ecológicos ejercen una influencia muy notable sobre el cafeto, hasta el punto de que no es posible su cultivo si no se cumple cierto número de condiciones. La sensibilidad del cafeto es tal, respecto a estos factores, que lo podemos considerar como factores vitales limitantes; pero superados éstos, el arbusto no carece de posibilidades de adaptación a ecologías muy variadas.

Es conveniente, antes de proceder a la siembra de un plantío tener en cuenta la altura a que se encuentra situado el terreno, porque no todas las variedades son adecuadas para un mismo clima y, como consecuencia lógica para una misma altura, ya que el clima tiene una relación marcada con la altura de cada localidad.

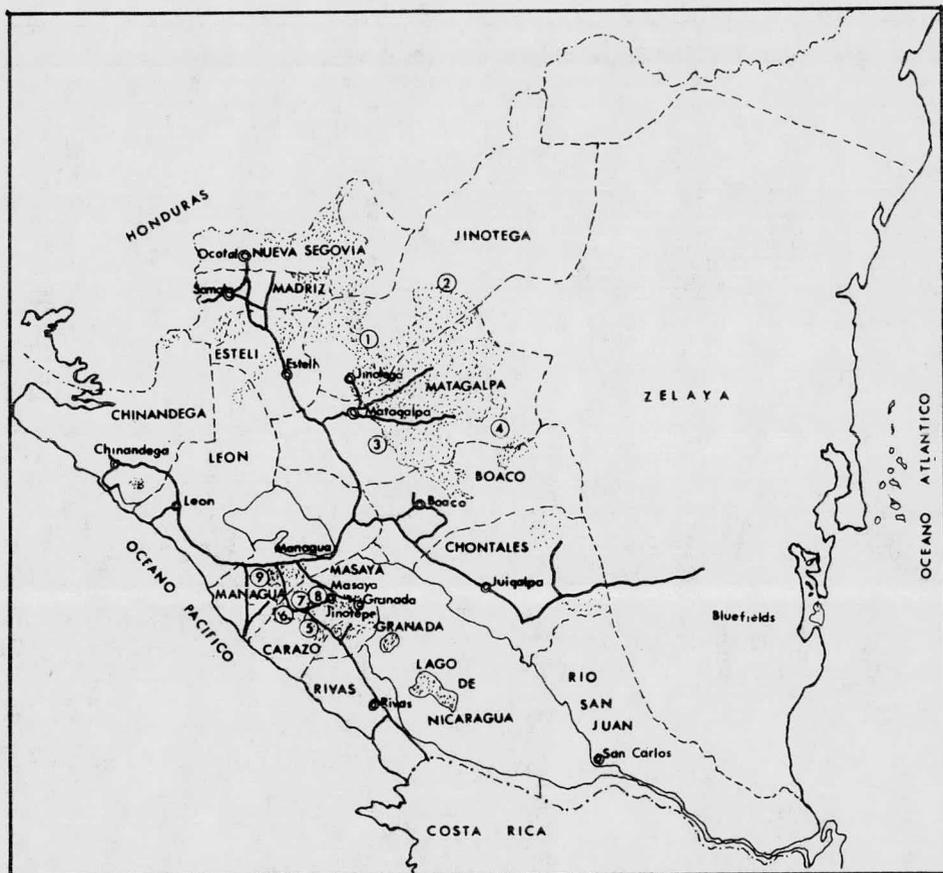
No sería posible poder dar una regla fija para la elección de la altura, ya que el clima dependerá de otros factores relacionados con la latitud que es variable para la mayor parte de los países.

C U A D R O 1  
E S T A D I S T I C A S O B R E C A F E  
( Q U I N T A L E S )

<u>AÑO</u> <u>CAFETALERO</u>	<u>INVENTARIO</u>	<u>CONSUMO</u> <u>INTERNO</u>	<u>PRODUCCION</u> <u>EXPORTABLE</u>	<u>PRODUC. TOTAL</u>	<u>CUOTA</u>	<u>EXPORTACIONES</u>	<u>VALOR TOTAL.FOB</u> <u>VERDE Y SOLUBLE</u>	<u>TOTAL EXPORT.</u> <u>QQ. VERDES</u>	<u>VALOR ROTAL FOB</u> <u>CAFE VERDE</u>	<u>PRECIO PROMEDIO</u> <u>FOR QUINTAL</u> <u>CAFE VERDE</u>
1963-1964	13.043									
1964-1965	162.315	78.261	742.715.00	820.976	593.217	593.443	25,519.369.05	563.160	24,148.633.73	42.88
1965-1966	178.008	78.261	619.565.00	697.826	604.885	603.872	25,691.123.16	577.771	24,628.298.80	42.63
1966-1967	119.964	83.478	457.272.00	541.750	516.471	516.316	19,594.858.21	505.836	19,103.100.13	37.77
1967-1968	166.208	86.087	636.370.00	722.457	614.663	590.126	22,287.657.93	584.852	22,035.386.28	37.68
1968-1969	129.652	88.696	568.827.00	657.523	602.948	605.383	21,367.644.30	585.631	20,646,700.50	35.26
1969-1970	112.695	91.305	645.747.00	737.052	662.761	662.704	32,643,464.56	648.242	31,828.510.18	49.10
1970-1971	259.130	93.913	763.004.00	856.917	616.294	616.569	27,006.089.67	600.366	26.297.223.49	43.80
1971-1972	390.652	99.130	814.202.00	913.332	678.660	682.680	30,030.992.53	678.324	29,898.567.85	44.08
1972-1973	65.726	99.130	663.332.00	762.462	-0-	988.258	53.606.560.15	979.227	53,216.218.55	54.34
1973-1974	104.717	101.739	695.936.00	797.675	-0-	656.945	44.266.443.25	655.913	44.181.622.51	67.36
1974-1975	60.632	106.957	783.809.00	890.766	-0-	827.894	44,482.781.38	806.636	43.760.304.96	54.25
1975-1976	36.500	110.000	958.160.00	1,068.160	-0-	982.292	96,924.434.14	980.505	96.853.439.98	98.78
1976-1977	12.000	112.000	1,175.500.00	1,287.500	-0-	1,200.000	228,000.000.00	1,200.000	228.000.000.00	190.00

De mucha más influencia e importancia que la latitud es el clima para el cafeto. Este puede ser caliente, templado o fresco, pero lo importante es que sea parejo ó de variaciones poco sensibles, porque un clima expuesto a variaciones bruscas es altamente perjudicial a la planta; por eso su cultivo se reduce a las regiones ó países que reúnen estas condiciones a despecho de su posición geográfica. El trópico de cáncer al norte y la latitud-25° al sur constituyen los límites extremos para el cultivo económico del cafeto. Fuera de este cinturón del café, las plantaciones aisladas que se encuentran proporcionan rendimientos bajos y poco remunerativos. Dentro del cinturón, las zonas buenas para la explotación cafetalera están determinadas por el clima y por el suelo.

Al estudiar el caso de Nicaragua, nos damos cuenta que está situada en este cinturón, donde las zonas cafetaleras (ver mapa de la distribución de las zonas cafetaleras) están determinadas por el clima y el suelo. En la zona del Pacífico hay una estación seca de seis meses entre Noviembre y Abril. Esta estación se reduce a cuatro meses en la región norte. Promedio de diecisiete años de participación en Managua es 1.130 mm. el promedio de temperatura mensual varía de acuerdo a la altitud. El largo período seco que prevalece en el Pacífico es un factor limitante para el aumento del café por unidad de superficie. La región de Carazo y Masaya es plana con ondulaciones que alcanzan ligeras colinas. Los suelos son de origen volcánicos bastante ricos en mate



**DISTRIBUCION DE ZONAS CAFETALERAS  
(NICARAGUA)**

ria orgánica con un pH que varía entre 5.6 y 6.5, la zona Managua -Granada es más montañosa. La zona norte es también montañosa y los suelos son generalmente de 25 a 30 cm. de profundidad. Aquí hay arcillas con un pH que varía entre 5 y 6.

Las zonas cafetaleras, como se puede constatar en el mapa ad junto son:

La zona del Pacífico que comprende las partes altas de los Departamentos de Managua, Carazo, Masaya y Granada.

La zona de la región central y norte del país se extiende principalmente por los Departamentos de Matagalpa, Jinotega (parte sur) y Nueva Segovia, con ramificaciones hacia los Departamentos de Boaco, Estelí y Madriz.

Además de las bien definidas zonas ya mencionadas, existen en los otros Departamentos pequeñas y muy poco densas concentraciones de menor importancia.

En la zona norte hay una producción del 75% del total de producción; quedando el 25% en la zona del Pacífico.

La altura sobre el nivel del mar en el Pacífico es de 500 a 3000 pies y en el sector centro y norte del país es de 2000 a 4500 Pies.

El mejor café que se da en Nicaragua está a una altura sobre el nivel del mar entre 3500 a 4000 Pies.

Como podemos observar el café de la zona norte es el mejor que se produce en toda la República, consecuentemente es el de mayor aceptación en el Mercado Internacional.

Los cafés de Nicaragua se conocen en los mercados como -- Washed Matagalpa, que comprenden cafés de Matagalpa, Jinotega, -- Las Segovias y las regiones norteñas. También se conocen como -- Washed Nicaragua que proceden de la región central. En los últimos años el café de Nicaragua se ha vendido bajo la terminología adaptada por FEDECAME (Federación Cafetalera de América) "strictly high-grown" "High-Grown", "Good Washed" y "standard".

### FERTILIZANTES

Al estudiar el suelo se hizo notar la evolución desfavorable que tiene para los agricultores los terrenos y cafetos cultivados a la usanza clásica sin ninguna aportación de materias nutritivas, por lo contrario, destruyendo la materia orgánica, restando una pequeña parte de los elementos naturales esenciales a través de las cosechas y dilapidando, en cambio, la parte principal por la erosión y lavado de los suelos.

La observación es lo suficientemente constante para poder afirmar rotundamente, que salvo en suelos de extraordinaria fertilidad, los abonados desde el principio del establecimiento --- del cafetal son esenciales para mantener los cafetos con elevada producción un gran número de años, salvando las crisis subsiguientes a las producciones precoces y la decadencia vertical de cosechas al alcanzar cierta edad según los suelos; con abonados no es extraño que los cafetales sobrepasen los cincuenta años con buenas producciones.

Saber elegir el suelo para sembrar café, no es algo difícil y sin embargo, una gran mayoría de agricultores se preocupan poco de ello. Debemos partir del principio racional de que, "No todas las tierras son propicias para el café, ni todas las variedades adecuadas para un mismo suelo". Este es un principio que encierra una verdad tan pura, que sobre él debíamos basar ó mejor dicho construir los cimientos iniciales, para la formación de un cafetal. La elección del terreno ha de guiarse por consideraciones teóricas, deducidas del conocimiento fisiológico de la planta, y por la práctica experimental obtenida de la observación.

Los elementos esenciales que debe tener el suelo para el buen desarrollo de los cafetales son: Nitrógeno, Fosforo, Potasio, Calcio, Magnesio y Azufre, como elementos mayores y Boro, Zinc, Hierro, Manganeso, Cobre y Molibdeno como elementos menores.

Aseguran los investigadores Dafert, Wolhtman y Hughes que los suelos apropiados para el café deben contener por lo menos el 1% de los elementos: ácido fosfórico, potasa, cal, nitrógeno, y que aún en el caso de que faltara uno solo de ellos, la vida del cafeto sería imposible.

#### ELEMENTOS NUTRITIVOS DE LAS PLANTAS.

Los elementos nutritivos de las plantas ó sus nutrientes se clasifican en la siguiente forma:

1o. Tomadas del aire y del agua

Carbono (C)

Hidrógeno (H)

Oxígeno (O)

20. Tomadas del suelo

a) Elementos Mayores

Principales

Nitrógeno (N)

Fósforo (P)

Potasio (K)

Secundarios

Calcio (Ca)

Magnesio (Mg)

Azufre (S)

b) Elementos menores

Mayor importancia

Boro (Bo)

Zinc (Zn)

Hierro (Fe)

Menor importancia

Manganeso (Mn)

Cobre (Cu)

Molibdeno (Mo)

Además de estos 12 elementos esenciales para la nutrición de la planta en recientes investigaciones han revelado que el cobalto, sodio y el cloro son también básicos para la nutrición de las plantas.

Cualquiera de estos elementos antes mencionados que se encuentre deficiente en el suelo, produce consecuentemente anomalías en el desarrollo en en las funciones de las plantas, aun que los demás elementos se encuentren en cantidades adecuadas.-- Los síntomas de deficiencia son característicos para cada elemento, pudiéndose reconocer a simple vista.

Los elementos que más rápidamente se agotan en el suelo son el Nitrógeno, Fósforo, y Potasio los cuales tienen que estarse -

incorporando al suelo en forma de fertilizantes.

Los elementos que la planta toma del suelo tienen funciones muy complejas en los numerosos procesos de crecimientos y reproducción de la planta y todos influyen indirectamente en la cosecha.

La demanda actual por café en el mercado mundial exige la práctica de un cultivo intensivo, pues la superproducción manifiesta, señala la necesidad imperativa de diversificación de la agricultura. Una producción alta de café solo puede ser lograda mediante la contribución de varios factores, a saber:

- a) Uso de variedades superiores
- b) Densidad de siembra adecuada
- c) Renovación sistemática de la manera de producción
- d) Control fitosanitario
- e) Fertilización intensiva

La fertilización evidentemente integra al resto de los factores de producción, pues no es factible obtener en un predio la máxima manifestación de su capacidad productiva si la nutrición de las plantas se subestima.

El resultado de una encuesta a nivel mundial, hecha en 1959, señala que en la década que recién concluía el uso de fertilizantes químicos u orgánicos era aún incipiente o casi desconocido en algunos países de Africa, en Kenya y Tanganyka se usaba algo de nitrógeno en formas amoniacales. Este hecho contrastaba en -- aquel entonces con el uso de fertilizantes que hacían en otros -- países los caficultores nativos de Europa. En Madagascar y en --

el Congo existían, por la misma época, recomendaciones de fórmulas de fertilizantes de composición química variable. En América Central el uso de fertilizantes ha venido en aumento, especialmente en Costa Rica y en El Salvador; en Guatemala existe en el presente un marcado interés por el abonamiento y hasta 1959, en Nicaragua, Honduras y Panamá, la aplicación de fertilizantes químicos no era de uso extensivo. En Puerto Rico la fertilización del café tomó auge a finales de la década pasada. Se tiene conocimiento de que en México tal situación ha cambiado, mejorando mucho en -- los últimos años. En América del Sur, en Brasil, los caficultores usan fertilizantes químicos y orgánicos, extensivamente, desde ha ce muchos años; este país ha ido siempre a la vanguardia en materia de investigación y uso de fertilizantes en el Continente Americano.

En Colombia, hasta hace unos años el uso de fertilizantes -- era mayor que en Venezuela, Perú y Ecuador. por otra parte en el Continente Asiático, en la India, en dónde el café Robusta ha tomado gran auge, la aplicación de fertilizantes ya era de uso ex-- tensivo en la década anterior.

Es un hecho que la estadística destaca en un mayor consumo -- de fertilizantes en el mundo en la década que recién concluye; sin embargo, la aplicación de fertilizantes en esta misma década está lejos de alcanzar promedios ideales en ninguno de los países.

Felizmente, la investigación en el campo de los fertilizantes ha avanzado mucho y cuando los hallazgos se llevan a la prác--

tica las ganancias adicionales que se obtienen son un verdadero incentivo para el caficultor. Sin embargo, hace falta más labor de persuasión respecto al uso de fertilizantes. El abonamiento intensivo, por ser factor determinante de una alta producción -- por unidad de superficie, por lo general conduce a una disminución del área cultivada, secuela favorable en los programas de diversificación agrícola en marcha. La fertilización intensiva, que desde hace tiempo en Hawaii, es un ejemplo de la antitesis al no uso de fertilizantes químicos.

La respuesta a los fertilizantes por lo general no produce utilidades en cafetos adultos el primer año que se aplican. La razón se comprende fácilmente habida cuenta de que el crecimiento del año anterior corresponde a la zona donde se producen las yemas florales en mayor cantidad el siguiente año. Para evitar frustraciones el caficultor debe poner en práctica desde un principio un programa de abonamiento integral que incluya elementos mayores y menores. Una de las metas de la tecnología moderna debe ser precisamente la de promover un uso económico de los fertilizantes con el propósito de incrementar el consumo de los mismos.

CAPITULO II

VARIETADES DEL CAFE

El café forma parte de la gran familia de las Rubíaceas- de la que constituye el género *coffea*, establecido por De Jussieu (1935).

El profesor Augusto Chevalier cita alrededor de 70 especies en su agrupación sistemática. Más tarde esta cifra ha aumentado con varias nuevas especies descubiertas en todo el mundo, especialmente en Madagascar y es muy probable que las investigaciones que actualmente se realizan, permitan enriquecer aún más las variedades de especies.

Podemos considerar que en la actualidad se explotan en todo el mundo dos especies: *coffea* Arábica L. y *coffea* Canephore Pierre ex-Froehner, siguiéndoles en orden de importancia *C. Liberica* Hiern, *C. Dewevrei* De Wild y Durant.

La más importante es la especie *C. Arábica* L. que se cultiva en un 85% de los países caficultores, ya sea como especie única o junto a las otras comercialmente importantes; en el Continente Americano es en donde ha tenido mayor difusión.

En Nicaragua tenemos tres variedades de café en cultivos tradicionales, que son: Típica Arábica, Bourbon y Maragogipe.

La Típica Arábica, es un arbusto o pequeño árbol con hojas lustrosas desprovisto de vellosidades. Hojas relativamente pequeñas, pero que varían en anchura, de 12 a 15 cm. de largo y alrededor de 6 cm. de ancho como promedio, elípticas, acuminadas, poco agudas en la base, a veces algo onduladas, siempre -

verdes. Flores fragantes, blancas o cremosas, Corola con 5 lóbulos, ovales, obtusos o mucronulados, igualando o sobrepasando el tubo, desplegados. Las antenas 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, bífido, lóbulos longitudinales, más angosto hacia el extremo. La cejeza 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.

Esta variedad prospera mejor en alturas de 3000 a 6000 -- Pies sobre el nivel del mar, y es poco productivo en regiones bajas.

En el país alcanza alrededor de un 50% del cultivo total.

De donde podemos observar, que su estudio es muy importante para mejorar y aumentar la producción nacional.

Por medio de esta se han desarrollado nuevas variedades, -- sin resultados óptimos todavía.

La segunda variedad en importancia es la especie de Bourbon, es considerada como mutación espontánea del coffee Arábico-común. Es originaria de la isla Bourbon, hoy La Reunión. Se produce en otras localidades bajas y calientes. El ángulo que forman las ramas con el tronco es mucho más cerrado o agudo en esta variedad que en el Arábico común. Las hojas son más rígidas, ova-

les, cortas, prensadas, achatadas y muy unidas en las axilas, - con nervuras poco visibles.

Los nudos de las ramas se hallan más unidos, lo cual contribuye a que las cosechas sean mayores. Es menos susceptible -- que el Arábico común a los efectos de los rayos solares, alcanzando el apogeo de su producción a edad más temprana. Las flores son muy aromáticas, en glomérulos de 2 hasta 8 en cada axila, cortante pendunculadas.

Los frutos son pequeños, disparejos en tamaño, de forma más esférica que los del Arábico, pero más numerosos, pasándose pronto de maduración. Por esta razón se hace necesario recolectarlos rápidamente para evitar la caída del fruto.

Esta variedad es considerada satisfactoria aunque poco -- delicada por su aroma y da un gran porcentaje de granos de segunda.

Exige poca altura sobre el nivel del mar; con él se han formado dos híbridos: Bourbon Maragogipe y Bourbon Arábico, conocido también este último por café de El Salvador.

La especie Maragogipe es una variedad de café Arábica -- (coffea Arábica L. variedad Maragogipe Fernández ex Froehner) -- descubierta en 1870 en el pueblo de Maragogipe, Bahía, Brasil. -- Donde se le llamaba café indígena. Es una variedad bien definida resistente al sol, con hojas grandes y caídas, color verde claro, con el borde coloreado.

El grano es el más grande que producen los cafés Arábicos.

Su producción es baja. Se cultiva en pequeñas plantaciones en diferentes países de América Latina.

En Chiapas, México, se le llama Marago.

Se están probando en el país nuevas variedades, que todavía no están dando su rendimiento óptimo, estas son: Caturra, Pa--cas y Villa Sarchi; que son mutaciones de otras especies.

La más importante es la Caturra, que es una mutación derivada de la especie de Bourbón.

Es proveniente así como el Bourbón, de Brasil.

Debido a que en el año de 1976, apareció en la zona del Pa--cífico, una enfermedad que ataca a las hojas del cafeto, esta es conocida comúnmente como ROYA del cafeto (*Hemileia vastatrix*); se está experimentando con nuevas variedades, resistentes a esta enfermedad. tales como; Geicha, Kp e Híbrido de timor.

Este último originario de Timor Portugués (isla de Timor). De granos grandes de muy fina calidad.

El promedio de vida económica de una plantación de café, - bajo las condiciones específicas del país, es de 25 a 30 años.

Los arbolitos son trasplantados a una distancia hasta de - 3.5 x 3.5 metros. Esta distancia ha aumentado debido a la enferme--dad de Roya del cafeto, pues a mayor distancia se espera que una - planta no contagie a otra. Esto es sin olvidar al total de árbo--les plantados por manzana.

Se usa el sistema de poda colombiana, pero los caficulto--res están prefiriendo el método de ramas múltiples.

También se usa el libre crecimiento.

En Nicaragua se originó el sistema de poda llamado Voghan, que es por etapas. Este sistema tiene por objeto dotar al cafeto de ramas primarias robustas y con resistencia para una vida prolongada.

En la zona norte hay un total de 47 beneficios, entre particulares y comerciales; y en la zona del Pacífico hay 37 beneficios.

Tradicionalmente se siembran de 800 a 1000 árboles por manzana, actualmente se densifica la población desde 1500 a 4000 árboles por manzana, con variedades de Caturra, Pacas y Villa Sarachi.

La producción de acuerdo a la densidad de siembra, desde 2 Q/Mz. hasta 8Q/Mz. que se considera que es la producción promedio nacional.

C A P I T U L O   I I I

RELACION SUELO / PLANTA Y FERTILIZACION

REQUERIMIENTOS NUTRITIVOS DEL CAFE

Los contenidos de elementos, tanto en planta como en los fertilizantes, generalmente se expresan según su equivalencia en diferentes formas. El nitrógeno, en su forma elemental (como N); el potasio, como  $K_2O$  (óxido de potasio); el fósforo, en su equivalencia de  $P_2O_5$  (anhídrico fosfórico); el calcio, como  $CaO$  (óxido de calcio); y el magnesio, como  $MgO$  (óxido de manesio). Otros elementos se cuantifican según equivalente de sus respectivos óxidos o en su forma elemental.

Se han hecho varias estimaciones sobre la cantidad de elementos que la planta de café extrae del suelo. Malavolta cita los estudios de Catani y Morales sobre la extracción de elementos del suelo por el cafeto, a distintas edades. Estos datos se presentan en el cuadro No. 2.

El examen de los datos, según Malavolta, muestra que, en contraste con la absorción de nitrógeno, potasio y calcio, la cual va creciendo intensamente, a medida que la planta gana en edad, la absorción de fósforo y magnesio sube de manera menos pronunciada. "Es interesante observar que de los  $2^{1/2}$  a los  $3^{1/2}$  años de edad las exigencias minerales del cafeto se duplican, lo que se debe casi exclusivamente a la iniciación de la producción de granos". Aquí este autor hace referencia a la siguiente explicación: "En esa época pasa a tener dos bocas que mantener, primero la formación de cerezas para su próxima cosecha, y segun

do el nuevo crecimiento del árbol en si, lo cual es necesario - para la formación de cerezas que constituirán la cosecha siguiente.

El mismo autor cita las determinaciones químicas hechas por Dierendonk, quien presenta datos sobre el contenido de NPK en las cerezas de café. Según afirma Malavolta, estos datos - muestran claramente que el contenido de N y K en las cerezas de café es mucho mayor que el de P, siendo la proporción, aproximadamente de 7-1-9 de N,  $P_2O_5$  y  $K_2O$ , respectivamente.

C U A D R O No. 2

CANTIDADES TOTALES DE NUTRIENTES (EN GRAMOS)  
REMOVIDOS POR CAFETOS JOVENES DURANTE SU DESARROLLO

Elementos	EDAD (AÑOS)							
	1	1/2	2	1/2	1/2	4	1/2	5
N	1.29	10.77	28.27	43.20	80.45	84.24	94.73	117.47
$P_2O_5$	0.11	1.83	3.67	4.32	9.38	9.82	14.38	16.33
CaO	0.63	6.63	22.80	29.33	64.65	59.61	76.67	77.11
$K_2O$	1.43	15.18	20.85	35.21	85.45	70.88	116.85	121.32
MgO	0.32	0.80	2.16	10.25	22.33	13.18	25.10	23.47
Peso seco	76	750	3.665	3.625	6.103	6.748	8.115	10.174

Jacoby Uezkull , citan otro ejemplo del Instituto Agronómico de Campinas de Brasil, en el cual se encontró que una cosecha de 2000 Kgrs. (44 quintales) de café en cereza se extrajo, según cálculos:

## C U A D R O No. 3

CANTIDADES DE ELEMENTOS NUTRITIVOS ABSORBIDOS POR EL  
CAFETO EN DIFERENTES AÑOS DE SU VIDA EXPRESADO EN GRAMOS

EDAD DEL CAFETO	NITROGENO N	FOSFORO P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	POTASIO K <sub>2</sub> O	CALCIO CaO	MAGNESIO MgO
1 año	0.215	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

## C U A D R O No. 4

CANTIDADES DE ELEMENTOS NUTRITIVOS QUITADOS DE UN  
SUELO EN UN AÑO POR UN CAFETAÍ, EXPRESADA EN kgrs./Hs.

Profundidad = 6 in.

Partes de la planta	NITROGENO N	FOSFORO P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	POTASIO K <sub>2</sub> 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	0.418	1.847
Granos	11.978	2.431	10.975	1.158	1.290
Película	0.045	0.194	1.165	0.147	0.433
Total	49.342	11.473	32.637	12.252	93.803

En el cuadro No. 3 se presentan datos adicionales, sobre la absorción de nutrientes por el cafeto, a diferentes edades, según cita SEIFA, revista de Italia. Aquí también puede observarse que la absorción de los distintos elementos se intensifica, en forma muy pronunciada, cuando la planta pasa de los dos a los tres años de edad. Nótese también que la proporción de fósforo, en relación con nitrógeno y potasio, es mayor en el segundo año que en el tercero y años subsiguientes. A partir del quinto año de edad del cafeto las cantidades de absorción ya no se incrementan sino más bien tienden a decaer.

Los datos que se muestran en el cuadro No. 4 pueden dar también una idea sobre las cantidades de elementos extraídos del suelo para formar las diferentes partes de la planta, según cita SEIFA. Es interesante observar que la proporción de fósforo es mayor en las raíces que en las demás partes del cafeto. La cantidad total de calcio extraída del suelo (93.803 kgs/Ha), según se indica en ese cuadro parece ser muy elevada, en comparación con otros estudios que en forma consistente revelan cantidades menores de extracción de ese elemento.

#### Requerimientos Relativos de N,P,K:

La composición química de la planta indica que el Nitrógeno y el Potasio son los elementos que demanda en cantidades mayores.

La deficiencia de Nitrógeno causa una disminución del crecimiento y de la cosecha. Parece que existe una estrecha relación entre el número de hojas de la rama. He aquí la importancia del-

número mayor de hojas que se consigue con la adición de Nitrógeno (aumento del área foliar).

Durante el período de desarrollo del fruto el Nitrógeno se traslada de las hojas y se acumula en las cerezas. La deficiencia se acentúa en el período de crecimiento de los frutos y en las épocas de sequía. A pesar del papel fundamental del Fósforo en el almacenamiento de energía química a nivel molecular, la exigencia de este elemento por la planta de café es relativamente pequeña.

Al igual que el Nitrógeno, el Fósforo es trasladado de las hojas adyacentes a los frutos en crecimiento y cuando el suministro por parte del suelo no es adecuado, el sistema radical, por lo general, no alcanza un buen desarrollo.

Por el alto contenido de Potasio en la composición de la planta de café, así como en los frutos, se deduce que este es uno de los elementos principales en la nutrición de esta Rubiácea.

La exigencia de este elemento aumenta con la edad de la planta y la absorción máxima la experimenta el cafeto en lo avanzado del período de fructificación,

Los frutos en desarrollo acumulan potasio procedente de la traslación que se efectúa a partir de las hojas adyacentes. El efecto del Potasio en la formación y traslación de almidón en las hojas del cafeto fue estudiada en la época pasada; se encontró que existe una correlación positiva entre el contenido de Po

tasio en las hojas y el acumulamiento respectivo de almidón. Al bajar el nivel de Potasio se nota una disminución en la síntesis de almidón y como resultado puede aseverarse que en consecuencia el crecimiento de la planta ocurre más lentamente y las cosechas disminuyen.

La determinación de la cantidad de nutrimentos que extrae la cosecha de café, propiamente dicha, constituye una forma indirecta de averiguar el aporte respectivo con que el suelo contribuye a la fase reproductora del cultivo. Los estudios indican que los elementos que suple el substracto en mayor proporción, para tal fin, son Nitrógeno y Potasio. Obviamente, el equilibrio de las fórmulas de los fertilizantes comerciales no debe ceñirse a la relación mencionada, sino que debe contemplar además, el estipendio de nutrimentos que demanda el crecimiento vegetativo según la edad de las plantas, la capacidad de fijación del suelo, de Potasio, Amonio y Fosfato, la velocidad de restitución del Potasio extraído, y la relación en que están en el suelo los metales alcalinos y alcalino térreos.

Las cantidades totales de los elementos nutritivos que extrae el cafeto, desde el primero hasta el quinto año de edad, fueron investigados en Brasil. Además, la composición química de los frutos, a diversos estados de desarrollo, también de una idea clara del progreso de las necesidades nutricionales por la cosecha.

Se ha encontrado que el requerimiento de Nitrógeno y Potasio aumenta rápidamente a medida que los frutos alcanzan más edad, - -

mientras que la exigencia neta de Fósforo es siempre menor y se mantiene más o menos constante.

Absorción Neta:

Los datos disponibles respecto a la absorción neta por la planta de café (c. Arábica var, Hourbón) aparecen en el cuadro No. 5:

C U A D R O No.5

ABSORCION DE NUTRIMENTOS DURANTE UN CICLO ANUAL POR UN CAFETO REPRESENTATIVO\* (C.Arábica var. Bourbón). Según Carvajal

Mes, termina en	( ppm )						
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	N-total	Fosfato	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
Septiembre	32	22	54	11	30	12	-1
Octubre	23	54	77	16	74	19	2
Noviembre	102	64	166	12	27	20	5
Diciembre	20	48	68	23	141	28	1
Enero	98	75	173	23	97	0	6
Febrero	-22	31	9	2	17	7	1
Marzo	139	50	189	48	26	33	6
Abril	23	38	61	15	73	39	19
Mayo	99	53	152	38	61	25	37
Junio	36	52	88	15	33	40	-2
Julio	35	38	73	13	34	35	2
Agosto	25	14	39	24	48	-7	6
Suma	610	539	1149	240	661	251	82

\* Los números se refieren a la suma algebraica de datos obtenidos a intervalos de una semana. Estados fisiológicos mayores:-

febrero y abril, floración; noviembre, maduración y cosecha.

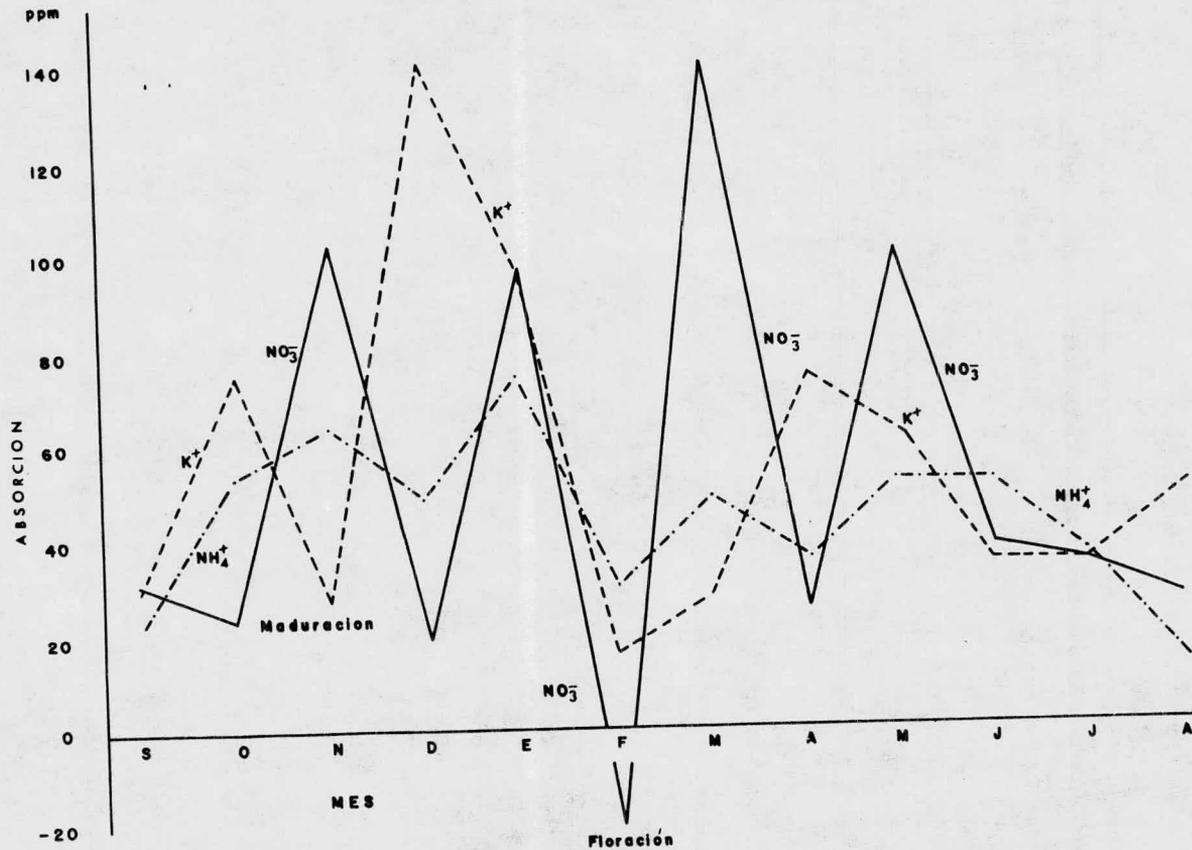
Las cifras de absorción semanal cuya suma algebraica proporcionó el dato mensual, indicaron que la absorción puede ser de signo positivo (absorción) o negativo (excreción por la raíz) dentro de lapsos relativamente cortos para los iones que se estudiaron ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ , Fosfato), con excepción del fosfato y el  $\text{NH}_4^+$ , que fueron objeto de una absorción positiva prácticamente uniforme durante el tiempo que duró la investigación (realizada por Carvajal).

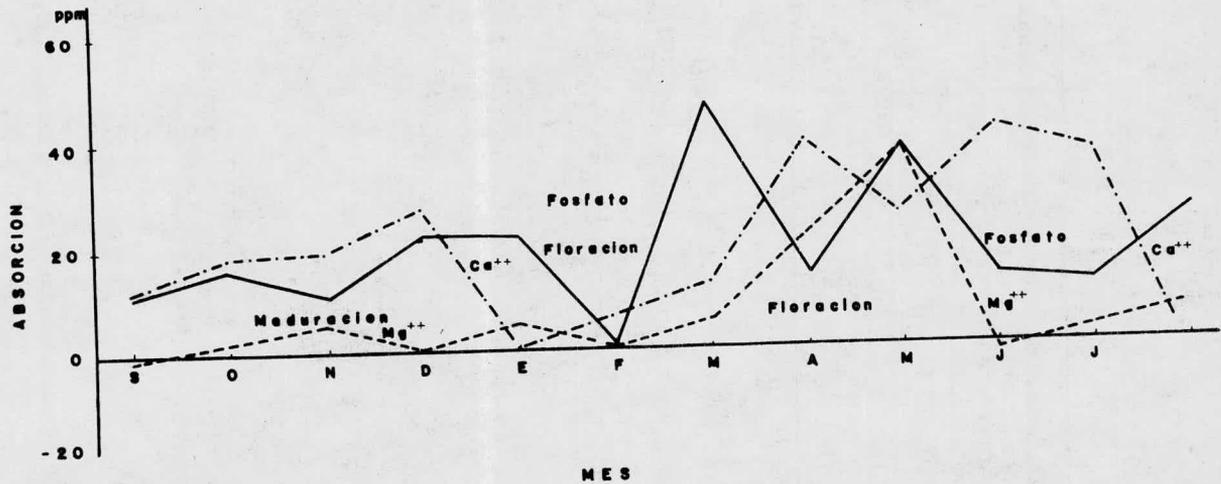
Las gráficas siguientes muestran que el cafeto adulto exhibe cambios súbitos en la velocidad de absorción de elementos nutritivos, asociados con los estados fisiológicos más importantes.

La absorción de nitrato se nota que ocurre en mayor cantidad durante períodos cortos antes de la floración, al inicio del auge del crecimiento y cuando las frutas empiezan a madurar. La absorción disminuye durante la floración y después de la cosecha. En el cafeto, tanto en el habitat natural como en el invernadero, la primera floración usualmente ocurre con mucha intensidad que las siguientes.

Dependiendo de la magnitud del estímulo, según lo demuestra la conducta de individuos aislados, la absorción de  $\text{NH}_4^+$ , aún cuando cuantitativamente similar a la de  $\text{NO}_3^-$ , no muestra diferencias tan marcadas durante los estados fisiológicos que se describieron.

La absorción de  $\text{K}^+$  aparece un tanto antagónica con respecto a la de nitrato; en este caso la cima más alta se observa inme-





diatamente después de la cosecha, seguidas de otras dos secundarias, antes de la maduración y después de la floración.

La absorción de fosfato disminuye notablemente durante la floración y aumenta algo después de ésta.

Por otra parte, la absorción de calcio ocurre en mayor cantidad después de la primera floración y muestra valores más o menos uniformes durante los siguientes cuatro meses; presenta una cima secundaria por la época de la maduración de la cosecha. La absorción de magnesio exhibe un máximo al inicio del período de crecimiento y aparentemente no cambia mucho durante las épocas en que el café experimenta otros estados fisiológicos.

La absorción varía entre individuos y resulta ser de orden cuantitativo y no cualitativo.

Dicho de otra manera, las diferencias fenotípicas no alteran la tendencia de las curvas de absorción.

Cuando las plantas distintas exhiben simultáneamente un mismo estado fisiológico la tendencia de la absorción es comparable. Con base a las cifras que menciono ( de Carvajal) y otras encontradas por otros autores en distintas especies, puede ratificarse que la absorción neta depende del esquema general de desarrollo que caracteriza al individuo y que en general la absorción de nutrimentos ocurre con mayor intensidad antes de la formación de materia, como resultado del período de crecimiento.

#### FERTILIZACION:

El desequilibrio entre la poca disponibilidad de elementos-

de café, principia a manifestarse en los almácigos. Por esta razón, la fertilización del cafeto, debe comenzar en esta fase -- del cultivo.

Los almácigos de café que no se fertilizan, frecuentemente producen plantas de tallos delgados y débiles, que no logran -- prosperar al ser trasplantados al campo.

Algunos investigadores han demostrado experimentalmente que el fertilizante aplicado en forma líquida a las hojas es absorbido en forma más rápida y efectiva que el fertilizante granulado que se aplica al suelo. Sin embargo, la fertilización foliar generalmente sólo se recomienda como un complemento a la fertilización del suelo.

Esto se debe principalmente a que la dosis de fertilización que se pueden aplicar a las partes aéreas de la planta son relativamente muy pequeñas. De lo contrario, se corre el riesgo de intoxicar la planta. En esta forma se necesitaria hacer un gran número de aplicaciones al año para poder cubrir sus demandas -- nutricionales.

Cuando se trata de aplicar únicamente elementos menores, esto no representa mayor problema, ya que la planta los necesita en cantidades más pequeñas, bastando a veces con una o dos aspersiones foliares, para llenar sus exigencias.

El empleo de fertilizantes foliares, como medio de proveer el cafeto tanto de elementos mayores como menores, puede tener especial importancia en los casos en que por alguna circunstan-

cias las raíces están imposibilitadas para asimilar los elementos que se apliquen al suelo, tal como puede suceder en suelos con mal drenaje.

En conclusión, el interés que tiene la fertilización foliar - es principalmente como un complemento a la fertilización del suelo.

Para que el fertilizante tenga un efecto apreciable en la producción de manera que se justifique económicamente su empleo, las plantaciones de café deben llenar los requisitos siguientes:

a) Podas: Los cafetos deben tener suficiente tejido productivo, puesto de que éste va a depender la cosecha. Las plantas viejas a aquellas mal manejadas, que tienen mucho tejido leñoso y ramas agotadas e improductivas, no se deben fertilizar, ya que éstas no responderán adecuadamente a la fertilización. Estas plantas deben primero receparse o podarse, con el objeto de obligarlas a renovar su tejido, después de lo cual ya se podrá esperar una buena respuesta a la fertilización.

Debe deshecharse la idea de que el fertilizante pueda forzar a la planta a producir frutos en las ramas ya agotadas (o en los verticilos que ya han terminado su ciclo fructífero).

b) Regulación de la sombra:

La falta de suficiente luz en un cafetal inhibe los procesos fisiológicos de los cafetos, reduciendo así su capacidad de producción. La regularización de la sombra, hasta obtener una cantidad adecuada de luz, es necesaria para poder esperar una buena respuesta del café a la fertilización.

## c) Limpias:

Hasta donde sea posible, las plantaciones de café deben mantenerse libres de malezas, ya que éstas ofrecen una gran competencia en la utilización del agua y los elementos en el suelo.

El fertilizante no es efectivo cuando se aplica a una plantación enmontada, pues gran parte de los elementos es interceptada y absorbida por las raíces de las malas hierbas y no por las del cafeto.

## d) Control de plagas y enfermedades:

Debe mantenerse un control efectivo y razonable de las plagas y enfermedades de manera que éstas no lleguen a constituir un factor limitante de la capacidad de producción del cafeto.

En relación con la aplicación de fertilizantes se ha observado que es muy importante realizarla en el mes de Septiembre, o -- cerca de este mes, ya que constituye la única oportunidad de administrar elementos al suelo bajo condiciones lluviosas, en una época previa a la llegada de estos períodos de mayor crecimiento vegetativo y del fruto.

Cuando ocurren estos períodos, los elementos estarán ya incorporados al suelo, en la zona de las raíces, disponibles para el cafeto.

Esta aplicación de fertilizantes influirá tanto en el crecimiento como en la cosecha del año siguiente; además como el crecimiento de un año se manifiesta en la cosecha del que sigue, tal aplicación tendrá realmente efectos sobre las dos cosechas siguientes.

CAPITULO IV

MUESTREO DE SUELOS

Si las muestras de suelo no concuerdan con el objetivo del análisis químico, los resultados pueden confundir al analista.

Los estudios sobre el efecto residual de los fertilizantes en las plantaciones de café sugieren que las muestras de suelo deben ser tomadas simultáneamente en la "banda" y en la "entrecalle", con el objeto de contar, desde un principio, con un patrón de comparación que permita conocer, por diferencia, los acumulamientos y lavados de nutrimentos, variaciones de PH, etc, que ocurren en la verdadera zona de donde se alimentan la mayor parte de las raíces del cafeto. En los predios en donde el abonamiento se hace al voleo las muestras de "banda" deben ser tomadas dentro de la superficie encerrada por la periferia del "círculo de aplicación", a una distancia prudencial del tronco.

La recolección de muestras solamente en la "entrecalle", puede restringirse al momento en que se desea aumentar la densidad de siembra en la plantación.

Habida cuenta de que el sistema radical del cafeto exhibe aproximadamente un 70% de las raíces absorbentes, menores de 1 mm. en los primeros 20 cm. de suelo, y que a la movilidad del Fósforo del fertilizante la afecta la fijación química, la muestra debe representar, por lo consiguiente, a este estrato completo, por lo que debe ser extraída, de preferencia, con una barrena de diámetro apropiado, a la que previamente se le ha colocado una placa metálica (tope) a una distancia de 20 cm. del extremo; si la barrena se introduce en el suelo por movimiento rotatorio y sin mayor presión, -

la muestra representa un estrato completo de profundidad 0-20 cm. - Si se toman las debidas precauciones el mismo cometido se logra si en su lugar se usa un "palín" angosto de tamaño apropiado.

Las muestras para análisis deben ser "compuestas". En la vecindad de cada arbusto pueden hacerse de dos o cuatro agujeros en la forma descrita, previa remoción de la capa orgánica de la superficie, hasta completar un kilo o más de suelo.

Es aconsejable que cada muestra individual conste de la suma de varias barrenadas tomadas directamente, ya sea en la "banda de fertilización" o en la "entrecalle".

En el primer caso, la muestra debe tomarse de plantas ubicadas en hileras diferentes, representativas de la condición promedio del cafetal, dentro de áreas no mayores de 5 manzanas; la muestra se toma de la "banda", de 15 o más plantas de apariencia similar. El número de muestras que se debe coleccionar en cada finca dependerá de la agrupación que se haga de los suelos por características generales, tales como topografía, color, fertilidad aparente, etc.

El estudio de la "banda de fertilización" es más importante, tratándose de NPK, para los dos últimos elementos. El Nitrógeno requiere el cafeto en mayor cantidad que los demás y las formas inorgánicas se pierden fácilmente por lixiviación. Sin embargo, cuando la aplicación de Nitrógeno es alta, el acumulamiento en la "banda" es igualmente positivo.

Como quiera que el volumen de suelo donde crece y se desarrolla el sistema radical del cafeto, está sujeto a ganancias y pérdi-

das de nutrimentos disponibles por razones varias, entre las que merecen cita, la absorción por la planta con restitución parcial, la adición periódica de fertilizantes, la pérdida de cationes por arrastre aniónico, la precipitación local, la fijación química y biológica, etc., las discrepancias de la composición química de la "banda" con respecto a la típica de la serie de suelo, resulta obvia.

El análisis de la "entrecalle", que se mencionó antes, solo necesita ser practicado cada cuatro o cinco años, pues no cambia en periodos cortos y solo se necesita como punto de referencia para estudiar los cambios químicos de la "banda de fertilización".

Si el contenido de uno o de varios nutrimentos se manifiesta en la "banda", inferior a un nivel mínimo crítico o de suficiencia, previamente determinado el criterio del nutricionista debe favorecer un abonamiento inmediato con los elementos que se encuentran en un mínimo relativo.

Sí, por el contrario, el análisis indica valores más altos, debe recomendar la supresión parcial o total del abonamiento por algún tiempo o disminuir la dosis.

El análisis químico del suelo es indispensable, y de indiscutible valor, no solo para conocer si la tierra es adecuada, sino para saber si los elementos están en las proporciones requeridas y cuáles de aquéllos pueden agotarse primero, para la aplicación racional de un abono futuro.

El éxito o el fracaso del análisis de suelos, como ayuda para-

utilizar fertilizantes o cualquier otro uso, depende de si se obtienen o no muestras representativas del suelo, y de las operaciones subsecuentes de manejo.

En general, los análisis de suelos constituirán una pérdida de tiempo si se aplican a muestras de suelos tomadas de manera inadecuada.

Hay que saber correctamente las limitaciones de los análisis de suelo y las limitaciones de estos últimos, la información obtenida mediante el empleo de pruebas rápidas de muestras, puede ser muy valiosa.

En relación a la acidez del suelo, se ha señalado que el café prefiere una reacción ligeramente ácida, o sea, un pH 5-6.5, pero que se pueden obtener excelentes cosechas en suelos más ácidos, siempre y cuando las propiedades físicas sean satisfactorias y con una cantidad adecuada de calcio y otros elementos esenciales, sin embargo, se sabe que en la mayoría de los casos un pH bajo indica un contenido pobre de minerales. En general, los suelos cafetaleros varían dentro de un ámbito amplio de valores de acidez; además, dependiendo del efecto residual de los fertilizantes, por lo general la reacción del suelo vira hacia el lado ácido y un pH de 4 es muy común en la "banda de fertilización" del café. En determinadas circunstancias inclusive un pH 3.1 no ha mostrado efecto desfavorable. En estudios sobre el efecto del pH en el crecimiento del café se ha demostrado que a pH 6.5 el crecimiento es superior dentro de un ámbito 4-7.5.

Valga mencionar que el sistema radical no está confinado y que en consecuencia las raíces exploran volúmenes de suelo de distintos grados de acidez.

La experiencia obtenida en el campo, mediante los intentos que se han hecho por aumentar la producción por la adición de compuestos de calcio, han resultado infructuosos, y la conclusión o que se ha llegado es que la adición acidificante de los abonos químicos no anula el beneficio que se obtiene de la adición de los nutrimentos, y que el cafeto crece y se desarrolla mejor en suelos ácidos.

La gran adaptabilidad del cafeto a la reacción de suelo se pone de manifiesto por el hecho de que es cultivado con éxito, no solamente a valores de acidez alta, como se mencionó antes, sino también, del lado alcalino, hasta pH 8 aún un poco mayor.

CAPITULO V

METODOS DE ANALISIS

## PH DE LOS SUELOS

## I) METODO ELECTROMETRICO DE ELECTRODO DE VIDRIO

Reactivos y aparatos:

Ftalato ácido de potasio, 0.1N. Esta solución tiene un pH de -  
3.95.

Agua destilada.

Medidor de pH de electrodo de vidrio.

Vasos de precipitados de vidrio, de 100 ml. de capacidad.

Varillas de vidrio para revolver.

Procedimiento:

Los autores prefieren determinar el pH en suspensiones de 1:5- de material de suelos- agua, en lugar de en pastas, ya que, en los- suelos que contienen pequeñas cantidades de cal o de sodio, la dilu- ción de valores de pH indican claramente la presencia de uno u otro de esos compuestos, mientras que el método que utiliza la pasta no- proporciona indicaciones tan claras. Para esta determinación, pésen- se 50 g de material de suelo, añádanse 125 ml. de agua destilada, - revuélvase durante 5 o 10 minutos, insértese el conjunto de electro- dos de vidrio y tómesese la lectura de acuerdo con las indicaciones - apropiadas para el instrumento utilizado. El instrumento deberá ve- rificarse en función de una solución tampón de pH conocido, por - - ejemplo: ftalato ácido de potasio.

## II) METODOS COLORIMETRICOS

Se utilizan muchos métodos diferentes, algunos de ellos muy -- exactos y otros de poca precisión. Puesto que en las determinacio-- nes del pH nos interesa principalmente lo alcalino o ácido que sea un suelo, los autores prefieren el método más sencillo posible, que es el uso de papeles indicadores de prueba.

### Reactivos

Bandas de papel filtro empapadas en varios indicadores. Varias empresas de suministros científicos tienen a la venta conjuntos de papeles filtro adecuados, tales como el hydrion; existen además -- otras bandas de papeles indicadores que llevan una gráfica impresa de colores. También puede utilizarse el papel tornasol para obtener las condiciones de acidez o alcalinidad.

### Procedimiento:

El material húmedo de suelos se comprimen contra las bandas de papel y se anota el color.

## NITROGENO DISPONIBLE EN LOS SUELOS

### Principios:

Para determinar si existe una necesidad inmediata de aplicación de fertilizantes de nitrógeno a los suelos, es útil determinar el -- nivel de nitrógeno de los nitratos. Los valores bajos en presencia de un cultivo en crecimiento no significan necesariamente que el -- suelo precise el fertilizante adicional; pero los valores altos, de

pendiendo del nivel, por supuesto, sugieren que no habrá necesidad inmediata de fertilizantes adicionales.

#### METODO DE ACIDO FENOLDISULFONICO

##### Principios:

Se obtiene un extracto claro de suelo mediante el uso de sulfato de cobre, hidróxido de calcio y carbonato de magnesio. El nitrato se determina en el extracto por medio del método del ácido fenoldisulfónico. Este método es el de Harper (1924).

##### Reactivos:

Solución de sulfato de cobre, IN.

Hidróxido de calcio, en polvo.

Carbonato de magnesio, en polvo.

Acido fenoldisulfónico. Disuélvanse 25 g de fenol blanco puro en 150 ml. de ácido sulfúrico puro concentrado. Agégense 75 ml. de ácido piro-sulfúrico (15 por ciento de trióxido de azufre), revuélvase bien y caliéntese en un baño de agua hirviendo, durante dos horas. Consérvese en una botella de color café.

Hidróxido de amonio, una parte de hidróxido de amonio por dos partes de agua.

Solución estándar de nitrato. Disuélvanse 0.7216 g de nitrato de potasio puro en un litro de agua. Esta solución contiene 100 ppm de nitrógeno como nitrato.

Sulfato de plata, 0.02N (libre de nitratos).

Negro de carbono, que no absorbe nitratos.

Procedimiento:

Póngase la muestra de suelo, tal y como proceda del campo, en un horno a 70°C, durante 48 horas. Retírese y cúbrase el recipiente. Lamínese el material del suelo en una placa de hierro para romper los grumos, y pásese por un cedazo de 2 mm. Vuelva a ponerse el material en el recipiente original y póngase la cubierta.

Pésense 50 g del material de suelos (25 g si se trata de turba) y pónganse en una botella de boca ancha de 500 ml. Agrégense 250ml de agua destilada que contenga 5 ml de una solución de sulfato de cobre N y agítese durante cinco minutos. Si el material de suelos no es muy ácido y no da un extracto coloreado, añádanse 0.4 g de hidróxido de calcio y 1 g de carbonato de magnesio al material de suelos en suspensión y agítese durante cinco minutos más, para que se precipite el cobre. Filtrese mediante un papel filtro seco y descártese los primeros 20 ml de filtrado. Si el material de suelos es muy ácido o da un extracto coloreado, déjese que se asiente después de la primera agitación, durante 10 minutos, y descártese aproximadamente, 125 ml del líquido sobrenadante, a un matraz. Agrégense a este último 0.2 g de hidróxido de calcio y 0.5 g de carbonato de magnesio, agítese durante cinco minutos y filtrese como antes. En todos los casos, transfíranse porciones de 10 ml (utilícnese 25 ml o más si el contenido de nitrato es menor de 10 ppm) con una pipeta, a platos de evaporación de 7.6 cm. Evapórense alícuotas hasta la sequedad en un baño de vapor. Enfríense los platos, agrégense rápidamente 2 ml de ácido fenoldisulfónico (de una pipeta o bureta de la-

que se haya cortado la punta) directamente al centro de cada plato de evaporación y, a continuación, hágase girar el plato, de tal modo que el reactivo entre en contacto con todos los residuos. Déjese que el reactivo actúe durante 10 minutos, añádanse después unos 15-ml de agua fría y revuélvase con una varilla corta de vidrio, hasta que los residuos estén disueltos. Cuando se enfríe, agréguese lentamente hidróxido de amonio diluido, hasta que resulte ligeramente alcalina. Transfiérase la solución a un cilindro de tubo de Nessler, dilúyase y compárese con la solución estándar que contenga 1 ppm de nitrógeno en forma de nitrato, utilizando un colorímetro o tubos de Nessler. Si la solución problema está demasiado concentrada, hágase un volumen definido y tómese una alícuota. Si se desea, podrán hacerse comparaciones en función de una serie de estándares recién -- preparados en tubos de Nessler.

#### FOSFORO DISPONIBLE EN LOS SUELOS

Durante muchos años se han utilizado numerosas pruebas para de terminar el contenido de fósforo disponible en los suelos. El método de bicarbonato de sodio de Olsen y colaboradores (1954) ha dado una mejor correlación con las respuestas sobre el terreno a los fer tilizantes de fosfatos, tanto en suelos ácidos como alcalinos, que muchos de los otros métodos. Por esa razón, damos aquí los detalles de este método.

## METODO DE BICARBONATO DE SODIO

### Principios:

En este método se extrae parte del fósforo intercambiable absorbido en las superficies de los suelos, partes de los fosfatos de calcio y otros, y se ha obtenido una buena correlación con las respuestas sobre el terreno. El suelo se extrae con bicarbonato de sodio 0.5M y los fosfatos extraídos se determinan colorimétricamente.

### Reactivos:

Bicarbonato de sodio, 0.5M, ajustado a pH 8.5 con hidróxido de sodio. Agréguese aceite mineral para evitar la exposición al aire.

Negro de carbono. Darco G-60 u otro apropiado. El negro de carbono deberá lavarse con el reactivo de bicarbonato de sodio 0.5M, lavado con agua destilada y secado.

Solución estándar de fosfato. Disuélvase 0.2195 g de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  en agua y diláysese a 1 000 ml. Esta solución contendrá 50 ppm de fósforo.

Molibdato de amonio. Disuélvanse 15.0 g de molibdato de amonio en 300 ml de agua destilada tibia. Filtrense en caso necesario y añádanse a la solución después del enfriamiento, 342 ml de ácido clorhídrico concentrado, mezclando gradualmente. Diláyanse a 1 000 ml. Esta solución contendrá 50 ml extra de ácido clorhídrico concentrado, para neutralizar al bicarbonato de sodio de la solución extractante del material de suelos.

Solución normal de cloruro de estaño. Disuélvanse 10 g de  $\text{SnCl}_2$  --

$\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  en 25 ml de ácido clorhídrico concentrado. Utilícense cristales grandes, en lugar de polvo fino. Solución diluida: añádase 0.5 ml de la solución normal concentrada a 66 ml de agua destilada. Prepárese la solución normal diluida para cada conjunto de determinaciones.

Papel filtro Whatman núm. 40.

#### Procedimiento:

Pónganse 5 g de material de suelo seco y una cucharada de negro carbono con 100 ml de bicarbonato de sodio 0.5M, en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y agítense durante 30 minutos. Filtrense por un papel filtro Whatman núm. 40 y agréguese más negro de carbono, en caso necesario, para obtener un filtrado claro.

Póngase una alícuota del filtrado, correspondiente a una fracción definida del suelo original de un matraz volumétrico de 25 ml. Añádanse 5 ml de la solución de molibdato de amonio a cada matraz y mézclense. Lávese el cuello del matraz para evitar el contacto directo de la solución de molibdato concentrada con el cloruro de estaño. Dilúyase a aproximadamente 22 ml, agréguese 1.0 ml de la solución diluida de cloruro de estaño, mézclese inmediatamente, complétese al volumen y agítense bien. Léase la intensidad del color en un colorímetro, 10 minutos después de la adición de la solución de cloruro de estaño, utilizando un filtro de 660  $\text{m}\mu$ .

Prepárese la curva estándar con 5 ml de la solución de bicarbonato de sodio incluida con las soluciones estándar de fosfato.

## POTASIO DISPONIBLE EN LOS SUELOS

### Principios:

El potasio encerrado en materiales insolubles del suelo, se solubiliza cuando el material de suelo finalmente molido se mezcla íntimamente con un peso igual de cloruro de amonio y ocho veces el peso del material de suelo de carbonato de calcio y se incinera. Entonces, puede extraerse el potasio con agua. El extracto se filtra y el calcio se separa de los cloruros de sodio y potasio por precipitación con carbonato de amonio. El filtrado de la precipitación de calcio se completa al volumen y se toma una alícuota para la determinación del potasio mediante el método del cobalto de cobaltinitrito de sodio o procedimientos de fotometría de llama.

### Reactivos y aparatos:

Cloruro de amonio. Sublímbese lentamente cloruro de amonio comercial, disuélvase las costras en agua, en un plato de platino, evapórese en un baño de vapor eléctrico y revuélvase los cristales de cloruro de amonio para que permanezcan pequeños y fáciles de moler. Viértase el líquido caliente y fíltrese.

Carbonato de calcio. Disuélvase calcita en ácido clorhídrico, precipítese con carbonato de amonio e hidróxido de amonio, lávese bien con agua caliente, séquese y guárdese en una botella bien tapada.

Carbonato de amonio, solución al 10 por ciento.

Hidróxido de amonio, concentrado.

Cobaltinitrito trisódico. Un gramo por 5 ml de agua. Prepárense cantidades nuevas para cada grupo de determinaciones, o consérvese la solución a 5° C. y filtrese antes de usarse.

Acido nítrico, 0.01N.

Alcohol etílico, 95 por ciento.

Papel satinado.

Procedimiento:

Ignición y separaciones. Muélanse muy bien en un mortero de ágata 0.5 de material de suelo con 0.5 g de cloruro de amonio. A continuación, agréguese 4 g de carbonato de calcio y muélase hasta que quede bien mezclado. Póngase un poco de carbonato de calcio al fondo de un crisol, cárguese el crisol con el contenido del mortero y, finalmente, enjuáguese este último con aproximadamente 0.5 g de carbonato de calcio y agréguese al crisol junto con los fragmentos recogidos sobre el papel satinado en que permaneció el mortero. Dense golpecitos para que se asiente. Cúbrase, caliéntese a la temperatura más baja posible hasta que no escapen ya humos de amoníaco. Es mejor ajustar el crisol en placas de asbesto, de tal modo que una - - cuarta parte del crisol sobresalga por debajo del orificio. Muévase el crisol con frecuencia, con el fin de que se calienten todas las partes por igual y evítese el calentamiento excesivo en ese momento. A continuación, enciéndase el quemador y caliéntese durante 45 minutos al rojo vivo. Déjese enfriar, suéltese el material en fusión -- del fondo por medio de una varilla de vidrio y transfíerese a un va-

so de precipitados de 250 ml, agitándolo con un poco de agua (1 o 2 ml). Lávese el contenido del crisol y cúbrase al interior del vaso de precipitados, agregando unos 50 ml de agua y digiriendo en un baño de vapor, hasta que se desintegre por completo. Filtrese por decantación sobre un filtro de 9 cm, agréguese más agua al plato y rómpanse todos los grumos que puedan quedar, ejerciendo una presión suave con una varilla de vidrio, y completando, a continuación, la filtración. Lávese el precipitado del filtro con agua caliente.

El filtrado contiene los cloruros de sodio y potasio, además de calcio, cierta cantidad de magnesio e hidróxido de calcio. Precipítese el calcio, añadiendo una solución de carbonato de amonio e hidróxido de amonio, a temperatura de ebullición. Filtrese, lávese -- con agua caliente y redisuélvase el precipitado de carbonato de calcio con un poco de ácido clorhídrico; reprecipítese como antes y -- añádase el filtrado al primero. Evapórese el filtrado combinado y -- sáquense las sales de amonio a una temperatura cercana a la del punto rojo. Disuélvanse los residuos en agua, digiéranse en un baño de vapor, filtrense y complétese el volumen a 100 ml. Esta solución -- contiene el potasio y el sodio con algunas trazas; tal vez de calcio, magnesio y otras sales, ninguna de las cuales creará interferencias para la determinación del potasio.

El potasio se determina con el fotómetro de flama.

CALCIO Y MAGNESIO DISPONIBLE EN LOS SUELOS

CALCIO Y MAGNESIO POR TITULACION CON ETILENEDIAMINATETRAACETATO ---  
(EDTA)

Reactivos:

Solución tampón de cloruro de amonio-hidróxido de amonio. Disuélvase 67.5 g de cloruro de amonio en 570 ml de hidróxido de amonio concentrado y dilúyase a un litro.

Hidróxido de sodio, de aproximadamente 4N.

Cloruro de calcio estándar, 0.01N. Disuélvanse 0.500 gramos de carbonato de calcio puro (cristales de calcita) en 10 ml de ácido clorhídrico de aproximadamente 3N, y dilúyase a exactamente un litro.

Indicador de eriocromo negro T. Disuélvase 0.5 g de eriocromo negro T (eriochrome black T) (F 241) y 4.5 g de hidrocioruro de hidroxilamina en 100 ml de etanol al 95 por ciento. Este indicador -- existe con diferentes nombres comerciales.

Indicador de purpurato de amonio. Mézclese cuidadosamente 0.5-g de purpurato de amonio (murexide) con 100 g de sulfato de potasio en polvo.

Etilenediaminatetraacetato (EDTA), aproximadamente de 0.01N. - Disuélvanse 2.00 g de etilenediaminatetraacetato disódico dihidrógeno y 0.05 g de hexahidrato de cloruro de magnesio en agua y dilúyase a un volumen de un litro. Normalícese la solución en función de la solución estándar de cloruro de calcio, utilizando todos y ca

da uno de los indicadores, puesto que la normalidad con purpurato - de amonio es de tres a cinco veces más elevada que con el eriocromo negro T.

#### Procedimiento:

Pretratamiento de extractos de suelos. El acetato de amonio y la materia orgánica dispersa, cuando se encuentran presentes en cantidades apreciables, deben eliminarse casi por completo de los extractos de suelos, antes de efectuarla titulación con EDTA. La evaporación de una alícuota de extracto de suelo hasta la sequedad, seguida del tratamiento con agua regia (tres partes de ácido clorhídrico concentrado más una parte de ácido nítrico concentrado) y una segunda evaporación hasta la sequedad, es normalmente suficiente para eliminar el acetato de amonio y la materia orgánica. Los extractos de suelos de color muy oscuro pueden requerir un tratamiento adicional con agua regia. Disuélvanse los residuos en una cantidad de --- agua igual al volumen original de la alícuota tomada para el tratamiento.

Calcio. Pipetéese una alícuota de 5 a 25 ml que contenga no más de 0.1 me de calcio a una cacerola de porcelana de 3 o 4 pulgadas - (7.62 o 10.16 cm) de diámetro. Dilúyase a un volumen aproximadamente de 25 ml. Añádanse 0.24 ml (5 gotas) de hidróxido de sodio 4N y aproximadamente 50 mg de indicador de purpurato. Titúlese con EDTA, utilizando una microbureta de 10 ml. El cambio de color va de rojo - anaranjado a lavándula o púrpura. Cuando se acerca al punto final,-

añádase EDTA, al ritmo de una gota cada 5 a 10 segundos, ya que el cambio de color no es instantáneo. Un testigo que contenga indicador de hidróxido de sodio y una gota o dos de EDTA ayuda a distinguir el punto final. Si la muestra se titula excesivamente con EDTA, puede retitularse con la solución estándar de calcio.

Calcio más magnesio. Pipetéese una alícuota de 5 a 25 ml que contenga no más de 0.1 me de calcio más magnesio, a un matraz Erlenmeyer de 125 ml. Dilúyase a un volumen de aproximadamente 25 ml. -- Añádanse 0.5 ml (10 gotas) de la solución tampón de cloruro de amonio-hidróxido de amonio y 3 o 4 gotas de indicador de eriocromo negro T. Titúlese con EDTA, utilizando una microbureta de 10 ml. El cambio de color va de rojo vino a azul verde. En el punto final no debe quedar ningún matiz del rojo vino.

CAPITULO VI

RESULTADOS Y EVALUACION

## pH DE LAS TIERRAS

①	Jinotega	=	$5.5 \leq J \leq 6.0$
②	Jinotega 1555 Ft	=	$6.0 \leq J \leq 6.5$
③	Matagalpa 1181 Ft	=	$6.0 \leq M \leq 6.5$
④	Matagalpa 1575 Ft	=	$6.0 \leq M \leq 6.5$
⑤	Jinotepe	=	$6.0 \leq J \leq 6.5$
⑥	Diriamba	=	$6.0 \leq D \leq 6.5$
⑦	San Marcos	=	$6.0 \leq S \leq 6.5$
⑧	Masatepe	=	$6.0 \leq M \leq 6.5$
⑨	Managua (Las Nubes)	=	$6.0 \leq M \leq 6.5$

Las tierras del ① al ⑨ son de zonas que están claramente indicadas en el mapa de distribución de las zonas cafetaleras.

Las tierras ① ② ③ y ④ son de la zona norte del país, y son de suelos de arcilla; en cambio las tierras ⑤ ⑥ ⑦ ⑧ y ⑨ son de la zona sur y son suelos de origen volcánico.

Como podemos apreciar en los resultados de los pH; las tierras están dentro del ámbito de pH 5-6.5, por lo que están en los márgenes establecidos de tierras propicias para la producción de café.

Se recomienda agregar cal para subir la acidez de las tierras; pero en estos casos no resulta, debido a que los pH casi son ideales.

N I T R O G E N O

Tubos	Acido Fenoldisulfónico (ml)	KNO <sub>3</sub> (ppm)	Alícuota (ml)	Aforo (H <sub>2</sub> O) ( ml )	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (ppm)	Lectura (% T)
1	4	36.089	25	500	1.1066	74
2	4	72.178	25	500	2.2133	69
3	4	108.268	25	500	3.3199	63
4	4	144.357	25	500	4.4266	57
5	4	216.536	25	500	6.6399	47
6	4	288.715	25	500	8.8532	36
7	4	360.893	25	500	11.0665	26.5

La lectura se realizó en el fotocolorímetro de Leitz.

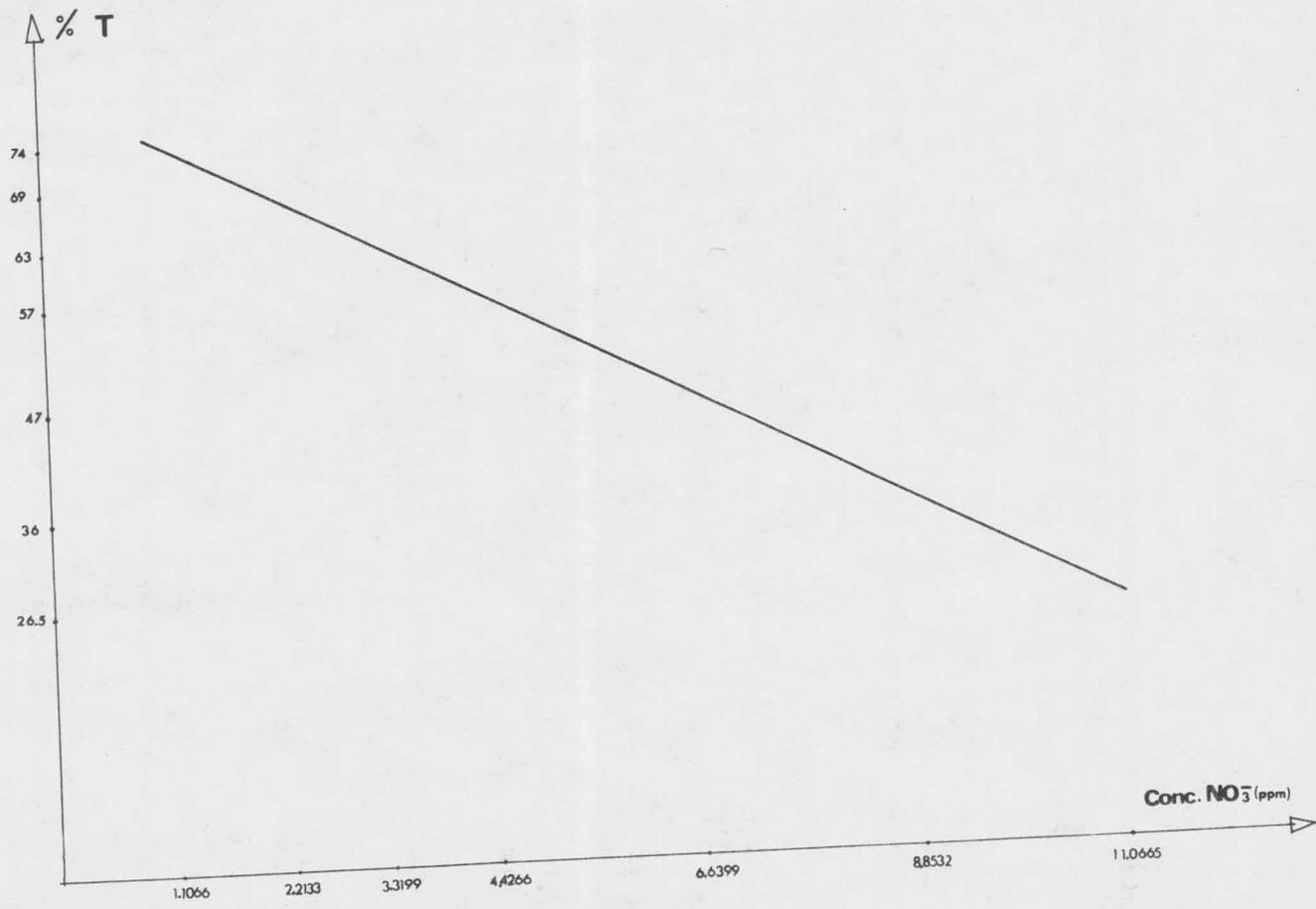
Se ajustó con H<sub>2</sub>O destilada (Blanco), pero en vez de ponerlo a 0, lo pusimos a 100%; y -  
con este ajuste tomamos todas las lecturas.

RESULTADOS:

	<u>% T</u>	<u>Conc. (ppm) NO<sub>3</sub><sup>-</sup></u>	<u>Kg/Ha</u>
①	62.0	3.6	0.9145
②	61.5	3.7	0.9399
③	60.0	4.0	1.01614
④	59.0	4.1	1.04155
⑤	69.0	2.2	0.55888
⑥	63.0	3.3	0.838322
⑦	71.0	1.8	0.457266
⑧	66.5	2.7	0.6859
⑨	73.0	1.4	0.35565

EVALUACION:

Se está considerando que las tierras cafetaleras que estén con una concentración menor que 30 ppm (7.62 Kg/Ha). de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ., necesita fertilizarse; y si están por arriba de esta concentración, no necesitan de una fertilización inmediata.



F O S F O R O

Tubos	NaHCO <sub>3</sub> (ml)	Solución Fosfato (ml)	SnCl <sub>2</sub> (ml)	Molibdato de Amonio (ml)	Aforo (ml)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Lectura (%T)
1	5	1	1	5	25	4.5836	50.5
2	5	2	1	5	25	9.1673	25.5
3	5	3	1	5	25	13.7510	13.0
4	5	4	1	5	25	18.3347	6.5
5	5	5	1	5	25	22.9183	4.5
6	5	6	1	5	25	27.5020	3.0
7	5	7	1	5	25	32.0860	2.5
8	5	8	1	5	25	36.6690	2.5
9	5	9	1	5	25	41.2530	2.0
10	5	10	1	5	25	45.8360	2.0

La lectura se realizó en fotocolorímetro de Leitz.

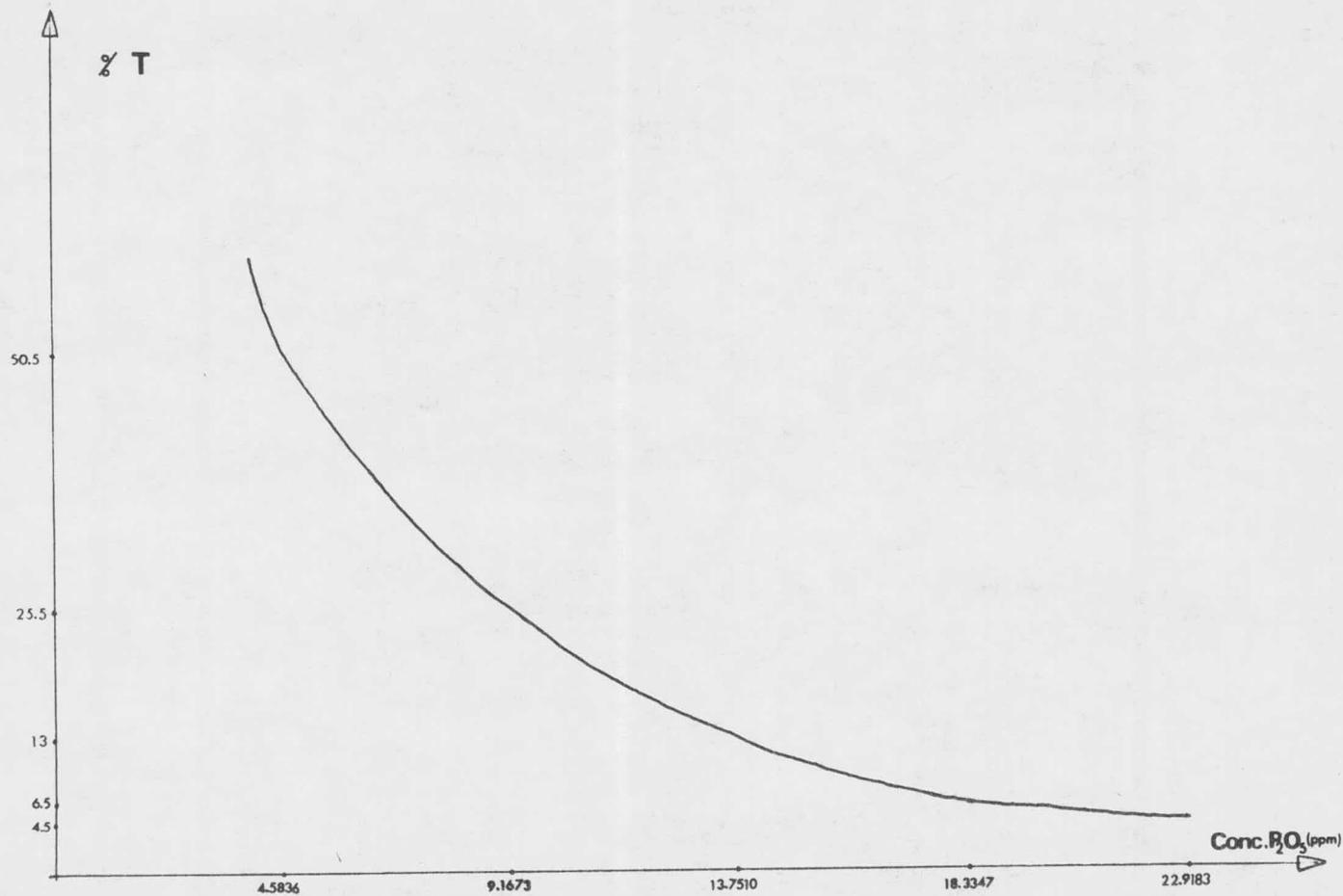
Se ajustó con H<sub>2</sub>O destilada (Blanco); pero en vez de ponerlo a 0, lo pusimos a 100%; y -  
con este ajuste tomamos todas las lecturas.

RESULTADOS:

	<u>% T</u>	<u>Conc. (ppm) P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></u>	<u>Kg/ Ha</u>
①	6.5	18.5	4.70
②	6.0	20.0	5.08
③	5.6	21.0	5.334
④	5.0	22.0	5.588
⑤	11.5	14.5	3.6835
⑥	19.0	11.0	2.7944
⑦	9.0	16.0	4.064
⑧	10.0	15.3	3.886
⑨	14.5	13.0	3.3024

EVALUACION:

Si el Fósforo disuelto expresado como P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, está por debajo de 18.38 ppm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, se considera que las muestras de -- tierra necesitan fertilización; si está comprendido entre 18.38 ppm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 36.77 ppm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, las muestras necesitan fertilizantes, pero en dosis muy pequeñas; si los valores están por -- arriba de 36,77 ppm de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, no necesitan una fertilización inmedita.



## P O T A S I O

Tubos	KCl (ppm)	Sol. de LiOH (25 ppm de Li)	K (ppm)	Lectura (%T)
1	28.6	25 ml	15	12
2	57.2	25 ml	30	20
3	85.8	25 ml	45	32
4	114.4	25 ml	60	41
5	133.47	25 ml	70	50
6	152.54	25 ml	80	56
7	171.6	25 ml	90	62
8	190.68	25 ml	100	68
9	238.35	25 ml	125	90
10	286.00	25 ml	150	100

Condiciones de trabajo con el fotómetro de flama de Perkin-Elmer ==>

FINE ==&gt; 4

COARSE ==&gt; 8

SLIT ==&gt; 3

Mμ ==&gt; 766.5

SELECTOR ==&gt; X 10

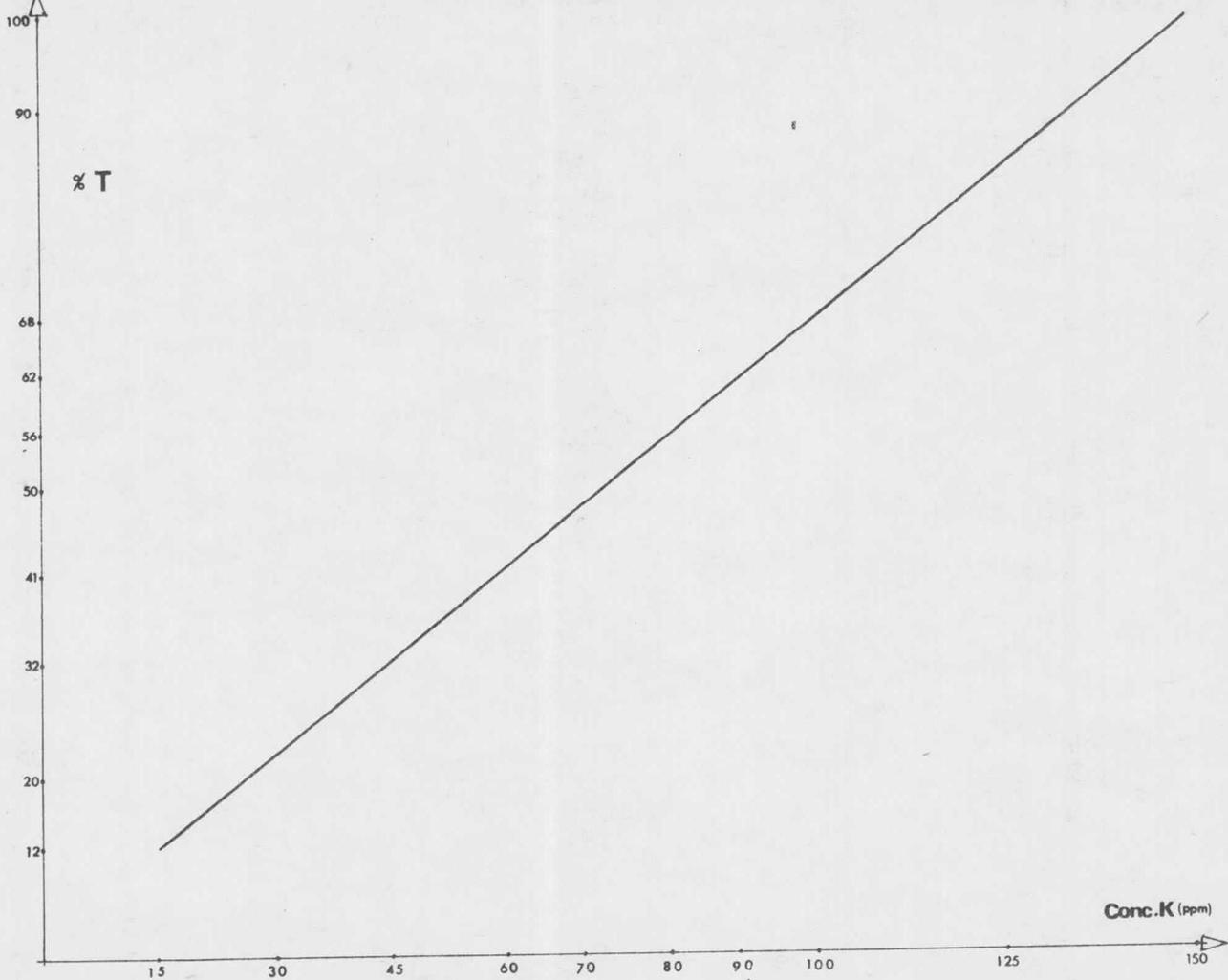
FUEL ==> 0.07 kg/cm<sup>2</sup>OXIGEN ==> 0.48 kg/cm<sup>2</sup>

RESULTADOS:

	<u>% T</u>	<u>Con. (ppm) K</u>	<u>Kg/ Ha</u>
①	90.5	135.6	34.44
②	92.0	138.0	35.05
③	93.0	139.2	35.36
④	95.0	142.2	36.124
⑤	82.0	123.0	31.2465
⑥	78.0	116.4	29.5699
⑦	80.0	119.4	30.332
⑧	80.0	119.4	30.332
⑨	75.5	112.8	28.655

EVALUACION:

Las muestras de tierra que tengan una concentración por arriba de 100 ppm de K, resultan satisfactorias; en cambio las muestras que están por debajo de esto, necesitan de una fertilización.



## C A L C I O

$$\frac{A(\text{ml}) \times N \times 1000}{B(\text{ml})} C \text{ (me/lit)}$$

A= Los ml de EDTA que agrego de la microbureta.

B= 20 ml (alícuota de extracto de suelo ).

N= 0.01 (normalidad del EDTA).

C= La cantidad de me/lit de Calcio.

RESULTADOS:

			<u>Kg/ Ha</u>
①	A = 4.0	C = 2.0	10.1818
②	A = 3.4	C = 1.7	8.6545
③	A = 4.0	C = 2.0	10.1818
④	A = 4.0	C = 2.0	10.1818
⑤	A = 2.4	C = 1.2	6.109
⑥	A = 3.0	C = 1.5	7.6363
⑦	A = 2.0	C = 1.0	5.09
⑧	A = 2.0	C = 1.0	5.09
⑨	A = 1.0	C = 0.5	2.5454

EVALUACION:

La gama satisfactoria que se ha encontrado para el Calcio, es de 0.1 a 10.0 me/lit.

Si está por debajo de 0.1 me/lit, esto quiere decir que - las muestras de tierra necesitan de fertilizantes.

RESULTADOS DE CALCIO + MAGNESIO:

①	A = 11.0	C = 5.5
②	A = 11.2	C = 5.6
③	A = 12.0	C = 6.0
④	A = 13.0	C = 6.5
⑤	A = 5.2	C = 2.6
⑥	A = 6.2	C = 3.1
⑦	A = 5.0	C = 2.5
⑧	A = 5.0	C = 2.5
⑨	A = 2.0	C = 1.0

## M A G N E S I O

Los resultados de (Calcio + Magnesio) menos los resultados de Calcio; da una estimación de las concentraciones de Magnesio.

RESULTADOS:

		<u>Kg/ Ha</u>
①	C = 3.5	10.8118
②	C = 3.9	12.047
③	C = 4.0	12.3563
④	C = 4.5	13.90
⑤	C = 1.4	4.3247
⑥	C = 1.6	4.9425
⑦	C = 1.5	4.6336
⑧	C = 1.5	4.6336
⑨	C = 0.5	1.5445

EVALUACION

La gama normal satisfactoria para el Magnesio es de 0.2- a 5.0 me/lit; si las concentraciones son menores que 0.2, las muestras tienen deficiencias de Magnesio.

CAPITULO VIII

CONCLUSIONES

Este estudio que realicé es orientado específicamente a las deficiencias de los elementos mayores primarios y secundarios que tienen las tierras nicaraguenses. Los elementos estudiados son el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio y Magnesio; esto es por que considero que son los más importantes para la planta de café, debido a que son también, los que más rápidamente se agotan en el suelo.

Las cantidades de nutrientes que escogí como las requeridas son en base a un estudio que se realizó en Nicaragua; por lo que algunas puede parecer muy bajas, pero es bueno, porque es un estudio específico para esa área.

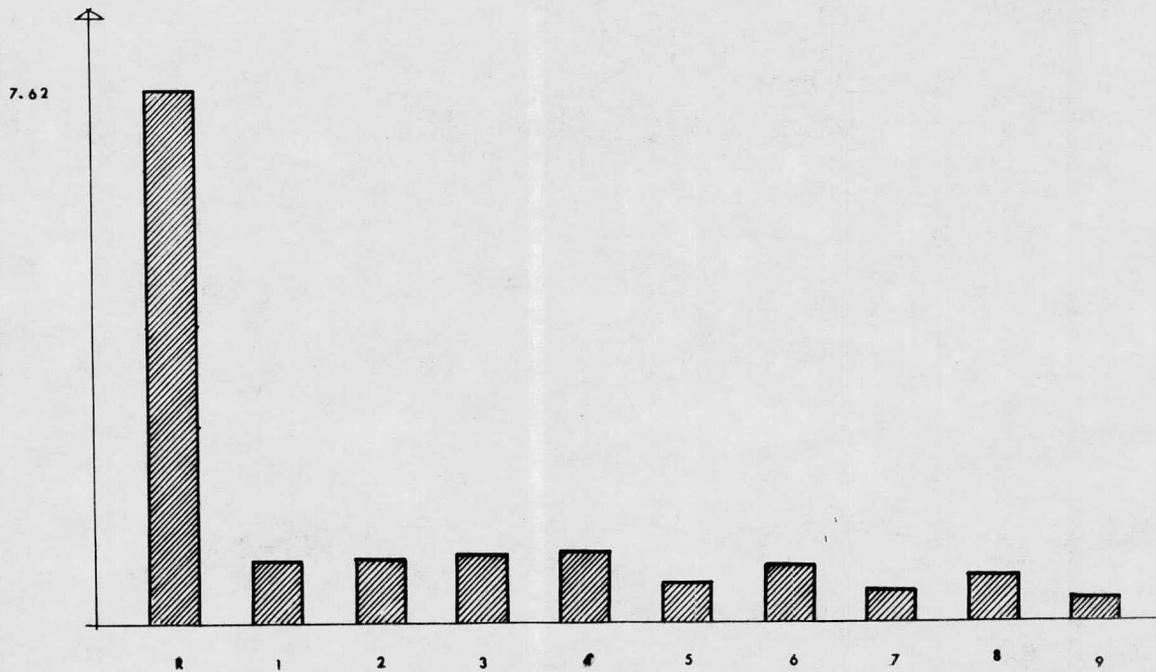
Estas cantidades son las siguientes:

* Nitrógeno	7.62 Kg/Ha.	( $\text{NO}_3$ )
* Fósforo	9.34 Kg/Ha.	( $\text{P}_2\text{O}_5$ )
* Potasio	25.40 Kg/Ha.	( $\text{K}_2\text{O}$ )
* Calcio	0.5 Kg/Ha.	( $\text{CaO}$ )
* Magnesio	0.617 Kg/Ha.	( $\text{MgO}$ )

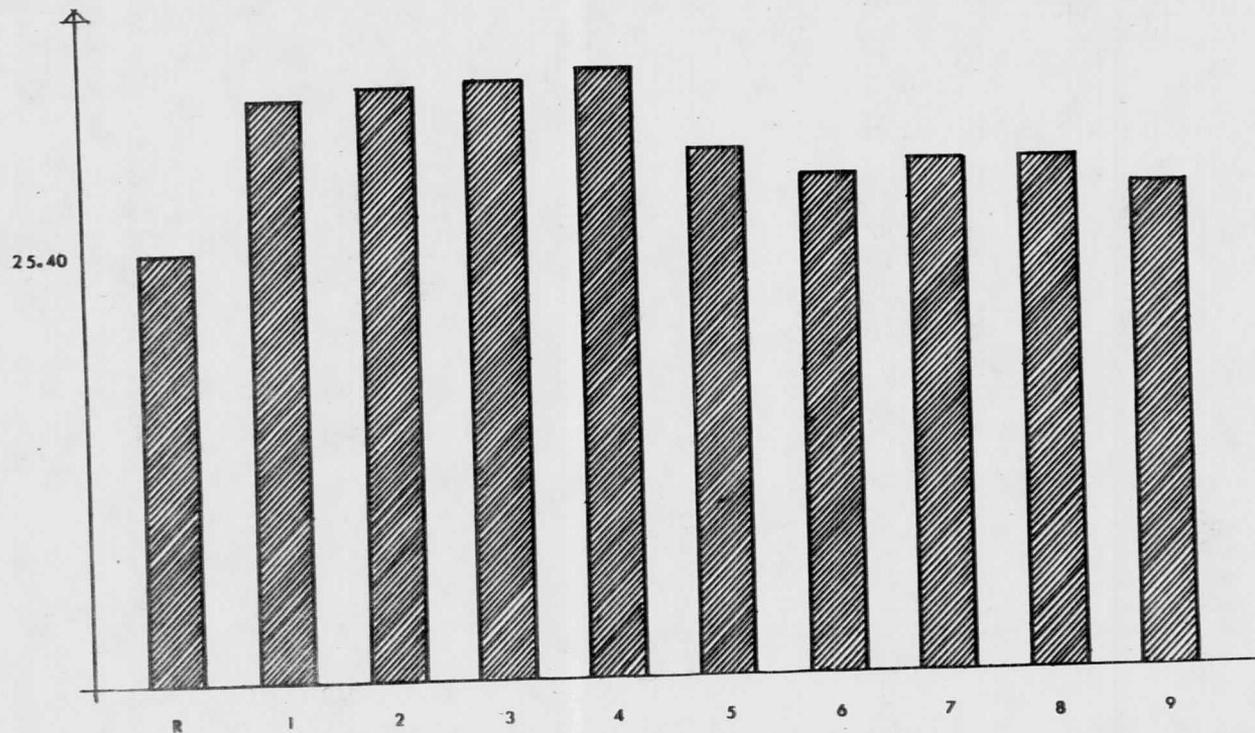
En estos se tiene que tomar en cuenta la profundidad que es de 6 in;

En las páginas siguientes anexo las gráficas cuya columna inicial representa la cantidad de kilogramos por hectárea óptima de cada nutriente para maximizar la producción cafetalera. Las 9 columnas siguientes son los kilogramos por hectárea que resultaron tener cada una de las 9 muestras estudiadas de suelo nicaraguense.

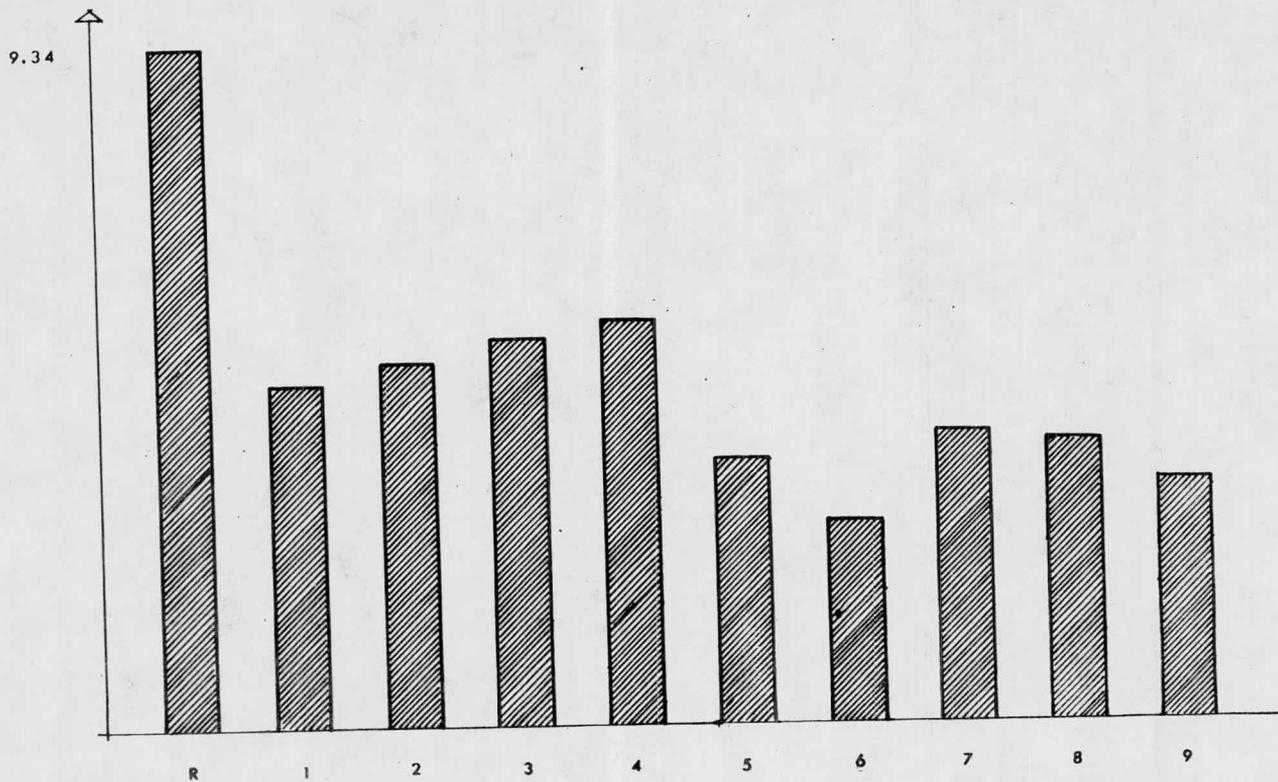
La diferencia es la que debe incluir el fertilizante específico



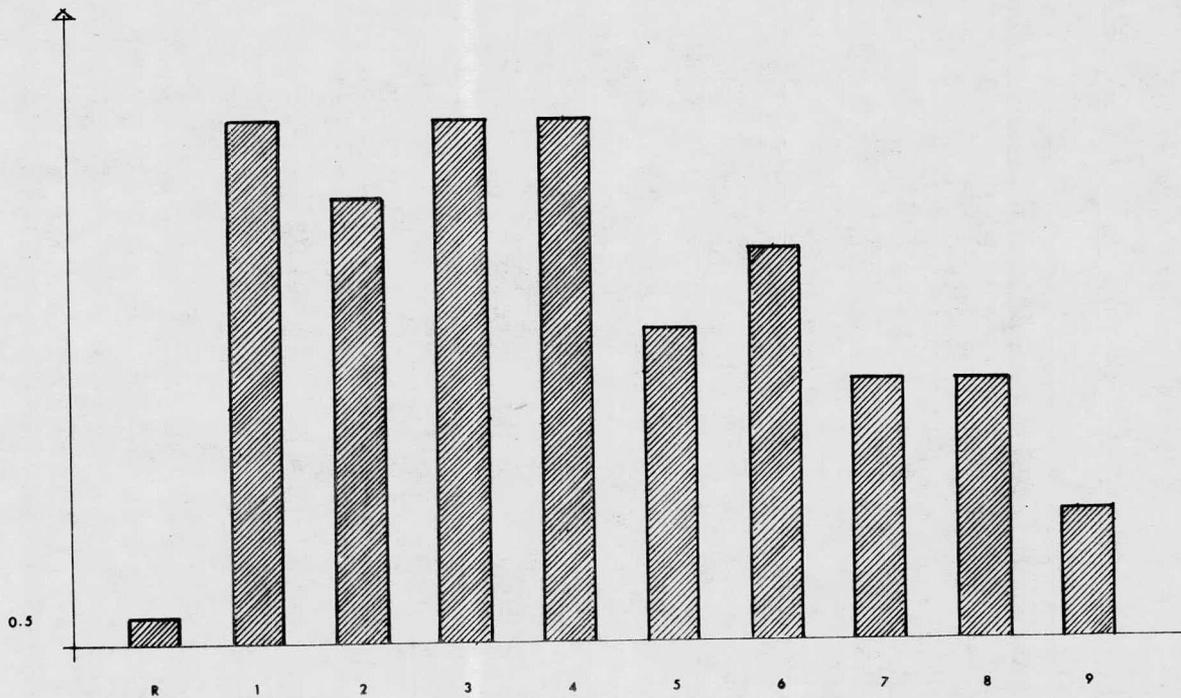
**NITROGENO**



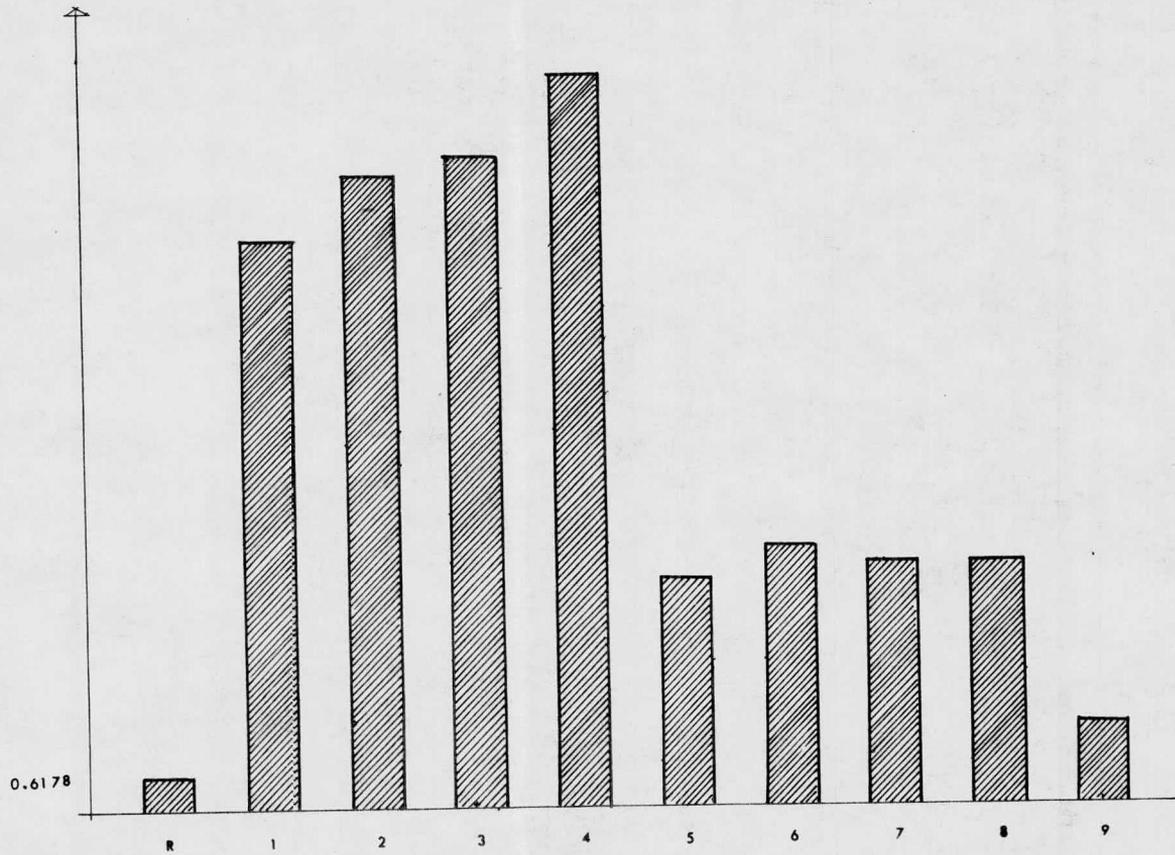
**POTASIO**



**FOSFORO**



**CALCIO**



**MAGNESIO**

para cada muestra, y lograr la cantidad de nutriente necesaria y suficiente para un completo desarrollo del cafeto. Estas diferencias se muestran en el cuadro siguiente:

	M. 1	M. 2	M. 3	M. 4	M. 5	M. 6	M. 7	M. 8	M. 9
Nitrógeno	6.70	6.68	6.60	6.57	7.06	6.78	7.16	6.93	7.26
Fósforo	4.64	4.26	4.00	3.75	5.65	6.54	5.27	5.45	6.03
Potasio	-9.04	-9.65	-9.96	-10.72	-5.84	-4.17	-4.93	+4.93	-3.25
Calcio	-9.68	-8.15	-9.68	-9.68	-5.60	-7.13	-4.59	-4.59	-2.04
Magnesio	-10.19	-11.42	-11.73	-13.28	-3.70	-4.32	-4.01	-4.01	-0.92

Los nutrientes que no necesitan adicionarse al suelo son los --- que aparecen en el cuadro anterior con resultados negativos. Esto es, que las muestras los contienen en exceso. Por tanto, sus concentra--- ciones merecen revisiones periódicas para lograr bajarlas hasta el -- nivel necesario. En el caso del Potasio el exceso de éste podemos --- considerarlo como un margen adicional para asegurar una productividad y eficiencia en el desarrollo, sin embargo, el calcio y el Magnesio - considero que deben reducirse ya que pueden, en exceso, perjudicar a la planta. El calcio en particular, puede subir el PH y dado que los PH obtenidos son ideales, no produciría resultados satisfactorios el hecho de que fuesen aumentados.

Con los resultados obtenidos de las tierras, no se debe tomar --

una decisión definitiva, porque además hay que considerar todos los demás elementos que requiere un terreno para la plantación de café; - así como también, la fertilización de los almácigos, foliar, etc., - con todo esto sí, ya se podría tomar una decisión definitiva.

Como podemos apreciar en los resultados y evaluación, la mayoría de las tierras tienen deficiencias de Nitrógeno y Fósforo principalmente, quedando el Potasio un poco más elevado en concentración. - El Calcio y Magnesio, bien en términos generales; y en algunos se -- pueden tomar medidas de pequeñas adiciones de fertilizantes en estos elementos.

Como ya habíamos mencionado antes, la fertilización debe comenzar desde los almácigos, estos tienen deficiencias principalmente de Nitrógeno y Fósforo; aunque también la deficiencia de Hierro es común en ellos; esto se corrige aplicando sulfato de hierro en cantidades adecuadas según sus necesidades.

Al igual que los almácigos, la fertilización inicial de la planta, al momento de sembrarse en el campo, requiere de una fórmula rica en Nitrógeno y Fósforo.

Después de esta aplicación inicial, la plantía se continúa fertilizando en la misma forma que la planta adulta, con la única diferencia de que para la plantía se puede usar dosis más pequeñas de fertilizantes, durante su primer año de vida en el campo. Pasado este --- tiempo, la dosis debe aumentarse, con el objeto de principiar a prepararla para su primera cosecha.

En vista de las dificultades que tiene que vencer la plantía en el campo, especialmente cuando se trata de resiembras, es importante tratarla con un mínimo de tres aplicaciones de fertilizantes al año.

Ya había hecho referencia que la fertilización foliar es un complemento muy importante de la fertilización al suelo; debido a esto se ha investigado acerca del área foliar; demostrándose que el área foliar es probablemente la manifestación del crecimiento que se relaciona más de cerca con la producción de la planta. Ahora bien, si este criterio se aplica a las variedades Bourbón y Caturra, que producen más que la Typica, la mayor cosecha efectiva probablemente resulta influida en buena parte en aquellas por la mayor área foliar que exhiben, lo que se traduce en una capacidad fotosintética absoluta más elevada. Valga mencionar en esta oportunidad que el efecto beneficioso de los fertilizantes sobre la producción se debe precisamente a la mayor área foliar que forman los vegetales a su expensas, así como de tejidos asimilatorios y no debido al aumento de la eficiencia de los procesos de asimilación.

Para la fertilización del café es necesario usar fórmulas de fertilizantes especiales, a diferencia de otros cultivos, especialmente los que son anuales. Esto se debe principalmente a que el mayor volumen de absorción de nutrientes por la planta ocurre en el período comprendido entre el final de la cosecha y un poco después de la floración. Por esta razón, debe aprovecharse el invierno (anterior a este período) para hacer una buena fertilización, usando la proporción de NPK más adecuada.

Los datos sobre absorción de nutrientes por el cafeto, nos demuestran que la planta extrae del suelo más Nitrógeno y Potasio que Fósforo. Este hecho, solamente sugiere la necesidad de usar fórmulas de fertilizantes que tengan una proporción mayor de Nitrógeno y Potasio que de Fósforo. Sin embargo, es necesario tomar en cuenta también en qué cantidades se encuentran estos elementos en el suelo, y otros factores.

La deficiencia más severa y generalizada en el país (Nicaragua) es la de Nitrógeno. Esto se debe en gran parte a que este elemento es muy soluble y por lo tanto se lixivia o se lava del suelo con mayor facilidad. Debido a la carencia de Nitrógeno en nuestros suelos es que las aplicaciones de fertilizantes nitrogenadas deben de tener un efecto marcado en el desarrollo y producción de los cafetales. En cuanto al fósforo, debe tomarse en consideración que este elemento es muy poco soluble, no se moviliza mucho y gran parte se fija en el suelo en formas no asimilables por la planta, siendo entonces necesario aplicarlo en cantidades mayores a las que en forma neta el cultivo requiere.

Las deficiencias de Potasio son también comunes en los suelos de las zonas de café, pero corrientemente no son muy pronunciadas.

Para hacer aplicaciones adicionales de nitrógeno a los cafetales se puede usar como fuente de este elemento: Urea (46% de N), Sulfato de Amonio (21% de N). Las fuentes simples de fósforo más comunes son el simple Superfosfato (20% de  $P_2O_5$ ) y el tripe Super fosfato (46% de  $P_2O_5$ ). Las fuentes simples de Potasio más usadas son el Cloruro -

de Potasio o Muriato de Potasio (60% de  $K_2O$ ) y el Sulfato de Potasio (50% de  $K_2O$ ).

La adición de Calcio y Magnesio pueden ayudar a una mejor granulación del suelo y por lo tanto mayor aireación y mejor penetración de raíces y agua.

La aplicación en suelos ácidos aumenta los microorganismos que favorecen el buen desarrollo de las plantas.

La cal se emplea como medio para elevar el pH del suelo a valores deseables; en el caso de las tierras estudiadas esto no es significativo ya que los pH están dentro de un margen óptimo para suelos de café.

Las aplicaciones de cal deben de hacerse con un mínimo de un mes antes de la aplicación de fertilizantes.

No es muy recomendable mezclar estas fuentes simples de elementos, con la idea de elaborar la fórmula que más satisfaga el gusto personal, ya que al aplicarse a varias matas de café, la homogeneidad de la mezcla no se mantiene fácilmente. Casi siempre sucede que se principia aplicando la mezcla en la proporción que se quería, pero después de varias matas de café se termina poniendo solo Urea o solo Muriato de Potasio. Por lo regular, el material más fino o el más pesado se concentra en el fondo del recipiente usado para la aplicación.

Por otra parte, el fertilizante comercial tiene una granulación adecuada, lo cual es a veces muy importante.

Generalmente no se acostumbra cubrir el fertilizante, después -

de aplicado, pero, en algunos casos, especialmente en terrenos muy--  
inclinados, es necesario, para evitar que se lave.

Lo más importante para poder saber cuáles son las fórmulas más -  
apropiadas para las condiciones específicas de cada finca, es el --  
muestreo y análisis de los suelos, así como también los resultados -  
de experimentación en la zona.

En general, se recomienda hacer tres aplicaciones de fertilizantes  
al año, en las épocas siguientes:

La primera debe hacerse al inicio formal de las lluvias en el -  
mes de mayo. El objetivo principal de ésta es aportar Nitrógeno adi-  
cional para las necesidades posteriores de la planta, antes y un po-  
co después de la cosecha. No obstante ésto, en muchos casos se pre--  
fiere el empleo de una fórmula completa, rica en Nitrógeno. Esto úl-  
timo es necesario especialmente en los casos en que las aplicaciones  
anteriores han sido muy tardías o insuficientes y en el caso de las-  
fincas de altitudes bajas, donde las cosechas principian más temprano.  
El uso de una . fórmula completa en esta época nos asegura un pro-  
grama de fertilización más adecuada:

La segunda aplicación es conveniente hacerla con una fórmula --  
completa, en agosto, septiembre y octubre (en el momento más propi--  
cio, de acuerdo con el programa de actividades de la finca y la dis-  
tribución de las lluvias en la zona). Esta fórmula debe ser especialmente  
rica en Nitrógeno, en Fósforo, y un poco menos en Potasio.

Es aconsejable hacer una aplicación adicional de Nitrógeno en -

el mes de Noviembre, antes del fin de las lluvias.

Esta aplicación es sobre todo importante para los lotes de café tal con más producción de la finca, que son aquellos que tienen mayor cantidad de tejido productivo.

El Nitrógeno es el principal elemento en la fertilización del café en nuestro medio. Esto se debe a la persistente demanda de este nutriente por parte del cafeto, en contraste con su marcada deficiencia en la generalidad de nuestros suelos.

Si por diferentes razones, el caficultor solo puede hacer una fertilización al año, debe escoger la época de Septiembre y Octubre para efectuarla. Si solo puede hacer dos aplicaciones, convendrá que haga la primera en Septiembre-Octubre y en Mayo la segunda. Pero lo más aconsejable, es llevar a cabo las tres aplicaciones, en la forma que mencioné antes.

Con respecto al costo del fertilizante debe tomarse en cuenta, el costo de producción, costo de distribución y costo de aplicación. Para seleccionar un fertilizante adecuado debe tomarse en cuenta que las partes intrínsecas sean las más convenientes y económicas.

Del Nitrógeno, el más comprado es el Sulfato de Amonio, siendo éste el más inconveniente y muy caro; pudiéndose seleccionar ya sea el Amoníaco, en su forma anhídrido para tierras húmedas o Acuamonio en tierras secas; y la Urea que es después del Amoníaco el más económico. También se podría usar la Urea con Azufre que es más económico

y conveniente que el Sulfato de Amonio.

Para el Fósforo, se puede usar en orden económico como sigue:--  
Fórmulas líquidas NPK, DAP (sólido), Super triple., Super simple y--  
por último la roca fosfórica directa.

Con el Potasio se usa más en forma de cloruros que en forma sul-  
fatados.

Con todo esto debe tomarse un criterio para seleccionar los fer-  
tilizantes adecuados (específicamente para la finca), para el mejor-  
aprovechamiento con el menor costo.

El éxito o fracaso que se obtenga al usar el Laboratorio como -  
guía de la fertilización del cafeto, depende en buena parte de la --  
interpretación correcta de los datos analíticos. En este particular,  
tanto la caficultura científica como el técnico de campo están vi---  
viendo una etapa de transición muy importante. Por un lado, el técni-  
co debe necesariamente ampliar sus conocimientos sobre nutrición mi-  
neral; por el otro, el caficultor debe manifestarse receptivo ante -  
esta técnica que ahora está a su alcance.

Es necesario un mutuo entendimiento para que el avance de la --  
tecnología siga su curso. Las inquietudes y observaciones de los téc-  
nicos de campo, transmitidas a los investigadores, constituye el me-  
jor acicate para perfeccionar la metodología, que por lo general ado-  
lece de refinamiento cuando recién se enuncia.

C A P I T U L O V I I I

A P E N D I C E

Factores útiles de conversión:

1 metro = 1.196 varas.

1 metro = 3.282 pies (Ft.)

1 kilogramo (Kg) = 2.205 libras (Lb)

1 quintal (Q,qq) = 100 Lbs. o 46.36 Kgs.

1 manzana (Mz) = 10000 varas cuadradas. o 0.698 hectáreas (Ha).

1 Kg/Ha = 1.54 Lbs/Mz

Ca (me/lit) x 20.04 (Peso Equivalente) = Ca (p.p.m.)

Mg (me/lit) x 12.16 (Peso Equivalente) = Mg (p.p.m.)

Café Pergamino oreado +2 = Café Oro verde.

Café Pergamino oreado + 1.6 = Café Pergamino seco.

1 parte por millón (p.p.m.) = 1 mg/lit.

Densidades:

Café crudo 40.00 Lbs/Ft

Café molido 20.00 Lbs/Ft

Café tostado 20.00 Lbs/Ft

Agua 62.50 Lbs/Ft

Aire 0.08 Lbs/Ft

Café Soluble 14.00 Lbs/Ft

Definiciones:

CIF = Incluye fletes, seguros y otros gastos.

FOB = Excluye fletes, seguros y otros gastos.

Beneficio = Planta donde se procesa el café llevado de los cafetales para convertirlo de café pergamino en café -- oro.

Cereza = Café maduro antes de ser lavado o secado. Este nombre se debe a la semejanza que el café tiene en esta condición con la fruta llamada cereza.

En algunos países se le llama uva fresca.

El café no despulpado sino que secado después de cortado se llama en algunos países cereza seca.

Café en cereza = Expresión que en algunos países de Centro América significa la fruta madura del café que se ha dejado secar y a la cual no se le ha quitado la cáscara seca.

Café Oro = Es el grano o semilla del café al cual se le han quitado las diversas capas que lo cubren. Se le llama -- almendra, café verde, green coffee, café crudo; en este estado ya está listo para su torrefacción.

Café Pergamino = El café está en pergamino al estar seco después de haberle quitado la cáscara externa en un tipo especial de molino llamado despulpadora, -- así como la pulpa mediante fermentación y lavado.

Pulpa = Epicarpio y Mesocarpio del fruto del café que se separa en las despulpadoras quedando el café en lo que se -- llama café pergamino.

Cafetal maduro = A la planta de café con más de 3 años.

## DETERMINACION DEL POTASIO CON EL FOTOMETRO DE LLAMA PERKIN-ELMER

Principios:

Los procedimientos descritos son los desarrollados y usados por R.B.Harding, del Departamento de Suelos y Nutrición de las Plantas - de la Universidad de California en Riverside.

El fotómetro de llama Perkin-Elmer es esencialmente igual que cualquier otro fotómetro de llama, en el que puedan determinarse cuantitativamente ciertos iones metálicos cuando se atomizan de la solución, se conducen a un quemador y se excitan en una llama, para que produzcan una emisión espectral. Puesto que la densidad de la luz emitida por cada elemento depende principalmente de la concentración de sus átomos en la llama, en cualquier momento dado, la medición de la intensidad lumínica producida por un elemento determinado hace posible la determinación cuantitativa del contenido de dicho elemento.

Operación:

Para manejar un fotómetro de llama Perkin-Elmer (modelo 52A), se necesita una fuente de aire comprimido con una presión de más de 10-libras, un depósito de acetileno o propano y un circuito eléctrico de 110 voltios. El fotómetro de llama Perkin-Elmer es apropiado para determinar el contenido de calcio, potasio y sodio. Hasta donde saben los autores, no puede determinarse el magnesio ni otros iones metálicos cuantitativamente, mediante este instrumento.

Las ventajas del fotómetro de llama Perkin-Elmer reside en su sencillez de manejo. En un período relativamente corto se puede apren

der a manejar el instrumento y establecer curvas de trabajo. Se puede manejar el instrumento mediante el método de intensidad directa o el de estándar interno. En el primer método, se utilizan sales metálicas simples para soluciones estándar, mientras que en el último caso, se añade una cantidad fija de litio tanto a la muestra como al estándar. No es necesario que la concentración de litio del estándar interno sea exacta; pero sí es preciso que se use la misma concentración e igual sal de litio, tanto en la muestra como en la estándar. El método estándar interno es preferible para la mayor parte de los trabajos analíticos. Utilizando este método, se mantienen en un mínimo los efectos debidos a variaciones de la presión del gas, la presión del aire, los cambios de viscosidad, las moléculas orgánicas, las sales y los ácidos inorgánicos.

Se ha descubierto que para el análisis del calcio, el potasio y el sodio en extractos de suelos y hojas de plantas cítricas, los resultados obtenidos con el fotómetro de llama Perkin-Elmer van de acuerdo con los obtenidos mediante procedimientos químicos estándar. Se estima que se necesita aproximadamente 1/25 minutos de la cantidad de tiempo requerida para analizar un conjunto de muestras para determinar el contenido de calcio, potasio y sodio, mediante los métodos ordinarios. Además de ahorrar tiempo, el método sirve también para ahorrar dinero, debido a los muchos reactivos que se precisan en otros procedimientos, pero que no son necesarios en la fotometría de llama.

Procedimiento:

Transfiérase una alícuota de la solución problema a un matraz volumétrico de 25 ml. Añádanse 0.625 ml de una solución de litio de 1000 ppm (mídase con una microbureta), dilúyase al volumen y mézclese. Siguiendo las indicaciones del manual de instrucciones para el uso del fotómetro de llama, ajústese el instrumento con los estándares deseados y, a continuación, obténgase una lectura para la solución problema.

Interpólese de la curva para obtener las concentraciones de Potasio en las soluciones problemas. Si las concentraciones en las soluciones problemas es más alta que en cualquiera de los estándares, transfiérase una alícuota a un matraz volumétrico de 25 ml y dilúyase al volumen con una solución de litio de 25 p.p.m.

Mézclese y tómesese otra lectura en el instrumento.

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

\* Alvarado Juan A.

Tratado de Caficultura.

(Guatemala)

\* Banco Central de Nicaragua.

Informe Anual (1976)

Editorial San José, S.A. 1977

\* Buitrago José A. (Banco Central de Nicaragua).

Un breve análisis de la Organización Internacional  
del Café, y a sus convenios. (1976).

Departamento de Estudios Económicos. 1976

\* Carvajal J.F.

Cafeto-Cultivo y Fertilización.

Fitotecnia Latinoamericana 1970.

\* Convenio Internacional del Café (1976)

Folleto.

1976

\* Coste René.

Café.

Editorial Blume 1968

\* Chapman and Pratt.

Métodos de Análisis para suelos, plantas y aguas

Editorial Trillas 1973

\* Haarer Alec E.

Café.

Editorial Continental S.A. 1964

- \* Nicaragua: Comercio Exterior 1976  
Departamento de Estudios Económicos 1976
- \* Nosti Nava J.  
Cacao, Café y Té  
Salvat Editores S.A. 1963
- \* Rochac Alfonso.  
Diccionario del Café.  
Editorial Rabasa S.A. 1964
- \* Scharrer Karl  
Química Agrícola  
Editorial Hispano América 1960.
- \* Strobel H. A.  
Instrumentación Química.  
Editorial Limusa. 1974
- \* Thompson Louis M.  
El suelo y su fertilidad.  
Editorial Reverté S.A. 1974
- \* Ukers William H.  
All About Coffee.  
Editorial Turrialba. 1960
- \* Wellmann.  
Coffee.  
Editorial Turrialba 1957.
- \* Willard H. M.  
Métodos Instrumentales de Análisis.  
Editorial Continental S.A. 1972.

**TESIS HERRERA**  
UNICO SISTEMA EN EL PAIS  
TESIS POR COMPUTADORA  
PASEO DE LAS FACULTADES  
No. 22-C  
548-62-29 548-32-17  
CIUDAD UNIVERSTIARIA