Villafuerte

Algunos disturbios nutricionales del cafeto en Costa Rica

I.I.C.A.
Tesis

ALGUNOS DISTURBIOS NU[illegible]ONALES DEL CAFETO

EN COS[illegible]

[illegible]ados

[illegible]ado

por

José I. Villafuerte Paredes

INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS

Turrialba, Costa Rica

Julio de 1954

ALGUNOS DISTURBIOS NUTRICIONALES DEL CAFETO EN COSTA RICA

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados

como requisito parcial para optar al grado

de

Magistri Agriculturae

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas

Aprobada:

Consejero

Comité

Comité

Julio de 1954

A mis padres

BIOGRAFIA

José I. Villafuerte Paredes nació en Ambato, Ecuador. Hizo sus estudios primarios en el colegio "Juan León Mora", en su ciudad natal; los secundarios los realizó en el "Colegio Abraham Lincoln" en Quito, obteniendo su bachillerato en el año de 1947; los universitarios los realizó en la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la Universidad Central de Quito, habiendo terminado en el año de 1952.

Haciendo uso de una beca concedida por la Zona Andina del Programa de Cooperación Técnica del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, inició estudios como postgraduado en Turrialba, Costa Rica, en Noviembre de 1952, donde permaneció hasta la presentación de este trabajo.

DIO MARIA

José I. Gallardo Marín, medico en Ayacucho, Morad 2. Hizo sus estudios primarios en el colegio "Juan León Mera", en su ciudad natal; luego ingresó en la Facultad de "Ciencias Naturales" de la Universidad, obteniendo el título de médico en el año de 1945; los sucesivos años ejerce la medicina en la localidad de Huanta y Vedia, hasta la actualidad cuando se pide, conforme lo en el año de 1962.

Ejercicio por de una gran vocación de la Zona Andina del Departamento de Ayacucho, Dándose el Instituto Internacional de Desarrollo Rural, Inicia estudios de especialización en Salud Pública, Costa Rica, en Nov. de 1962, de la cual obtuvo el título de Maestría en Salud Pública.

AGRADECIMIENTO

El autor desea expresar sus sinceros agradecimientos al doctor Paulo de Tarso Alvim, por su dirección e interés que prestó para el mejor desarrollo del presente estudio.

A los miembros de su Comité Consejero, doctores Jorge León y Alto E. Royer, por la revisión del manuscrito.

A los personeros del Instituto Agronómico de Campinas, Brasil, por su cooperación en este trabajo con los análisis espectrográficos.

Al Ingeniero Agrónomo Carlos Madrid, Director de la Zona Andina del Programa de Cooperación Técnica del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, por la oportunidad que le brindó de hacer estudios postgraduados en Turrialba, Costa Rica.

CONTENIDO

... ...

... ...

... ...

... ...

ALGUNOS DISTURBIOS NUTRICIONALES DEL CAFETO EN COSTA RICA

INTRODUCCION

Dada la importancia del cultivo del cafeto en Costa Rica, y tomando en consideración el elevado porcentaje de tierras hábiles dedicadas a este cultivo, cualquier defecto en la nutrición presenta mucha importancia económica.

En este país desde hace muchos años atrás se han observado ciertos disturbios fisiológicos de orden nutricional en el cafeto, debido quizá al monocultivo, a la composición química de los suelos o a la erosión y lixiviación de los mismos, así como a la falta de un abonamiento adecuado, por lo que la producción por unidad de superficie ha sufrido una disminución notable.

En Costa Rica existen varios disturbios nutricionales en el cafeto, entre ellos uno de los más importantes es la afección denominada "café macho", que se halla extendida en algunas regiones de la Meseta Central, principalmente en las provincias de Alajuela y Heredia.

Síntomas

Las plantas afectadas por "café macho" ofrecen un aspecto bastante irregular debido a las anormalidades que presenta la distribución de las ramas, las formas y clorosis de las hojas. Hay plantas que al hallarse a plena exposición solar presentan principalmente en la parte superior una clorosis bastante fuerte, seguido de un paloteo que da el aspecto de "escobas de bruja", y en la parte inferior las hojas viejas están verdes, con brillo normal en unos casos y más opaco en otros.

En partes del tallo y de ciertas ramas principalmente, la corteza se presenta de un color ligeramente blanquecino, siendo las partes leñosas bastante quebradizas.

Las ramas secundarias y en especial las tercearias y cuaternarias, presentan una reducción en la longitud de los internudos llegando a casos a ser menos de 0.5 cms., razón por la cual al emerger nuevos brotes vegetativos que aparentemente casi lo hacen al mismo nivel hasta en un número de ocho, dan el aspecto de una verdadera palma, la que va tomando diversas posiciones en el crecimiento de la

[illegible]

rama y la formación de nuevas ramillas, dando un aspecto denso al follaje.

Los diferentes estados de la afección varían mucho; cuando la afección es leve, hojas de tamaño casi normal presentan una clorosis tenue de ciertas áreas, permaneciendo verdes las regiones vecinas a las nervaduras. Al acentuarse la afección, la clorosis aumenta, presentándose hojas con ondulación en los bordes, gran reducción en la longitud y anchura de la lámina, observándose que a veces la primera llega a menos de 1 cm. y la segunda se angosta hasta que casi se confunde con el pecíolo. Las formas que presentan las hojas, generalmente de textura coriácea, son de lo más variado, siendo común encontrar hojas cuyo limbo presenta encurvamientos en forma de hoz (figura 1).

Se observa también que las hojas pequeñas o aquellas que han sufrido una pequeña reducción del tamaño normal, son algo coriáceas y tienden a un enrollamiento o convergencia de los bordes hacia la nervadura principal. Aunque de un modo no muy generalizado, principalmente en el tercio medio de las ramas, se presenta en las hojas una clorosis muy típica, que se inicia en el ápice, continúa por los bordes y avanza hacia la base. En hojas

[illegible] la [illegible] de [illegible] real [illegible], [illegible] un [illegible] [illegible].

[illegible] entre [illegible] la [illegible] [illegible]: cuando la [illegible] en [illegible], [illegible] de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] de [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Al [illegible] la [illegible] [illegible], la [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

Figura 1. Diferentes tipos y formas de hojas obtenidos de cafetos con afección de "café macho". La hoja del extremo derecho es normal.

Figura 1. Microfotografía de hojas subepidérmicas de cafetos con afección de "café rasposo". La hoja del extremo derecho es normal.

jóvenes cloróticas, se observan puntos necróticos color café oscuro. Los síntomas descritos en ciertos casos parece que se confunden, sin presentarse en todos los cafetos, ya que existen partes de las plantas aparentemente sanas y normales.

No se han podido hacer estudios detallados, pero la floración es escasa y por lo tanto la fructificación muy baja. Los frutos por lo general son más pequeños y de formas más irregulares que los que provienen de cafetos sanos. En ciertas muestras de "Café Maho" se obtuvo el 45% de frutos monospérmicos.

En general la sintomatología anotada varía mucho de región a región, de lote a lote y hasta de planta a planta, según el grado de afección, habiéndose mencionado sólo las características más notables y comunes. También es de anotarse que la aparición periódica de síntomas más marcados parece tener relación con el contenido de humedad en los suelos.

Algunos de los síntomas de "Café Macho" parecen tener semejanzas con los presentados por

[illegible]

jóvenes clásticos, e observan que a veces-
[illegible] cosas cada vez más. Los alumnos de cuarto
[illegible] cuentan con una conmutación, sin me-
[illegible] tener los cuartos, ya que existe un
[illegible] de los alumnos que terminan cada ver-
[illegible].

[illegible] hacer como los doc-
[illegible], para la fundación en escuelas y por lo tan-
to [illegible] muy baja. Los frutos por lo ge-
neral son [illegible] y de formas más tradicio-
nal que los [illegible] de cafetos asnos. En
[illegible] "[illegible]" se obtuvo el 1% de frutos comprimidos.

[illegible] clínicamente la acción
[illegible] [illegible], [illegible] a una
[illegible], [illegible] si [illegible] a
[illegible], [illegible] [illegible] [illegible] a
[illegible] [illegible]. [illegible]
[illegible] [illegible], [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] en el
[illegible] [illegible] [illegible].

Algunos de los [illegible] de [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

la Crespera en Colombia; Urhan (29) presenta en una tabla los síntomas de las dos afecciones.

REVISION DE LITERATURA

Respecto a la nutrición del cafeto se han hecho varios estudios, incluyendo determinaciones de deficiencias de elementos nutritivos y sus síntomas mediante cultivos hidropónicos. Así en Africa Oriental se determinaron las deficiencias de nitrógeno, fósforo y potasio (15).

Jacob (11), en Java, estudió los síntomas de las deficiencias de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre y boro, así como también los efectos tóxicos del fósforo, potasio y calcio, aunque en estos últimos no obtuvo resultados muy claros.

Franco y Mendes (7), en Brasil, cultivando plantas en soluciones nutritivas determinaron los síntomas de las deficiencias de nitrógeno, fósforo, potasio, magnesio, calcio, azufre y hierro.

Camargo (2) en Brasil, cultivando plantas en soluciones nutritivas, observó que el pH óptimo para el cultivo del cafeto estaba comprendido entre 4.2 y 5.1; lo mismo obtuvo en condiciones de campo.

Tanada (27) en Hawaii, estudió en café las deficiencias de boro, manganeso y cobre.

En Africa Oriental, Beckley (1) informa de algunos síntomas foliares de deficiencias de nutrientes en el cafeto, como de nitrógeno, potasio, calcio y de otros síntomas que no han sido identificados.

[illegible]

Respecto a la medición del calor de [illegible] varios autores, [illegible] de calorímetros - clas de elementos [illegible], [illegible] - tivos [illegible]. [illegible] - ron la [illegible] (12).

Tacon (13), en [illegible], [illegible] las [illegible] de nitrógeno, [illegible], [illegible], calcio, [illegible], [illegible] el [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] y calcio, [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

Pre [illegible] (7), en [illegible], utilizando [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] la [illegible] de nitrógeno, [illegible], [illegible], [illegible] magnesio, calcio, [illegible], [illegible].

Fraser (7) en [illegible], utilizando [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] que el [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible].

[illegible] (27) en [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] de [illegible], [illegible] [illegible].

[illegible] (3) [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

Silbershmidt (26) en Brasil, informa que hojas de cafetos presentan una clorosis bastante generalizada en el limbo, manteniendo las nervaduras una coloración verde; ese tipo de clorosis también se presenta en otras plantas, habiendo establecido que las causas de esa anormalidad no son parasitarias, sino debido a deficiencias de elementos nutritivos.

Se han registrado varias enfermedades fisiológicas, aparentemente de orden nutricional como el "Mal de Elgón", Holt and Cold" en Africa (28), la "Crespera" en Colombia (29) y "Cafe Macho" en Costa Rica (9).

El problema del "Café Macho" fué estudiado desde el punto de vista patológico por Wellman (30), quien dedujo que las causas de dicho disturbio no eran de orden patogénico.

Personeros del Ministerio de Agricultura e Industrias de Costa Rica, González, Camacho y Guevara, con el objeto de investigar las causas del "Café Macho" han encontrado en trabajos de experimentación, que aplicaciones de sulfato de zinc dieron resultados positivos, habiendo observado un mejoramiento en el aspecto físico de la planta (9).

En algunas regiones de la Meseta Central también se han encontrado deficiencias de zinc (4); la misma aparece en almacigales de café (16). Además, han sido

identificadas las deficiencias de boro, calcio, manganeso y nitrógeno(4).

Mowry (17) informa que en el cultivo del cafeto en Costa Rica, los elementos menores como zinc, cobre, manganeso, boro, molibdeno y hierro, juegan un papel muy importante y que debido a deficiencias de esos elementos, la producción ha disminuído notablemente.

Peralta (23) en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, realizó estudios de "Café Macho" haciendo análisis comparativos del zinc, calcio y manganeso contenidos en hojas de café afectado y café sano. Los resultados obtenidos se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 1.

	Zn ppm.	Ca %	Mn ppm.
"Café macho"	15.2	1.88	803.9
Café sano	20.9	1.63	165.9
Diferencia	-5.7	0.25	638.0

La autora concluye indicando que la principal diferencia entre "Café Macho" y café sano es la cantidad de manganeso en las hojas de las plantas afectadas. Además indica que la mayor concentración de manganeso se debe a las solubilidad de ese elemento en el suelo

identificadas las determinadas de cobre, cobalto, manganeso y nitrógeno(4).

Lowy (17) informa que en el Lago Maracaibo en nuestra Tierra, los elementos menores de cobre, cobalto, manganeso, cobre, molibdeno y níquel, juegan un papel muy importante y que debido a deficiencias de los elementos, la producción ha disminuído notablemente.

En cuanto (27) en el Instituto Internacional para de Ciencias Agrícolas, realizó el estudio de "café moderno" haciendo análisis comparativos del cobre, cobalto y manganeso como índice en hojas de café arábigo y café robusta. Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla.

Cuadro 1.

	Cobre.	Cobalto.	Manganeso.
"Café moderno"	1,2	1.38	[illegible]
Café arábigo	[illegible]	[illegible]	1[illegible]
Diferencia	[illegible]	[illegible]	[illegible]

La autora concluye [illegible] diferencia entre "café moderno" y café arábigo en la cantidad de [illegible] en la [illegible] fisiológica de las [illegible]. Además indica que la región o zona [illegible] de una [illegible] de [illegible] [illegible] [illegible]

por efecto del aumento de iones hidrógeno.

Respecto a la menor cantidad de zinc, la interpreta como una consecuencia de la toxicidad de manganeso en las plantas, o sea la sustitución del zinc por el manganeso en algunos de los sistemas encimáticos de la planta.

Los valores del pH encontrados por Peralta en esos suelos son:

	Prof. 0"-5"	Prof. 5"-10"
"Café Macho"	4.96	5.27
Café sano	5.74	5.92

Miembros del Departamento de Fitotecnia del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (6), con el òbjeto de estudiar la nutrición del cafeto en Costa Rica, tomaron muestras de hojas y de suelos de las principales regiones cafetaleras, las que fueron analizadas en el Departamento de Pomología de la Universidad de Cornell para los siguientes elementos: nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, manganeso, zinc y boro. En el informe parcial hay indicaciones que las muestras de hojas tomadas en Turrialba eran en promedio, altas en contenido de fósforo y deficientes en contenido de magnesio, potasio, calcio y manganeso. En la Meseta Central se encontró evidencia de la deficiencia de boro y en lo referente al manganeso, el contenido fué alto en unas muestras y bajo en otras.

por efecto del [illegible] de iones diferentes.

[illegible] a la [illegible] de [illegible] -
[illegible] de [illegible] la [illegible] -
[illegible] [illegible] -
[illegible] [illegible] -
[illegible] [illegible] [illegible] -
[illegible] [illegible] [illegible] -
[illegible] [

MATERIALES Y METODOS

Inyecciones foliares

Con el objeto de diagnosticar las deficiencias de nutrientes en el cafeto, tales como N, P, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B, se hicieron inyecciones foliares por el método de Roach (24) en plantas distribuídas en diversas regiones cafetaleras. Dichas inyecciones se aplicaron en hojas cloróticas de "Café Macho" en el lote No. 4 de la finca San Rafael, en Desamparados y en el lote No. 5 de la finca La Solera en Grecia; en cafetos con otros tipos de clorosis foliares, en San Rafael de Escazú, Cooperativa La Victoria en Grecia y en la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba. En este lugar, a más del método anterior se utilizó el de Costa y Franco (3).

El método de Roach se utiliza en hojas que presentan clorosis debido a deficiencias de nutrientes y consiste en utilizar tubitos de cristal de 4 x 50 mm., en los cuales se coloca la solución del elemento a investigarse y se suspenden de las hojas por medio de un cordón que pasa a través de la lámina por un pequeño corte que se realiza entre las venas secundarias; la solución del elemento sube a la hoja por capilaridad a través del cordón. La desaparición de la clorosis alrededor del corte

indica el elemento deficiente en la planta. También se utilizan tubitos de papel parafinado de 1½ cm. de largo, que se suspenden con una tira de papel absorvente y cuya aplicación es semejante a la del caso anterior.

La concentración de las soluciones de los elementos a investigarse fueron las siguientes:

N	-	1%	Urea.
P	-	0.5%	Fosfato diácido de sodio.
K	-	1%	Cloruro de potasio.
Ca	-	1%	Cloruro de calcio.
Mg	-	0.5%	Sulfato de magnesio.
Fe	-	0.025%	Sulfato de hierro + 0.025% (por volumen) de ácido sulfúrico.
Mn	-	0.025%	Sulfato de manganeso + 0.025% (por volumen) de ácido sulfúrico.
Zn	-	0.025%	Sulfato de zinc + 0.025% (por volumen) de ácido sulfúrico.
Cu	-	0.025%	Sulfato de cobre + 0.025% (por volumen) de ácido sulfúrico.
B	-	0.1%	Acido bórico.

El método utilizado por Costa y Franco aplicado también a hojas cloróticas debido a deficiencias de nutrientes, consiste en friccionar superficialmente la mitad de la hoja por tratarse con polvo fino (malla No. 600) de carborundo (carburo de silico), que es una substancia abrasiva, y luego se aplica superficialmente la solución del elemento que se quiere probar; la otra

mitad de la hoja sirve de testigo. Si la clorisis desaparece en la parte tratada, eso indica que el elemento aplicado es deficiente en la planta. Este sistema se utilizó solamente para estudiar la posibilidad de deficiencia de hierro, utilizando sulfato de hierro al 1%.

Análisis espectrográficos de minerales en suelos y hojas con y sin afección de "Café Macho"

Las muestras de suelos y hojas de plantas donde ocurren "Café Macho" y café sano, se tomaron de la finca La Solera, en Grecia. Las de "Café Macho" del lote No. 5 y las de café sano de un cafetal de aspecto normal y de alta producción. En "Café Macho" se tomaron dos clases de muestras, unas compuestas de hojas grandes y otras compuestas de hojas pequeñas. En todos los casos anteriores se tomaron cinco muestras representativas. Las muestras de hojas se tomaron del medio de las ramas situadas en el medio de las plantas. La igualdad de la toma de muestras con respecto a la posición de las hojas en las plantas y las condiciones ambientales en las que crecen, son factores que pueden variar significativamente el contenido de minerales en las plantas (18, 5, 14). Por este motivo, se tomaron las precauciones indicadas.

Las muestras de suelos se tomaron a 0-25 cms. de profundidad; cinco de terrenos en que se presenta el

"Café Macho" y cinco de café sano.

Los análisis espectrográficos de las muestras tomadas, fueron hechos en los laboratorios del Instituto Agronómico de Campinas, en Brasil.

Experimento No. 1.

Con el objeto de reproducir los síntomas de la toxicidad de manganeso en el cafeto, se utilizaron plantas de café de tres años de edad crecidas en cajas de madera con un contenido de 100 kilogramos de suelo de la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. En Enero de 1953 se hicieron los siguientes tratamientos con dos repeticiones:

1) 50 ppm. de Mn en forma de cloruro de manganeso
2) 500 ppm. de Mn en forma de cloruro de manganeso
3) Testigo

Experimento No. 2.

Para reproducir los síntomas de toxicidad de calcio en el cafeto, con plantas de café crecidas en cajas don 30 kilogramos de suelos tomados de la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, se hicieron las siguientes aplicaciones de $Ca(OH)_2$:

1) 1,666 ppm.
2) 3,333 ppm.
3) 6,666 ppm.
4) 13,333 ppm.
5) 20,000 ppm.
6) Testigo.

"Café Tacho" y cinco de café Tamo.

Los análisis organolépticos de las muestras tomadas, fueron remitidos en los laboratorios del Instituto Agronómico de Campinas, en Brasil.

Experimento No. 1.

Con el objeto de reproducir las fórmas de la toxicidad de manganeso en el cafeto, se utilizaron plantas de café de tres años de edad crecidas en vasijas de barro con un contenido de 100 Milígramos de suelo de la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. En marzo de 1959 se hicieron los siguientes tratamientos con dos repeticiones:

1) 50 ppm. de la en forma de cloruro de manganeso
2) 500 ppm. de la en forma de cloruro de manganeso
3) Testigo

Experimento No. 2.

Para reproducir las fórmas de anillado de calcio en el cafeto, con plantas de café crecidas en ca. dos 20 kilogramos de suelo tomados de la finca Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, se utilizaron las siguientes dosis de Ca(OH)2:

1) 1, [illegible] gr.
2) 5, [illegible] gr.
3) [illegible]
4) 15, [illegible] gr.
5) 20, [illegible] gr.
6) Testigo.

Posteriormente se hicieron inyecciones foliares en hojas cloróticas por el método de Roach (24) y el de Costa y Franco (3).

Cultivo de cafetos y otras plantas en macetas bajo condiciones de invernadero

Para estudiar en los suelos las causas de la afección denominada "Café Macho", se sembraron cafetos y otras plantas en macetas, en muestras de suelos y subsuelos de lugares donde se hallaban plantaciones de cafetos con síntomas típicos de esa anormalidad.

Los métodos seguidos para esos estudios han sido adaptaciones del método de Jenny (12), el mismo que también ha sido utilizado con buenos resultados en Colombia (13, 19, 20, 21, 22).

El método de Jenny consiste en cultivar lechuga romana en macetas bajo condiciones de invernadero o en campo abierto durante el verano. Usa lechuga por ser una planta de rápido crecimiento y resistente al ataque de plagas. Las macetas deben ser barnizadas por dentro y por fuera con dos capas de pintura de asfalto y la parte exterior además con una capa de pintura de aluminio. Los platillos para el drenaje de las macetas son pintados de la misma manera. La muestra de suelos debe ser representativa y compuesta del suficiente número de sub-

[illegible]

[illegible] en [illegible] de [illegible] (23) [illegible] [illegible] (7).

[illegible]

[illegible]

Para [illegible] en la [illegible] [illegible] "[illegible]", [illegible] y otras [illegible], en [illegible] [illegible] los de la [illegible] [illegible] con [illegible] de sus [illegible].

Los [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

muestras tomadas a profundidades de 0" - 8" en puntos sistemáticamente distribuídos en el área escogida. Las muestras se secan al aire y son tamizadas en un cedazo de malla de 1/4" a fin de homogeneizar el suelo y quitar piedras y cuerpos extraños.

Antes de transplantar las lechugas, se deben aplicar cantidades apropiadas de soluciones nutritivas en las macetas, de acuerdo a las unidades múltiples usadas. Jenny recomienda cuatro replicaciones de cada tratamiento, porque permiten el cálculo del error estandard.

Las lechugas germinadas se transplantan al suelo húmedo de las macetas a la edad de cuatro semanas. Se aplica agua destilada regularmente y el agua proveniente del escurrimiento de las macetas contenida en losplatillos, es incorporada a la respectiva maceta. Las plantas se cortan al nivel del suelo después de seis semanas de transplantadas o cuando presentan cierto estado de madurez y se secan a la estufa a 70ºC de temperatura.

Las diferencias del peso seco de las plantas de acuerdo al correspondiente tratamiento sirven para estimar las deficiencias de nutrientes.

Para ensayos y experimentos que se indicarán posteriormente, se tomaron muestras de suelos de 0-25 cms. de profundidad, del lote No. 4 de la finca San Rafael en Desa parados y del lote No. 5 de la finca La Solera en

Grecia; de esta última y del mismo lote también se tomaron muestras de subsuelo de 50-75 cms. de profundidad. Las muestras fueron secadas al aire y con el objeto de homogeneizarlas y quitar las piedras y cuerpos extraños se tamizaron en un cedazo de malla de 1 cm. Para los experimentos se utilizaron macetas de arcilla y tarros de hierro, los que previamente fueron pintados interiormente con tres capas de pintura de asfalto; además, se dispusieron agujeros para un drenaje adecuado.

Los tratamientos que se hicieron fueron los siguientes:

Soluciones en agua destilada.

(a) H_3BO_3 - 3 gr/litro

(b) $ZnSO_4$ - 0.880 gr/litro

(c) $Ca(NO_3)_2$- Solución molar

(d) KNO_3 - Solución molar

(e) KH_2PO_4 - Solución molar

(f) $MgSO_4$ - Solución molar

Tratamientos.

1 - Testigo

2 - $CaSO_4$ - 5 gr. por kilogramo de suelo.

3 - $CaCO_3$ - 5 gr. por kilogramo de suelo.

4 - Zinc - 5 cc. de la solución (b) por kilogramo de tierra.

5 - Boro - 5 cc. de la solución (a) por kilogramo de tierra.

6 - Zinc + Boro - 5 cc. de las soluciones (a) y (b) respectivamente por kilogramo de tierra.

7 - Tratamiento completo, en el cual se aplicaron N, P, K, Ca, Mg, Zn y B, que para cada kilogramo se tomó las siguientes cantidades:

5 cc. de la solución (c)

5.cc. de la solución (d)

1 cc. de la solución (e)

2 cc. de la solución (f)

5 cc. de la solución (a)

5 cc. de la solución (b)

Los tratamientos 2 y 3 se hicieron mesclándolos lo más homogeneamente posible con la tierra, y los tratamientos 4, 5, 6 y 7, tomando los centímetros cúbicos indicados anteriormente y completándolos a 200 cc. de agua destilada. Los riegos se hicieron con agua destilada en una cantidad de 200 cc. por maceta, de a-

Parcourues.

1 - [illegible]

2 - [illegible] - 3 [illegible] [illegible] [illegible].

3 - [illegible] - 1 [illegible] [illegible] [illegible].

4 - [illegible] - 3 [illegible] [illegible] (3) [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible].

5 - [illegible] - 3 [illegible] [illegible] (4) [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible].

6 - [illegible] + [illegible] - 3 [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] (6) [illegible] ( )
respectivement par [illegible] [illegible] [illegible].

7 - [illegible] [illegible] [illegible], [illegible] [illegible] [illegible] [illegible],
[illegible], [illegible] 3 [illegible] [illegible] [illegible]-
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]:

1 [illegible] [illegible] (6)

2 [illegible] [illegible] (3)

1 [illegible] [illegible] (6)

2 [illegible] [illegible] (3)

3 [illegible] [illegible] (6)

3 [illegible] [illegible] ( )

[illegible] [illegible] [illegible] 3 [illegible] [illegible] [illegible]-
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]-

cuerdo a las necesidades de las plantas. Para prevenir el ataque de enfermedades fungosas, se pulverizaron las p plantas cada quince días con SR-406 a razón de 18 gr. por galón de agua destilada.

Experimento No. 3.

Con suelos provenientes de Desamparados, se llenaron 28 macetas de arcilla, cada una con 2.4 kilogramos de suelo; el pH se esos suelos fué de 5.2. En el mes de Diciembre de 1952 se sembraron tres plantitas de café Bourbón en cada maceta. El diseño experimental fué de bloques al azar con cuatro repeticiones, con siete tratamientos en cada replicación; los tratamientos fueron: Testigo, $CaSO_4$, $CaCO_3$, $ZnSO_4$, H_3BO_3, Zinc + Boro, Completo.

Experimento No. 4.

Para este experimento se utilizaron 21 tarros de hierro con un contendio de 3.6 kilogramos de suelo tomados de Grecia; el pH de esos suelos fué de 4.6. En el mes de Diciembre de 1952 se sembraron tres plantitas de café Bourbón en cada maceta. El diseño experimental fué de bloques al azar, con tres repeticiones y siete tratamientos en cada replicación. Los tratamientos fueron: Testigo, $CaSO_4$, $CaCO_3$, $ZnSO_4$, H_3BO_3, Zinc + Boro, Completo.

Experimento No. 5

En este experimento se utilizaron 21 tarros de hierro con un contenido de 3.0 kilogramos de subsuelo de Grecia; el pH de esas muestras fué de 4.2. En el mes de Marzo de 1953 se sembraron dos plantitas de café Bourbón en cada tarro. El diseño experimental fué de bloques al azar con tres repeticiones y siete tratamientos en cada replicación. Los tratamientos fueron: Testigo, $CaSO_4$, $CaCO_3$, $ZnSO_4$, H_3BO_3, Zinc + Boro, Completo.

En los experimentos Nos. 3, 4 y 5, las determinaciones de los efectos de los tratamientos se hicieron en el mes de Marzo de 1954 a base del número de hojas cloróticas y peso seco de las plantas de café.

Experimento No. 6

Con el objeto de estudiar de una manera más completa, en los suelos en los que se presenta el "Café Macho" las causas de esa anormalidad, como averiguar si se debe al bajo pH o a un exceso ó deficiencia de minerales, se planeó un experimento cultivando lechuga como planta indicadora en macetas con suelos tomados de 0-25 cms. de profundidad, en el lote No. 5 de la finca La Solera, en Grecia; habiendo sido el pH de esos suelos de 4.6. Para este experimento se utilizaron 120 macetas de porcelana, de capacidad de 1 kilogramo de tierra, pintadas interiormente con dos capas de pintura de asfalto;

los platillos para el drenaje de las macetas también fueron de porcelana y no fueron pintados, ya que eran de una superficie lisa e impermeable y de un acabado perfecto. Se utilizaron semillas seleccionadas de la variedad "White Boston".

Las plantitas de lechuga para el trasplante a las macetas se hicieron germinar en cajones con arena lavada y regadas con agua destilada.

Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas en bloques al azar con cuatro repeticiones y dos series de tratamientos (A y B).

Tratamientos:

Serie A.

1 - Testigo

2 - $CaSO_4$ 5 g/Kg. de suelo

3 - $CaCO_3$ 5 g/Kg. de suelo

Serie B.

Cálculos de elementos mayores en las siguientes proporciones por kilogramo de tierra:

N 150 mg. (P_2O_5) 150 mg., (K_2O) 100 mg., MgO 50 mg.

Soluciones molares en agua destilada:

a) KNO_3 (101.09 g/lt.) cada cm^3 contiene (14.00 mg. de N; 47.08 mg. de K_2O)

b) NH_4NO_3 (80.00 g/lt.) cada cm^3 contiene (28.00 mg. de N

c) KH_2PO_4 (136.11 g/lt.) cada cm^3 contiene (47.04 mg. de K_2O; 71.02 mg. de P_2O_5)

d) $NH_4H_2PO_4$ (115.02 g/lt.) cada cm^3 contiene (14.00 mg. de N; 71.02 mg. de P_2O_5)

e) $Mg(NO_3)_2$ (256.32 g/lt.) cada cm^3 contiene (47.02 mg. de MgO; 28.00 mg. de N)

f) $MgSO_4$ (246.38 g/lt.) cada cm^3 contiene (47.02 mg. de MgO

Soluciones de elementos menores en agua destilada:

g) Fe - (Sequestrene) 0.5 g/lt.

h) B - H_3BO_3 2.86g/lt.

i) Zn - (Sequestrene) 0.50g/lt.

j) Cu - (Sequestrene) 0.50g/lt.
Mn - (Sequestrene) 0.50g/lt.
Mo - H_2MO_4 0.09g/lt.

Calcular o valor de cada dentre:

a) $\sqrt{0,25}$ (Resposta: 0,5)

b) $\sqrt{0,09}$ (Resposta: 0,3)

c) $\sqrt{1,21}$ (Resposta: 1,1)

d) $\sqrt{0,25 + 0,09}$ (Resposta: 0,4)

e) $\sqrt{0,25 \times 0,09}$ (Resposta: 0,15)

f) $\sqrt{0,25 - 0,09}$ (Resposta: 0,4)

Calcular o valor de cada dentre:

a) $\sqrt{4}$ - (Resposta: 2)

b) $\sqrt{9}$ - 3

c) $\sqrt{36}$ - (Resposta: 6)

d) $\sqrt{25}$ - (Resposta: 5)
$\sqrt{16}$ - (Resposta: 4)
$\sqrt{25 + 16}$ - 6

Centímetro cúbico de las soluciones aplicadas a cada kilogramo de suelo

Tratamientos	Soluciones											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j		
										Cu	Mn	Mo
Completo		3.03	2.12		1.27		1	5	1	1	1	1
-N			2.12			1.06	1	5	1	1	1	1
-P	2.12	3.23			1.06		1	5	1	1	1	1
-K		3.24		2.11	1.06		1	5	1	1	1	1
-Mg		5.35	2.12				1	5	1	1	1	1
-Fe		3.03	2.12		1.27			5	1	1	1	1
-B		3.03	2.12		1.27		1		1	1	1	1
-Zn		3.03	2.12		1.27		1	5		1	1	1
-Cu Mn Mo		3.03	2.12		1.27		1	5	1			
Testigo												

Los tratamientos de la serie B se aplicaron tomando los centímetros cúbicos de las soluciones indicadas en el cuadro anterior, los que fueron completados a 100 cc. de agua destilada para cada maceta. En este caso, por un error se aplicó 454.52 mg. de P_2O_5 en los tratamientos completo, -Fe, -B, -Zn y -(Cu, Mn, Mo), o sea tres veces más que la indicada, que es de 150 mg. de P_2O_5 por kilogramo de suelo; en los demás tratamientos la aplicación de P_2O_5 fué correcta.

Para prevenir el ataque de enfermedades fungosas a las plantas, se hicieron pulverizaciones cada diez dias de SR-406 a razón de 18 g. por galón de agua destilada. Los riegos se hicieron normalmente de acuerdo a las necesidades de las plantas a razón de 100 cc. de agua destilada por maceta.

Al cabo de siete semanas se hizo la cosecha, cortando las plantas al nivel del suelo, y la determinación del efecto de los tratamientos se hizo a base del peso seco de las plantas, las cuales fueron secadas a la estufa a la temperaturade 70ºC.

Experimentos de campo en Grecia

Experimento No. 7.

En el lote No. 5 de la finca La Solera, en Grecia, en 150 plantas de café Bourbón de nueve años de

[illegible]

Los [illegible] de la [illegible] [illegible] tomando los [illegible] de [illegible] [illegible] [illegible] cada [illegible] en el [illegible] [illegible]. Los [illegible] [illegible] a los [illegible]. Se [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] caso, por un [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] tratamiento [illegible] completo, -1e, -1, -1m y -(1a, 1n, 1o), o sea tres veces [illegible] y a la [illegible], [illegible] [illegible]. De [illegible] [illegible] [illegible] aplicación de [illegible] [illegible] [illegible].

Para prevenir el ataque [illegible] [illegible] sea a las plantas, se [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] dia de 72-[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]. Los [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] las [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

edad y con síntomas de "Café Macho", se hicieron seis tratamientos distribuídos en bloques al azar, con cinco repeticiones; cada parcela con una superficie de 25 metros cuadrados contenía cinco cafetos. Para evitar el efecto de tratamientos entre parcelas vecinas, se dejó como bordes hileras de cafetos tanto entre parcelas como entre bloques.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1.	Testigo	
2.	$CaSO_4$	4,000 ppm.
3.	$Ca(OH)_2$	4,000 ppm.
4.	$ZnSO_4$	3.5%
5.	$Na_2B_4O_7$	3.5%
6.	$ZnSO_4$ $Na_2B_4O_7$	3.5% 3.5%

Los tratamientos 2 y 3 fueron aplicados al suelo y los 4, 5 y 6 fueron aplicados por atomización al follaje. Las atomizaciones de $ZnSO_4$ y $Na_2B_4O_7$ se hicieron en dos épocas, una antes de la floración a fines de Enero y la otra cuando los frutos estuvieron ya formados, en el mes de Mayo.

Experimento No. 8

Con 48 cafetos de la misma edad, contiguos al experimento anterior, se hizo un ensayo de encalamiento

[illegible]

[illegible] con [illegible] "Ca[illegible]", [illegible] la impo-
tación de [illegible] [illegible] es el caso, [illegible] co-
[illegible]; [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
de [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]
[illegible].

Los [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]:

1. [illegible]
2. $CaCO_3$ [illegible]
3. $Ca(OH)_2$ [illegible]
4. $CaSO_4$ [illegible]
5. $MgCO_3$ [illegible]
6. [illegible]
7. Na_2CO_3 [illegible]

Los [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

del suelo a tres niveles, distribuídos en cuadrado latino de 4 x 4, existiendo en cada parcela tres cafetos en una superficie de 15 metros cuadrados. Para evitar el efecto de los tratamientos entre parcelas vecinas, se dejó como bordes, hileras de cafetos tanto entre parcelas como entre bloques.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Testigo
2. $Ca(OH)_2$ 1,000 ppm.
3. $Ca(OH)_2$ 2,000 ppm.
4. $Ca(OH)_2$ 5,000 ppm.

Las determinaciones de los efectos de los tratamientos de los dos experimentos anteriores se hicieron a base de la producción del fruto en estado de cereza. La cosecha se hizo en un 50% de maduración el 11 de Diciembre de 1953.

Experimentos de campo en Turrialba

Con el objeto de estudiar las deficiencias de nutrientes del cafeto en la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, se realizaron dos experimentos de fertilización con elementos mayores y menores.

Los suelos donde se hicieron los ensayos tenían un pH de 6.0; el cultivo anterior fué de fréjol,

del suelo a las plantas, determinándose en cada una la cantidad de P_2O_5 existiendo en cada varas. Para colocar en una superficie de 15 metros cuadrados. Para evitar el exceso de los tratamientos entre parcelas vecinas, se dejó como borde, filas de cañas tanto entre parcelas como entre bloques.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Testigo
2. $Ca(OH)_2$ 1,000 ppm.
3. $Ca(OH)_2$ 4,000 ppm.
4. $Ca(OH)_2$ 8,000 ppm.

Las determinaciones de los efectos de los tratamientos de los dos experimentos anteriores se hicieron a partir de la producción del fruto en cada año de cosecha. Se cosechó en total en 5 años de producción el II de Diciembre de 1972.

Características de los suelos

Con el fruto se anotaban las cantidades de materias que existían en la fibra y la cáscara. Para cada uno de diferente manejo, se determinaron dos muestras de fertilizantes, que se mezclaron y promedian.

Los valores obtenidos en nitrógeno se analizaron mediante un pq de 4.0; el análisis sobre la fruta 1,

que fué incorporado al suelo como abono verde. Para prevenir el ataque de enfermedades fungosas a las plantitas de café, los suelos fueron desinfectados previamente con una solución de 38 mg. de formalina en 750 mg. de agua por pie cuadrado de suelo. Las parcelas fueron de una extensión superficial de dos metros cuadrados, en cada una de las cuales se sembraron 27 plantitas de café Bourbón de 1 mes de edad.

Experimento No. 9.

El diseño experimental fué de once tratamientos, distribuídos en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. N - Urea 1%
2. P - Superfosfato 40 gr.
3. K - Cloruro de potasio 40 gr.
4. Mg - Chelated 9 gr.
5. Ca - Chelated 9 gr.
6. Fe - Chelated 9 gr.
7. B - Acido bórico 0.25%
8. Zn - Sulfato de zinc 0.5%
9. Cu - Sulfato de cobre 0.5%
   Mn - Sulfato de manganeso 0.5%
   Mo - Molibdato de amonio 0.1%

El fósforo, potasio, magnesio, calcio y hierro, fueron aplicados al suelo, y el nitrógeno, boro, zinc,

que fué incorporado al suelo como abono verde. Para prevenir el ataque de enfermedades fúngicas e insectos de cacé, los suelos fueron desinfectados previamente con una solución de 30 m. de formalina en 750 c. de agua por pie cuadrado de suelo. Las parcelas fueron de una extensión superficial de dos metros cuadrados, en cada una de las cuales se sembraron 27 plantitas de café común de 1 mes de edad.

Experimento No. 9.

El diseño experimental fué de once tratamientos, distribuídos en bloques al azar con cuatro repeticiones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. N - Urea 1%
2. P - Superfosfato 40 gr.
3. K - Cloruro de potasio 40 gr.
4. Mg - Quelated 9 gr.
5. Co - Quelated 9 gr.
6. Fe - Quelated 9 gr.
7. B - Acido bórico 0.5%
8. Zn - Sulfato de zinc 0.5%
9. Cu - Sulfato de cobre 0.5%
   Mn - Sulfato de manganeso 0.5%
   Mo - Sulfato de molibdeno 0.1%
10. Mezcla de todos los elementos 0.1%

El fósforo, potasio, magnesio, calcio y micronutrientes, fueron aplicados al suelo, y el nitrógeno, cobre, zinc,

cobre, manganeso y molibdeno, fueron aplicados por atomización al follaje. Las soluciones de los nutrientes aplicados por atomización al follaje se neutralizaron con 0.5% de cal.

La aplicación de los fertilizantes se hizo de la siguiente manera:

Tratamientos	N	P	K	Mg	Ca	Fe	B	Zn	Cu	Mn	Mo
Completo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-N		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-P	+		+	+	+	+	+	+	+	+	+
-K	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+
-Mg	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+
-Ca	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+
-Fe	+	+	+	+	+		+	+	+	+	+
-B	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
-Zn	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
-Cu -Mn -Mo	+	+	+	+	+	+	+	+			
Testigo											

Experimento No. 10.

A continuación del experimento anterior, en las mis-

cobre, manganeso y molibdeno, fueron aplicados en atomización al follaje. Las soluciones de los tratamientos aplicados por atomización al follaje se neutralizaron con C.Ca de cal.

La aplicación de los fertilizantes se hizo de la siguiente manera:

Tratamientos	T	N	Mg	Ca	[illegible]	[illegible]	Zn	Cu	Mn	[illegible]
Completo	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
-N		+	+	+	+	+	+	+	+	+
-P	+		+	+	+	+	+	+	+	+
-K	+	+		+	+	+	+	+	+	+
-Mg	+	+	+		+	+	+	+	+	+
-Ca	+	+	+	+		+	+	+	+	+
-Fe	+	+	+	+	+		+	+	+	+
-[illegible]	+	+	+	+	+	+		+	+	+
-Zn	+	+	+	+	+	+	+		+	+
Cu -Mn Mo	+	+	+	+	+	+	+			
Testigo										

Experimento No. 10.

A este ensayo el experimento [illegible], en las mis-

mas condiciones, se hicieron 14 tratamientos con aplicaciones individuales de fertilizantes, distribuídos en bloques al azar, con cuatro repeticiones.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Ca	-	Ca(OH)2	1,000 ppm.
Ca	-	Ca(OH)2	2,500 ppm.
Ca	-	Ca(OH)2	5,000 ppm.
S	-	Azufre sublimado	250 ppm.
S	-	Azufre sublimado	750 ppm.
N	-	Urea	1 %
P	-	Superfosfato	40 g.
K	-	Cloruro de potasio	40 g.
Mg	-	Sequestrene	9 g.
Fe	-	Sequestrene	9 g.
Zn	-	Sulfato de zinc	0.5%
B	-	Acido bórico	0.25%
(Cu	-	Sulfato de cobre	0.5%
(Mn	-	Sulfato de manganeso	0.5%
(Mo	-	Molibdato de amonio	0.1%

Testigo

Las substancias dadas en gramos fueron aplicadas al suelo y las substancias dadas en porcentajes de concentración fueron aplicadas por atomización al follaje cada quince días. Para prevenir enfermedades fungosas en los cafetos, se hicieron atomizaciones quincenales de Sr-406 en una proporción de 18 gr. por galón de

[illegible] condiciones, se [illegible] la preparación de [illegible] [illegible] de Ferlilizantes, el [illegible] [illegible] [illegible], por cuarto [illegible].

Los [illegible] [illegible] Iberpon [illegible] [illegible]:

Ca	- Ca(OH)2	[illegible]
Ca	- Ca(OH)2	[illegible]
Ca	- Ca(OH)2	[illegible]
S	- Ac. Fre. [illegible] Limpio	[illegible]
A	- Acetato [illegible] Limpio	[illegible]
W	- Urea	1 [illegible]
P	- [illegible]	40 [illegible]
K	- Cloruro [illegible]	40 [illegible]
Mn	- [illegible]	9 [illegible]
Fe	- [illegible]	9 [illegible]
Cu	- [illegible]	0.5%
Z	- [illegible]	0.5%
(Co	- [illegible]	0.5%
(Ni	- [illegible]	0.5%
(Mo	- Molibdato de [illegible]	0.1%

[illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [

agua. El intervalo entre las aplicaciones de los fertilizantes en solución, así como de fungicida, fué de una semana.

Las determinaciones de los efectos de los tratamientos se hicieron a los once meses de edad de las plantas, a base del número total de hojas, así como también del peso seco de las plantas, para lo cual se tomaron sólo diez cafetos de la parte central de la parcela.

a ua. El intervalo entre las aplicaciones de los fertilizantes en solución, así como el tipo, dó se una sequía.

Los det minación a los efectos de la ure

tamiento se liberan a los cocoteros de edad de las plantas, a ura del clorro total de cloro, así como también del pero nco de las hojas, para lo cual se tomaron hojas dies cototo de la parte en tral de la ma cela.

RESULTADOS

En hojas de plantas de "Café Macho" se aplicó N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, B, en forma de inyecciones foliares; no se observó cambio alguno después de las aplicaciones.

Los mismos elementos anteriores se aplicaron en cafetos con otros tipos de clorosis foliares. En cafetales de la Cooperativa Victoria, en Grecia, se diagnosticó la deficiencia de zinc; aplicaciones de sulfato de zinc al follaje de los cafetos dieron muy buenos resultados, corrigiendo la mencionada deficiencia (figuras 2 y 3). En la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas en Turrialba se diagnosticó la deficiencia de hierro (figura 4).

Análisis espectrográficos de minerales en suelos y hojas con y sin afección de "Café Macho"

En el informe parcial de los análisis realizados en el Instituto Agronómico de Campinas, Brasil, no se indica ninguna diferencia que pueda explicar la causa de la afección. Hay indicaciones de la deficiencia de boro en los suelos de Grecia, tanto en las areas con "Café Macho" como en las de plantas aparentemente sanas.

El análisis colorimétrico indica un contenido

RESUMEN

En hojas de lechuga de "café negro" se aislaron N, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13 compuestos folíneos; no se observó ninguna de ellas en las hojas de cebolleros.

Los mismos elementos antedichos se encontraron en cafetos con otros tipos de elementos folíneos. En cafetales de la Cooperativa Victoria, en Mesía, se estudió la deficiencia de zinc; aplicaciones de sulfato de zinc al follaje de los cafetos dieron muy buenos resultados, corrigiendo la mencionada deficiencia (Figuras 2 y 3). En el fundo del Instituto Interamericano de Ciencias A Fischer en Turrialba se también hizo la deficiencia de hierro (Figura 4).

Análisis espectro fílicos de otras plantas en cultivo y hojas con y sin afección de "Café negro"

En el trabajo parcial de los análisis realizados en el Instituto A Fonchimbo de Cumbaya, Pichincha, no se indica ninguna diferencia que se de en relación la causa de la afección. Hay incremento de la actividad de hongo en los cultivos de Pichincha, tanto en las hojas con "Café negro" como en las de plantas aparentemente sanas.

El análisis color "Lugol" indica un contenido

Figura 2. Síntomas de deficiencias de zinc en el cafeto. Obsérvese la forma lanceolada así como la clorosis típica que presentan las hojas.-

Figura 3. Crecimiento normal de las hojas apicales después de la aplicación de sulfato de zinc.-

Fig. 2. [illegible] deficiencias de zinc en el cafeto. [illegible] la forma lanceolada así como la clo- [illegible] que presentan las hojas.

Fig. 3. [illegible]

Figura 4. Síntomas de la deficiencia de hierro en hojas obtenidas de cafetos tratados con exceso de cal. Obsérvese la clorosis, así como las nervaduras de color más oscuro, que en el original son verdes. La hoja del extremo derecho es normal.-

alto de manganeso en las hojas de "Cafe Macho", cuyos resultados son los siguientes:

Tabla 2. Cantidad de MnO en hojas de "Café Macho" y en hojas de café sano.

No. de Muestras	Hojas de cafetos sanos %MnO	Hojas grandes de "Café Macho" %MnO	Hojas pequeñas de "Café Macho" %MnO
1	0.213	1.309	0.965
2	0.282	0.750	0.807
3	0.254	0.714	0.821
4	0.247	0.780	0.806
5	0.397	0.717	0.835
Promedio	0.278	0.855	0.846

Los resultados del contenido de MnO en hojas de café con y sin afección de "Café Macho" se pueden observar más claramente en los Graficos 1 y 2.

Experimento No. 1.

Los síntomas de toxicidad de manganeso comenzaron a aparecer a los cuatro meses después de las aplicaciones, tanto en las plantas tratadas con 50 ppm. y 500 ppm. de manganeso, y consistieron en una clorosis del follaje, habiendo sido más acentuada en las plantas tra-

[illegible] "[illegible]", cuyos [illegible] son los siguientes:

Cuadro 6. [illegible] "[illegible]" [illegible] el [illegible] estudiado.

No. de [illegible]	[illegible] [illegible] [illegible]	[illegible] [illegible] [illegible]	[illegible] [illegible] [illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]
1	0.215	1.250	[illegible]
2	0.[illegible]2	0.750	0.[illegible]
3	0.[illegible]4	0.714	[illegible]
4	0.[illegible]	0.750	[illegible]
5	0.[illegible]	0.777	0.[illegible]5
Promedio	0.[illegible]	[illegible]	0.[illegible]

[illegible] el [illegible] de [illegible] de [illegible] de "[illegible]" [illegible] [illegible] [illegible] 1 y 2.

[illegible]

[illegible] [illegible] [illegible] [

tadas con 500 ppm. Seis meses después las plantas tratadas con 50 ppm. aparentemente se normalizaron; en cambio las tratadas con 500 ppm. sufrieron una fuerte defoliación, como se puede ver en la Figura 5. Las hojas nuevas fueron de un tamaño ligeramente más reducido que las del testigo; posteriormente la clorosis en las hojas jóvenes se tornó en una coloración amarillenta-blanquecina, habiéndose producido hojas completamente blancas, aunque los nervios centrales, laterales y tercearios se conservaban verdes (Figura 6). No se observaron formaciones de palmillas, entrenudos cortos, síntomas generalmente asociados al "Café Macho".

Realizando inyecciones foliares por el método de Costa y Franco, se diagnosticó la deficiencia de hierro en las plantas.

Experimento No. 2.

A los tres meses después de la aplicación de los tratamientos, en las plantas tratadas con 6,600 ppm., 13,333 ppm., y 20,000 ppm. de $Ca(OH)_2$, se observaron los primeros síntomas del exceso de cal. Dichos síntomas consistieron en unaamarillamiento de la lámina de todas las hojas, en las cuales permanecieron verdes las nervaduras centrales, laterales y terciarias. Luego sufrieron las plantas una marcada defolia

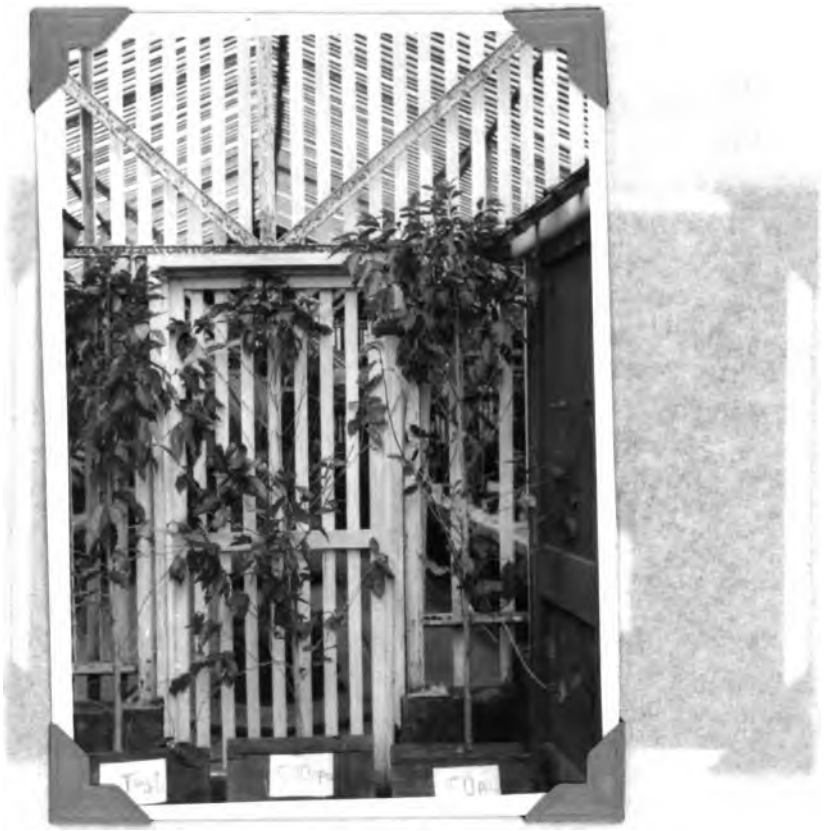


Figura 5. Aspecto de cafetos en los que se reprodujeron los síntomas de toxicidad de manganeso. Tratamientos, de izquierda a derecha: Testigo, 500 ppm. de manganeso, y 50 ppm. de manganeso. Obsérvese la fuerte defoliación de la planta tratada con 500 ppm. de manganeso.-

Figura 6. Aspecto de hojas cloróticas obtenidas de cafetos tratados con 500 ppm. de manganeso. Obsérvese los distintos estados de clorosis que van desde un color amarillo anaranjado hasta completamente blanco. Las nervaduras se presentan siempre más oscuras. Las hojas del extremo derecho es normal.

ción, permaneciendo solamente de dos a cinco hojas en cada planta y por esta razón el crecimiento fué muy lento.

Por medio de inyecciones foliares por el método de Roach y el de Costa y Franco, se diagnosticó la deficiencia de hierro en las plantas.

Cultivos de cafetos y otras plantas bajo condiciones de invernadero

Experimento No. 3

Las plantas presentaron una clorosis que consistió en un amarillamiento que se inició en el ápice y luego ocupaba toda la hoja, observándose puntos y áreas necróticas en los bordes y en el limbo de las hojas, como se puede ver en la Figura 7. La clorosis se presentó primero en las hojas más viejas y luego avanzó hacia las jóvenes.

Entre los tratamientos realizados, los que beneficiaron a los cafetos en la desaparición de la clorosis, fueron los siguientes: $CaSO_4$, $CaCO_3$ y completo; las plantas con estos tratamientos fueron las que presentaron el menor número de hojas cloróticas como se puede ver en el cuadro 1. La aplicación de $CaCO_3$ y la solución completa, fueron los que incrementaron el mayor crecimiento de las plantas en rela-

ción, [illegible] en cada planta, por esta razón el crecimiento [illegible] lento.

Por medio de [illegible] se [illegible] todo de [illegible] y el de [illegible], se [illegible] la deficiencia de hierro en las plantas.

Cultivo de cañetos y otras plantas en medio de inversadero

Experimento No. 3

Las plantas presentaron una clorosis que consistió en un amarillamiento que se inició en el ápice y luego se [illegible] toda la hoja, observándose puntos áreas [illegible] en las hojas y en el tallo de las jóvenes, como se puede ver en la figura 7. La clorosis se presentó primero en las hojas [illegible] viejas y luego avanzó hacia las jóvenes.

[illegible] los [illegible], las que precedieron a la [illegible] de la clorosis, [illegible] plato; las [illegible] que [illegible] como se [illegible] I. [illegible] $CaCO_3$ [illegible], se [illegible] contenían el [illegible]

Figura 7. Tipos de clorosis foliar obtenida bajo condiciones de invernadero, de cafetos sembrados en suelos en los que se presenta "Café Macho", la misma que se encuentra también en condiciones de campo. Obsérvese la clorosis del ápice y bordes delas hojas, así como los puntos y bordes necróticos. Los síntomas son bastante similares a la deficiencia de boro. La hoja del extremo derecho es normal.

ción a las del testigo. El aumento de crecimiento se tradujo en el aumento de peso seco de las plantas, como se puede ver en el Cuadro 2.

El efecto de los tratamientos en los cafetos sombreados en los suelos de Desamparados, tanto en la desaparición de la clorosis como en el aumento del peso seco de las plantas, se puede ver claramente en el Grafico 3.

Experimento No. 4

También en este experimento los cafetos presentaron los mismos síntomas descritos en el experimento anterior.

Los tratamientos que mejor efecto tuvieron en la disminución de la clorosis foliar, fueron los siguientes: $CaSO_4$, $CaCO_3$ y completo; mientras tanto los cafetos tratados con $ZnSO_4$, H_3BO_3 y los del testigo, presentaron una clorosis general en casi toda la planta; los resultados de esta determinación se pueden ver en el Cuadro 3. Las aplicaciones de $CaSO_4$, $CaCO_3$ y la solución completa, fueron las que produjeron el mayor crecimiento de los cafetos, como se puede ver en la Figura 8, dando como resultado el aumento de peso seco de las plantas, cuyos datos se hallan en el Cuadro 4.

Los efectos de los tratamientos en los cafetos sembrados en suelos de Grecia, en la desaparición de la clorosis como en el aumento de peso seco de las

ción a las del tercio. El cuarto se calentó en tu-
bujo en el cual iba de [illegible] Ivá, como se
puede ver en el [illegible].

El efecto de los tratamientos en la cantidad
comprendida en la región de [illegible], en la fo-
ganización de la clorosis [illegible]
de las plantas, se puede ver el número en la tabla 3.

Experimento No. 4

También en este experimento los cultivos pre-
sentaron los mismos síntomas de carácter en el crecimien-
to anterior.

Los tratamientos que mejor efecto tuvieron en
la disminución de la clorosis fueron los siguien-
tes: ($CaCO_3$, $FeCO_3$ y control); siguiendo los restantes
tratados con $MgCO_3$, siendo el de Fe_2O_3 el menos
una clorosis general en casi todas las plantas; la tenden-
tación de este último consistió en que [illegible] efecto
3. Por el [illegible] de $BaSO_4$, $CaSO_4$ y [illegible] clorosis
plete, [illegible] el crecimiento
de los [illegible], como se ve en la [illegible],
con [illegible] de [illegible] en [illegible],
cuyos [illegible].

Los [illegible] de los [illegible] en los cultivos
tos [illegible] de [illegible], en un de [illegible]
de [illegible] [illegible]

Figura 8. Aspecto de cafetos sembrados en suelos de Grecia. Obsérvese el mayor crecimiento de las plantas tratadas con $CaSO_4$, $CaCO_3$ y la solución completa.-

plantas se observa en el Gráfico 5.

Haciendo una relación de los efectos de los tratamientos en el peso seco de los cafetos sembrados en los suelos de Desamparados y los de Grecia, se puede observar que los efectos son los mismos en ambos suelos, aunque hay un mayor incremento de peso en las plantas sembradas en suelos de Grecia (Gráfico 6).

Experimento No. 5

Los cafetos sembrados en subsuelo de Grecia tuvieron un crecimiento lento; los internudos así como las hojas eran bastante pequeñas y la clorosis fué bastante generalizada para todas las plantas con los distintos tratamientos. La determinación del efecto de los tratamientos en este caso se hizo por el número total de hojas y las plantas que mayor número de hojas tuvieron, fueron las tratadas con $CaCO_3$ y la solución completa, como se puede ver en el Cuadro 5. La aplicación de la solución completa fué el que incrementó un mayor desarrollo de las plantas (Figura 9), traduciéndose en un aumento del peso seco de los cafetos (Cuadro 6).

Los efectos de los tratamientos en los cafetos sembrados en subsuelo de Grecia, en el mayor número de hojas como en el aumento del peso seco de las plantas, se puede ver en el Gráfico 5.

plan no se observe en el cuadro 5.

Relativo a la relación de los efectos de los tratamientos con el paso de los años, se observa que los suelos de Beerwalde y Jena, se caracterizan por reservar que los efectos en los rendimientos, aun que hay un ma cr incremento de rendimiento, fueron bradas en suelos de Greifs (cuadro 6).

Un momento No. 5

Los efectos acumulados en rendimiento de la cosecha tuvieron un crecimiento lento; los interpreto a como las rocas eran bastante pequeñas y la clorosis fué bastante alineada como todas las plantas con los distintos tratamientos. La [illegible] del efecto de los tratamientos en este caso se [illegible] el efecto total de roca, la [illegible] y el efecto de [illegible] tuvieron, fueron [illegible] tadas con [illegible] y [illegible] completo, como se puede ver en el cuadro 5. La [illegible] cación de la cal sólo [illegible] é [illegible] un mayor efecto [illegible] (cuadro 7), mientras que [illegible] en [illegible] los efectos (cuadro 8).

[illegible] efectos [illegible] los cultivos [illegible] mero [illegible] plantas, [illegible] cuadro 9.

Figura 9. Aspecto de cafetos sembrados en sub-suelo proveniente de Grecia. Obsérvese el mayor crecimiento de las plantas tratadas con la solución completa.-

La relación de los efectos de los tratamientos en el peso seco de los cafetos sembrados en suelo y subsuelo de Grecia, se indica en el Grafico 7.

Experimento No. 6

Utilizando lechuga como planta indicadora en los suelos de Grecia, entre los tratamientos de la serie A, beneficiaron a las plantas las aplicaciones de calcio, principalmente en forma de carbonato; el sulfato de calcio no afectó el pH de los suelos (4.6) aunque sí hubo un pequeño aumento del peso seco de las plantas. La adición de calcio en forma de carbonato elevó el pH de 4.6 a 5.7; el peso seco de las plantas en este tratamiento aumentó a más del doble en relación a los obtenidos del testigo.

Una vez corregido el pH del suelo con la aplicación de carbonato de calcio, con la adición de los tratamientos de la serie B, se encontró que los suelos en estudio fueron deficientes en algunos elementos como P, K, Mg, Fe, B, N; no hubo deficiencias de zinc, cobre, manganeso y molibdeno; al contrario, el tratamiento de la aplicación de la solución completa menos zinc, aumentó el peso seco de las plantas en relación al obtenido de las plantas tratadas con solución completa, siendo ese incremento significativo.

Los resultados de los efectos de los tra-

[illegible]

[illegible]

[illegible]

tamientos se pueden observar de mejor manera en el Cuadro 7 y en el Gráfico 8. Los resultados en las plantas de lechuga se pueden ver en las Figuras 10, 11 y 12.

En lo que respecta a las deficiencias de los elementos P, K, Mg y N, puede que no sean muy evidentes, ya que por un error cometido en la aplicación de P_2O_5 en una cantidad tres veces mayor que la indicada no nos permite aseverar tales deficiencias, pero sí de las de hierro y boro.

Experimento de Campo en Grecia

Experimento No. 7

En Grecia, en cafetos con afección de "Café Macho" en condiciones de campo, las aplicaciones de $CaSO_4$ y $Ca(OH)_2$, no tuvieron ningún efecto en la producción del fruto, pero aparentamente tuvieron un efecto benéfico en el aspecto físico de las plantas. Haciendo una relación de los efectos de los tratamientos a base de la producción de cinco cafetos, la aplicación de $ZnSO_4$, no tuvo ningún efecto positivo en la producción (4,326 g.), observándose más bien una pequeña disminución en relación a la obtenida del testigo (4,549 g.). La aplicación de $Na_2B_4O_7$ aumentó la producción del fruto (12,684 g.), aproximadamente tres veces más que la obtenida del testigo. Los cafetps tratadps cpm zinc y boro en conjunto disminu-

Figura 10. Aspecto de lechugas sembradas en macetas con suelos de "Café Macho", en las que se observan el efecto de la adición de fertilizantes.

Tratamientos serie A:

En hileras horizontales de abajo hacia arriba: Testigo, $CaSO_4$ y $CaCO_3$.

Tratamientos serie B:

En columnas de izquierda a derecha, en orden de colocación respectivamente: Completo, -N, -P, -K, -Mg, -Fe, -B, -Zn, -Cu
-(Mn
(Mo, Testigo.

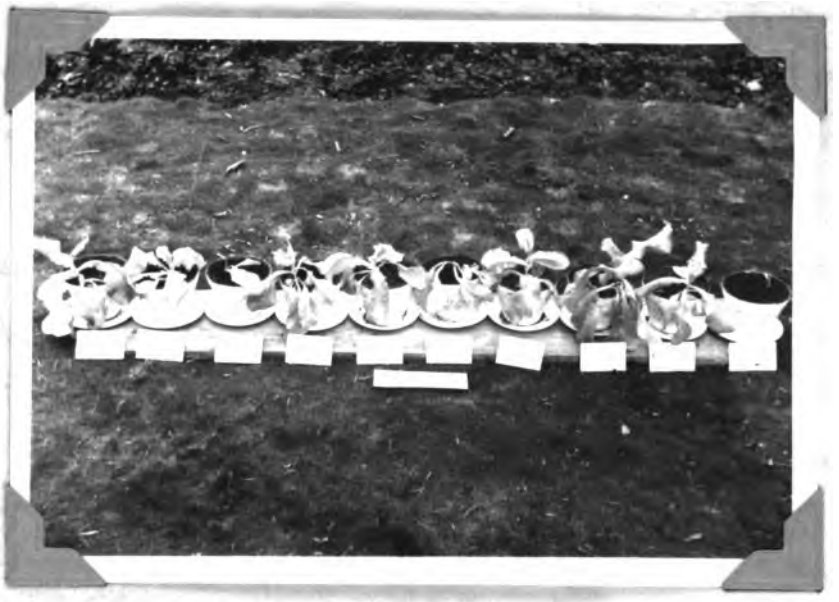


Figura 11. Tratamientos Serie A: $CaCO_3$

Tratamientos Serie B: De izquierda a derecha: Completo, -N, -P, -K, -Mg, -Fe, -B, -Zn, -Cu -Mn -Mo, Testigo.

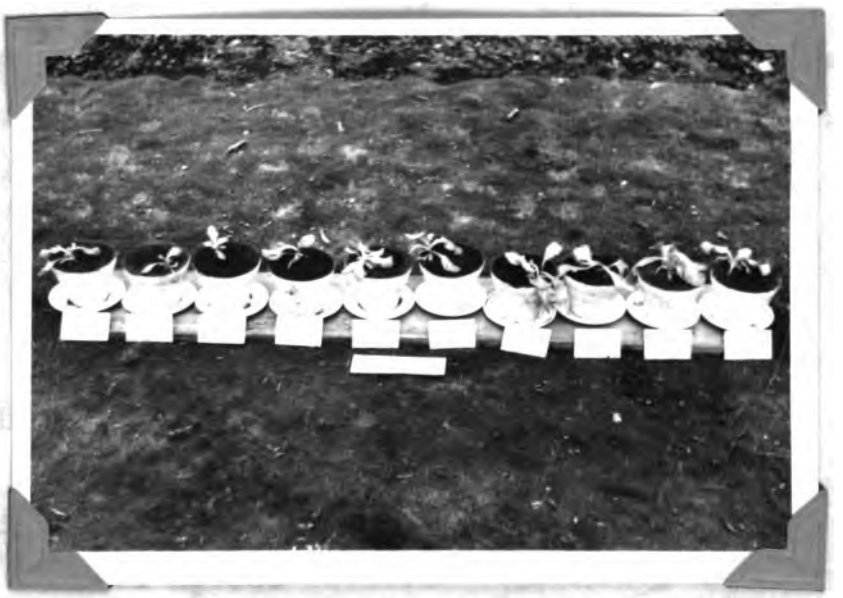


Figura 12. Tratamientos Serie A: Testigo.

Tratamientos Serie B: De izquierda a derecha: Completo, -N, -P, -K, -Mg, -Fe, -B, -Zn, -Cu -Mn -Mo, Testigo.-

Figure 11. Tetrahedron [illegible]: [illegible]

Tetrahedron [illegible]: [illegible] in [illegible] a [illegible]:
[illegible] -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti,
-Ti
-Ti
-Ti, [illegible].

Figure 12. [illegible]: [illegible].

[illegible]: [illegible] in [illegible]:
[illegible] -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti, -Ti,
-Ti
-Ti
(Ti, [illegible] -

yeron la producción (9,627 g.) en relación a la obtenida de los cafetos tratados solo con boro; observándose en este caso que el zinc inhibió el efecto del boro, habiendo sido esta diferencia significativa al 5%. Los resultados se pueden observar en el Cuadro 8 y en el Gráfico 9, estableciéndose de este modo la evidencia de la deficiencia de boro, cuyos síntomas se pueden ver en las Figuras 13 y 14, que son comunes en cafetos con afección de "Café Macho"

Experimento No. 8

Del encalamiento con $Ca(OH)_2$ en suelos donde se presenta "Café Macho", en Grecia, no se obtuvo ningún resultado positivo en la producción del fruto en ninguno de los niveles aplicados (Cuadro 9), aunque aparentemente sí tuvo un efecto benéfico en el aspecto físico de las plantas, de sobremanera en las hojas que volvían a su normalidad tanto en su tamaño como en el verdor.

Experimentos de Campo en Turrialba

Experimento No. 9

Por el método substractivo, o sea aplicando N, P, K, Mg, Fe, Zn, B, Cu, Mn, Mo, como tratamiento completo y quitando de éste cada uno de los elementos

[illegible] (3, 77 [illegible]) es preferible a la [illegible] de los cafetos tratados solo con boro; observándose en este caso [illegible] el zinc inhibió el efecto del boro, habiendo sido esta diferencia significativa al 5%. Los resultados se pueden observar en el cuadro 9 y en el gráfico 9, e igualándose de otra manera la evolución de la deficiencia de boro, ya [illegible] como se puede ver en la figura 17 y 18, que son comparadas en el gráfico con el gráfico de "café [illegible]"

Experimento No. 8

Del cuadro [illegible] con el (C.1)2 en [illegible] se presenta "[illegible]", en [illegible], no se observó síntoma de deficiencia en [illegible] ninguno de los elementos [illegible], aunque aparentemente el tratamiento [illegible] es el que [illegible] físico de [illegible], [illegible] volúmen a [illegible] el tamaño como en el verdor.

[illegible]

Experimento No. 9

[illegible]

N, P, K, [illegible] completo [illegible]

Síntomas de deficiencias de boro en "Café Macho"

Figura 13. Obsérvese la palmilla en el extremo de la rama, así como las yemas terminales sin crecimiento activo.

Figura 14. Obsérvese la clorosis y deformación de las hojas.

a investigarse en los demás tratamientos, se obtuvo que en los suelos de la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas los cafetos con los tratamientos completo menos nitrógeno, completo menos Mg, y completo menos hierro, tuvieron un menor número de hojas en relación a las plantas con tratamiento completo (Cuadro 10 y Gráfico 10); haciendo determinaciones por el peso seco de las plantas, los cafetos con los tratamientos anteriormente citados dieron un menor peso de materia seca (Cuadro 11 y Gráfico 11), habiendo obtenido por las dos determinaciones indicadas las deficiencias de nitrógeno, magnesio y hierro.

Experimento No. 10

Por el método aditivo, o sea aplicaciones individuales de los elementos Ca a tres niveles, S a dos niveles, N, P, K, Mg, Zn, B, Cu, Mn, Mo, haciendo determinaciones por el número total de hojas, las aplicaciones de nitrógeno, magnesio y hierro, fueron los que incrementaron mayor número de hojas de las plantas en relación a las del testigo (Cuadro 12 y Gráfico 12); determinando el efecto de los tratamientos por medio del peso seco de las plantas, los tratamientos que más incrementaron el peso fueron las aplicaciones de nitrógeno, magnesio y hierro (Cuadro 13 y Gráfico 13).

En estos dos últimos experimentos, las aplica-

[illegible] tratamientos, se observa que [illegible] del Instituto Interamericano de [illegible] estudios con los tratamientos [illegible] completo menor N, y completo menor [illegible], tuvieron un menor número de hojas en relación a los [illegible] con tratamiento completo (Cuadro 10 y Gráfico 10); [illegible] determinaciones por el peso seco [illegible], los estudios con los tratamientos anteriores [illegible] tuvieron un mayor peso de materia seca (Cuadro 11 y Gráfico 11), [illegible] notando por las dos determinaciones [illegible] las deficiencias de nitrógeno, magnesio y [illegible].

[illegible] No. 10

Por el método crítico, o sea aplicaciones individuales de los elementos en tres niveles, 5 a dos niveles, [illegible], Ca, P, Cu, Fe, Mo, notando deficiencia por el nivel total de hojas, las aplicaciones de nitrógeno, magnesio y manganeso, fueron los que incrementaron [illegible] de hojas [illegible] en relación a los del testigo (Cuadro 12 y Gráfico 12); determinando el efecto de los tratamientos por medio del [illegible], los tratamientos con [illegible] aplicaciones de nitrógeno, [illegible] (Cuadro 13 y Gráfico 13).

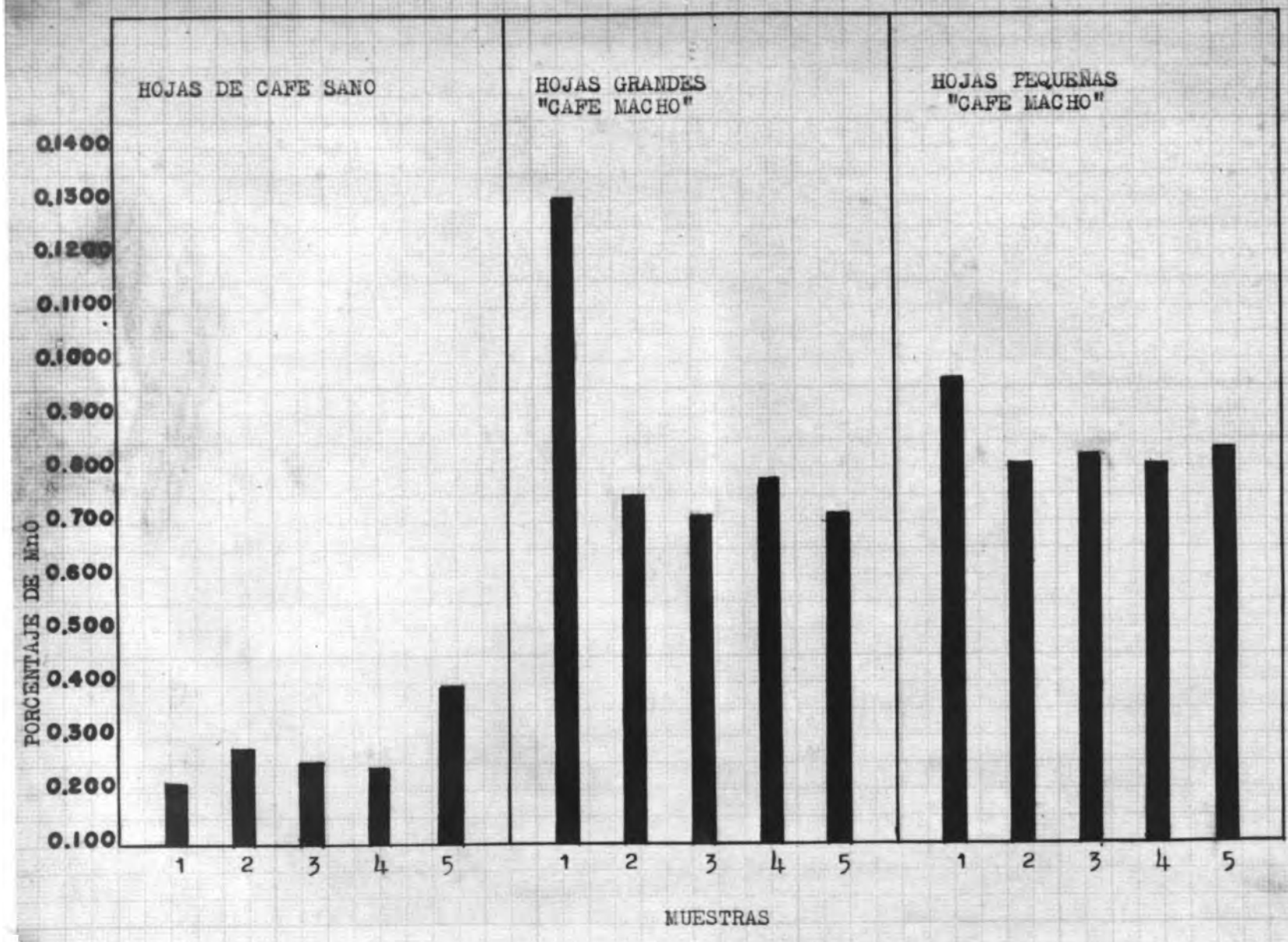
[illegible] estimación estadística, las aplica-

ciones de nitrógeno en forma de úrea se hicieron por atomización al follaje; los cafetos bajo tratamiento, hasta los seis meses, presentaron una clorosis semejante a la que presentaron las plantas sin tratamiento de nitrógeno, cuyos síntomas eran similares a la provocada por la deficiencia de nitrógeno; después de ese tiempo en aplicaciones subsiguientes, se observó un enverdecimiento y reacción de los cafetos a las aplicaciones de nitrógeno en forma de úrea, por lo que es de creer que el cafeto no asimiló el nitrógeno por las hojas, sino por las raíces, ya que las aplicaciones se hacían a toda la parcela.

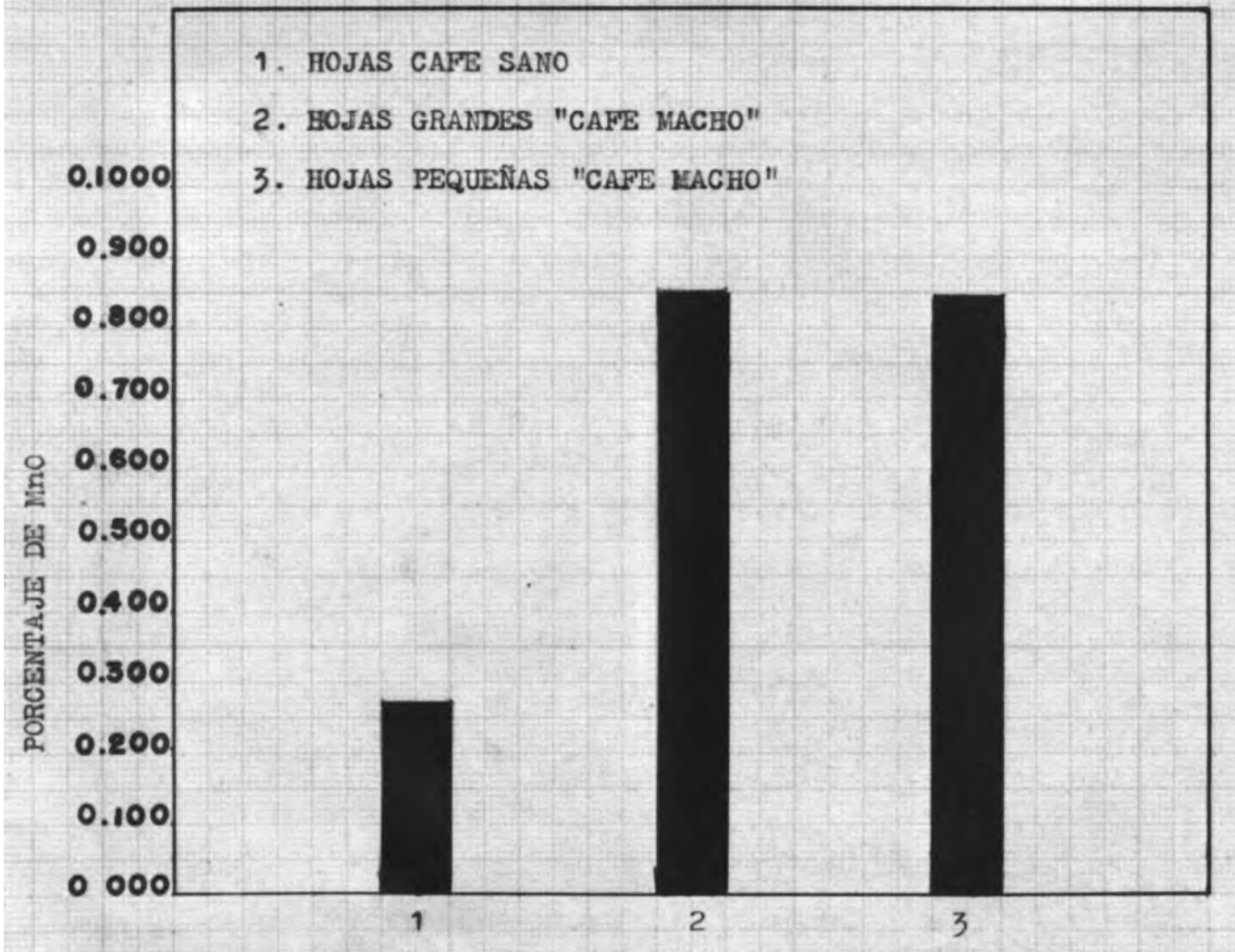
En investigaciones realizadas en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Havis (10) por medio de atomizaciones de nitrógeno en forma de úrea al follaje de los cafetos, encontró que el mencionado elemento no es asimilado por las hojas. Del mismo modo Royer (25) encontró que el nitrógeno en forma de úrea no es asimilado por las hojas de las plantas de abacá.

clones de maíz con [illegible] de [illegible] -
tomización al 10 [illegible]. Los cultivos [illegible] mu-
chos los [illegible], [illegible] clara la [illegible]-
te a la que presenta el [illegible] de nitrógeno de
nitrógeno, cuyo [illegible] es similar a la provocada por
la deficiencia de nitrógeno; después de ese tiempo en a lí-
caloides suministrados, se observó un envejecimiento y
reducción de los efectos a las aplicaciones de nitrógeno
en forma de urea, por lo que se cree que el cultivo
no asimiló el nitrógeno por las raíces, sino por las mal-
ces, ya que las aplicaciones [illegible] colon a toda la [illegible]rcia.

En la [illegible] realizada en el Instituto
Internacional de [illegible] A.C., Cavia (1o) por ra-
dio de atomización de nitrógeno [illegible] forma de urea al
follaje de los cultivos, encontró que el [illegible] e-
lemento no es a [illegible] Del [illegible]
Boyer (25) encontró que el nitrógeno en forma de urea
no es asimilado por las [illegible] [illegible].



G R A F I C O 1 - CONTENIDO DE MnO EN HOJAS DE CAFE CON Y SIN AFECCION DE "CAFE MACHO"



G R A F I C O 2 - CONTENIDO DE MnO, PROMEDIO DE CINCO MUESTRAS DE HOJAS DE CAFE CON Y SIN AFECCION DE "CAFE MACHO".

CUADRO 1. Numero de hojas cloroticas en cafetos cultivados en macetas con suelos de la finca San Rafael, Desamparados.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	TOTAL.....

CUADRO I. Numero de hojas clorotica en cafetos cultivados en macetas con suelos de la finca San Rafael, Desamparados.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS							TOTAL
	Testigo	Ca SO4	Ca(NO3)	Zn SO4	H3 BO3	Zn + B	Completo	
I	20	8	10	28	24	22	8	120
II	24	12	12	20	25	24	12	129
III	23	14	9	26	26	21	11	124
IV	30	16	17	17	27	19	9	135
Total Tratamientos	97	50	48	91	96	86	40	508
Promedio Tratamientos	24.25	12.50	12.00	22.75	24.00	21.50	10.00	24.19

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	F CALCULADA	F OBSERVADA 5%	F OBSERVADA 1%
Total	1.213.43	27				
Repeticiones	12.00	3				
Tratamientos	990.97	6	165.95	12.23	2.66	4.01

CUADRO 2. Peso seco obtenido de cafetos cultivados en macetas con suelos de la finca "San Rafael", Desamparados (dado en gramos).

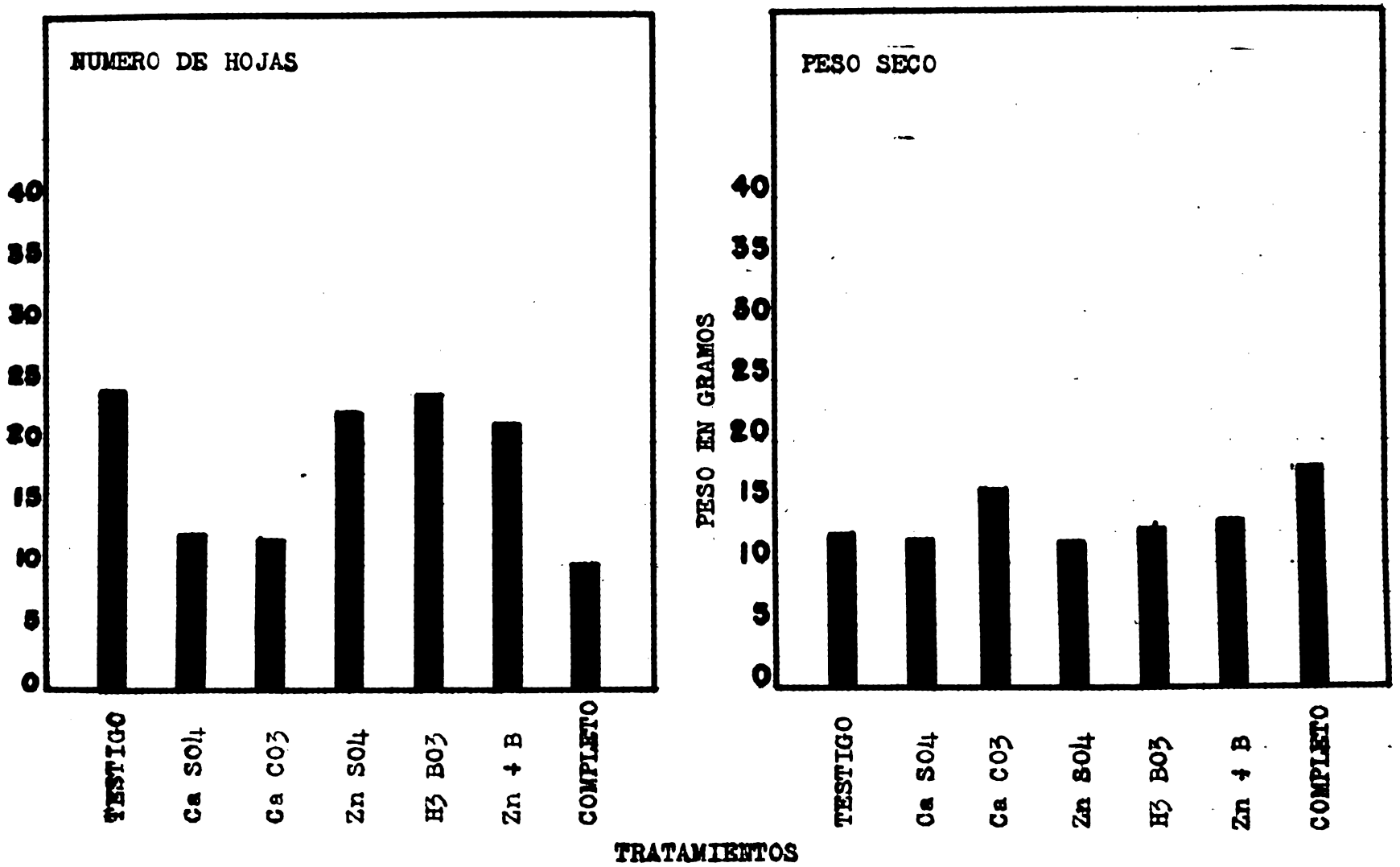
REPETICIONES	TRATAMIENTOS							TOTAL
	Testigo	Ca SO_4	Ca CO_3	Zn SO_4	H_3BO_3	Zn + B	Completo	

CUADRO 2. Peso seco obtenido de cafetos cultivados en macetas con suelos de 3 fincas "San Rafael". Desmayar dos (datos en gramos).

REPETICIONES	PARCELAS							TOTAL
	Testigo	0a 30%	0a 0b3	2a 30%	N2 0b3	2a + 3	Completo	
I	11.71	17.31	15.1	11.53	11.30	15.20	19.11	97.75
II	11.12	12.05	15.35	10.40	11.1	12.43	15.35	[illegible].37
III	13.12	13.14	18.65	12.14	11.33	11.14	17.40	98.97
IV	14.12	7.72	13.36	11.32	16.37	13.32	21.10	[illegible]
Total tratamientos	[illegible]	[illegible].70	64.32	45.22	51.19	57.75	72.36	341.09 G.E.
Promedio tratamientos	13.40	11.75	16.06	11.39	12.76	13.32	18.09	13.61

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	G.L.	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULADA	"F" TABULADA 5%	1%
Total	320.445	27				
Tratamientos	9.3265	3	3.1047			
Error	11.1065	8	2.6330	3.01	3.86	.01



G R A F I C O 3 - NUMERO DE HOJAS CLOROTICAS Y PESO SECO DE CAFETOS EN INVERNADERO EN SUELO DE "SAN RAFAEL", DESAMPARADOS (PROF. 0 - 25 Cm.).

CUADRO 3. Numero de hojas cloroticas de cafetos cultivados en macetas con suelos de la finca "La Solera, en Grecia.

EN SUELO DE "LA SOLERA",GRECIA (PROF. 0 - 25 Cm.).

CUADRO 3. Número de hojas cloróticas de críticos cultivados en macetas con suelos de las fincas "La Solera, en Grecia.

REPETICIONES	TRATAMIENTOS							TOTAL
	Testigo	Ca SO4	CaCO3	Zn SO4	H3 BO4	Zn + B	Completo	
I	22	7	15	17	25	38	6	130
II	28	19	7	31	31	27	27	170
III	30	9	10	20	26	27	5	127
Total tratamientos	80	35	32	68	82	92	38	427
Promedio	26.66	11.66	10.66	22.66	27.33	30.66	12.66	20.33

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULADA	"F" OBSERVADA 5%	1%
Total	1084.67	20				
Tratamientos	771.17	6	128.53			

CUADRO 4. Peso seco de cafetos cultivados en macetas con suelos de la finca "La Solera" de Grecia (dado en gramos).

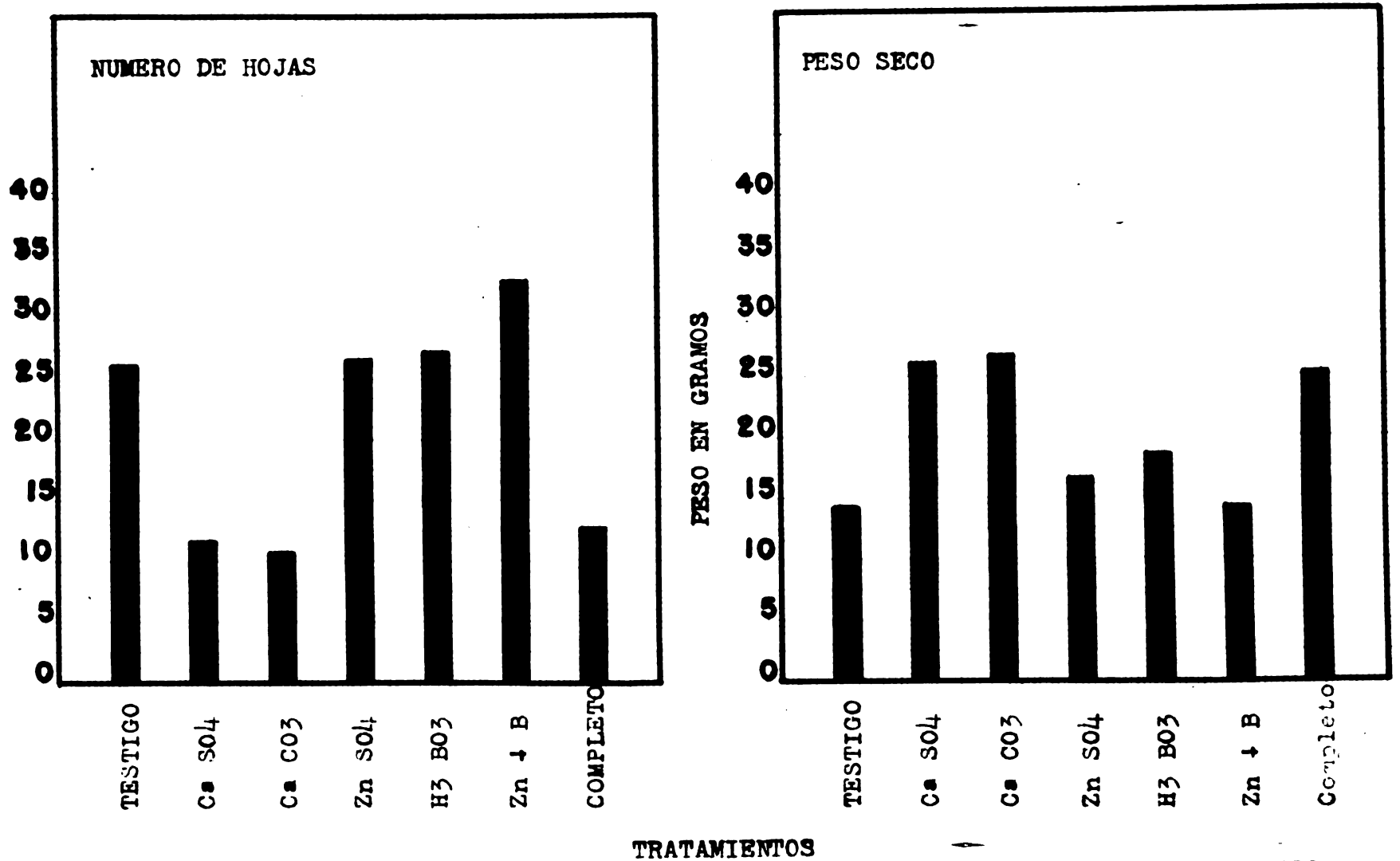
EN SUELO DE "LA SOLERA", GRECIA (PROF. 0 - 25 Cm.).

CUADRO 4. Leo 100 a niños sordos sometidos en mayo a una encuesta en la ciudad "La Salem" de Grecia (Jesús an Kemper).

RESPUESTAS	PREGUNTAS							TOTAL
	Testigo	Da SOH	Da QCJ	Da SOH	HJ BOJ	Ze + B	Completo	
I	12.14	23.37	24.67	12.15	15.33	14.49	20.18	120.83
II	1 .20	27.30	24.20	20.81	15.51	15.19	37.32	1[illegible].15
III	15.18	[illegible] .15	27.22	16.32	21.21	13.33	24.15	153.96
Total	43.12	72.02	80.09	50.[illegible]	36.25	43.21	78.15	420.92
Porcentaje	[illegible].37	20.34	22.89	12.02	10.75	14.40	22.25	20.[illegible]

RESULTADO DE VARIOS DIA

NUMERO DE VARIADO	SUMA DE OCURRENCIAS	%	SUMA DE MEDIO	"B" CARDINALES	"E" OBSTRUENTES %	%
Total	427.[illegible]8	20				
Fonetisiones	4[illegible].4253	2	24.[illegible]1			
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]



G R A F I C O 4 - NUMERO DE HOJAS CLOROTICAS Y PESO SECO DE CAFETOS EN INVERNADERO EN SUELO DE "LA SOLERA",GRECIA (PROF. 0 - 25 Cm.).

CUADRO 5. Numero de hojas en cafetos cultivados en subsuelo de la finca "La Solera" de Grecia

REPETICIONES	TRATAMIENTOS	TOTAL
[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	=	[illegible]**
[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	=	[illegible]**
[illegible]	=	[illegible]

[illegible]:

[illegible]:

EN SUBSUELO DE "LA SOLERA", GRECIA (PROF. 50 - 75 Cm.).

CUADRO 5. Número de hojas de criterios calificados en cada lote de "Tinos Burbujer" de Grecia

Calificación	Tamaño								Total
	Ca SO4	Ca NO3	Ca SO4	Mg SO3	Na + B	Omnicloro			
I	21	26	12	40	7[illegible]	73	37		14[illegible]
II	17	6[illegible]	7[illegible]	20	10	7[illegible]	21		1[illegible]1
III	1[illegible]	1[illegible]	7[illegible]	[illegible]	21	1[illegible]	3[illegible]		[illegible]
Total	57	1[illegible]	6	64	7	7[illegible]	[illegible]		2[illegible]
Porcentaje	7[illegible].00	[illegible].00	[illegible].00	7[illegible].73	[illegible].22	[illegible].[illegible]	7[illegible].09		[illegible].7[illegible]

CUADRO 6. Número de hojas de criterios calificados en cada lote de "Tinos Burbujer" de Grecia

Calificación	Tamaño								Total
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
Total	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Porcentaje	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

CUADRO 6. Peso seco obtenido de cafetos cultivados en subsuelo de la finca "La Solera" en Grecia (dado en gramos).

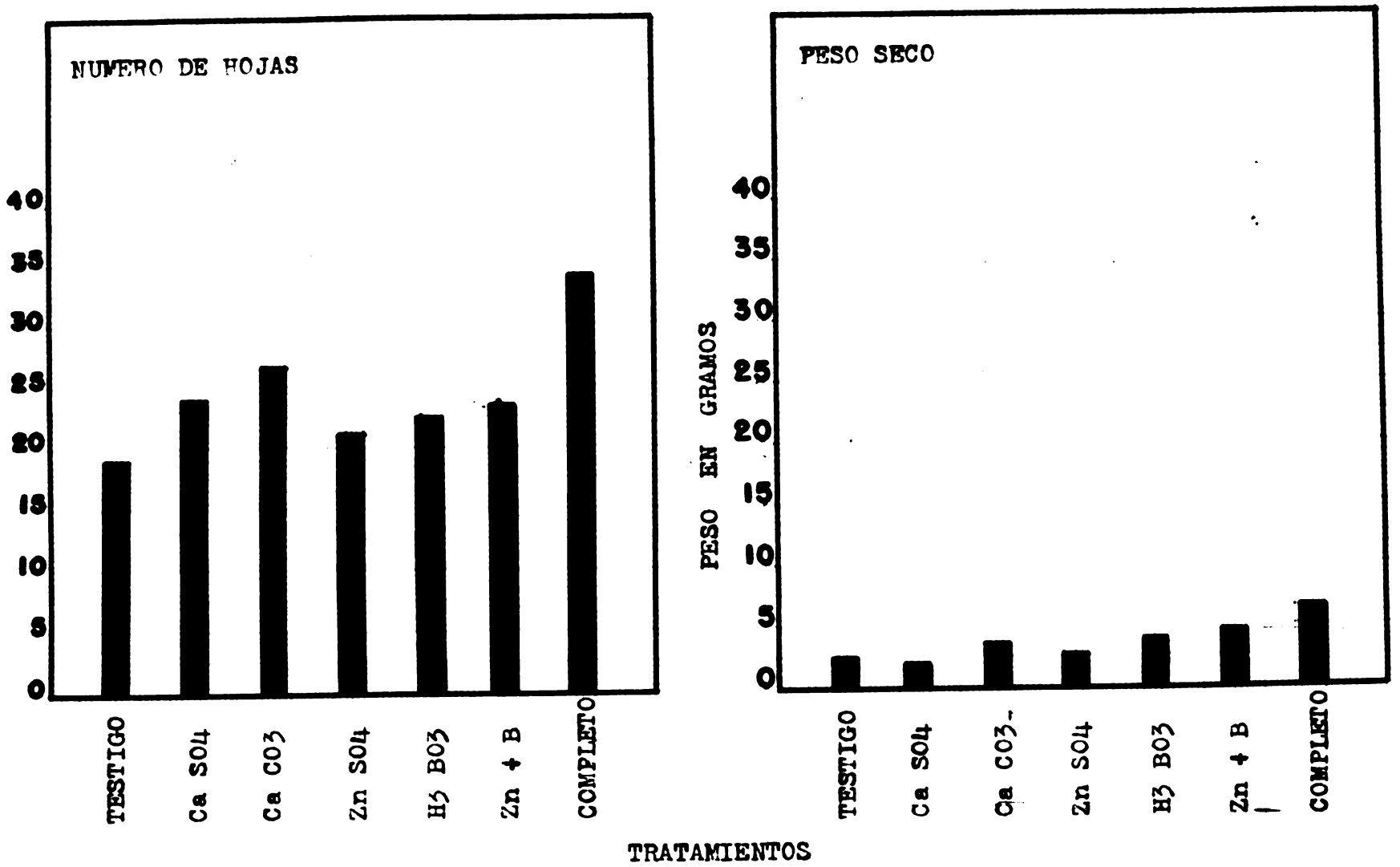
GRAFICO 5 - NUMERO DE HOJAS CLOROTICAS Y PESO SECO DE CAFETOS EN INVERNADERO EN SUBSUELO DE "LA SOLERA", GRECIA (PROF. 50 - 75 Cm.).

Quadro 6. Peso seco obtido de plantas cultivadas em substrato de [illegible] "Em Scieron" em Grécia (dado em gramas).

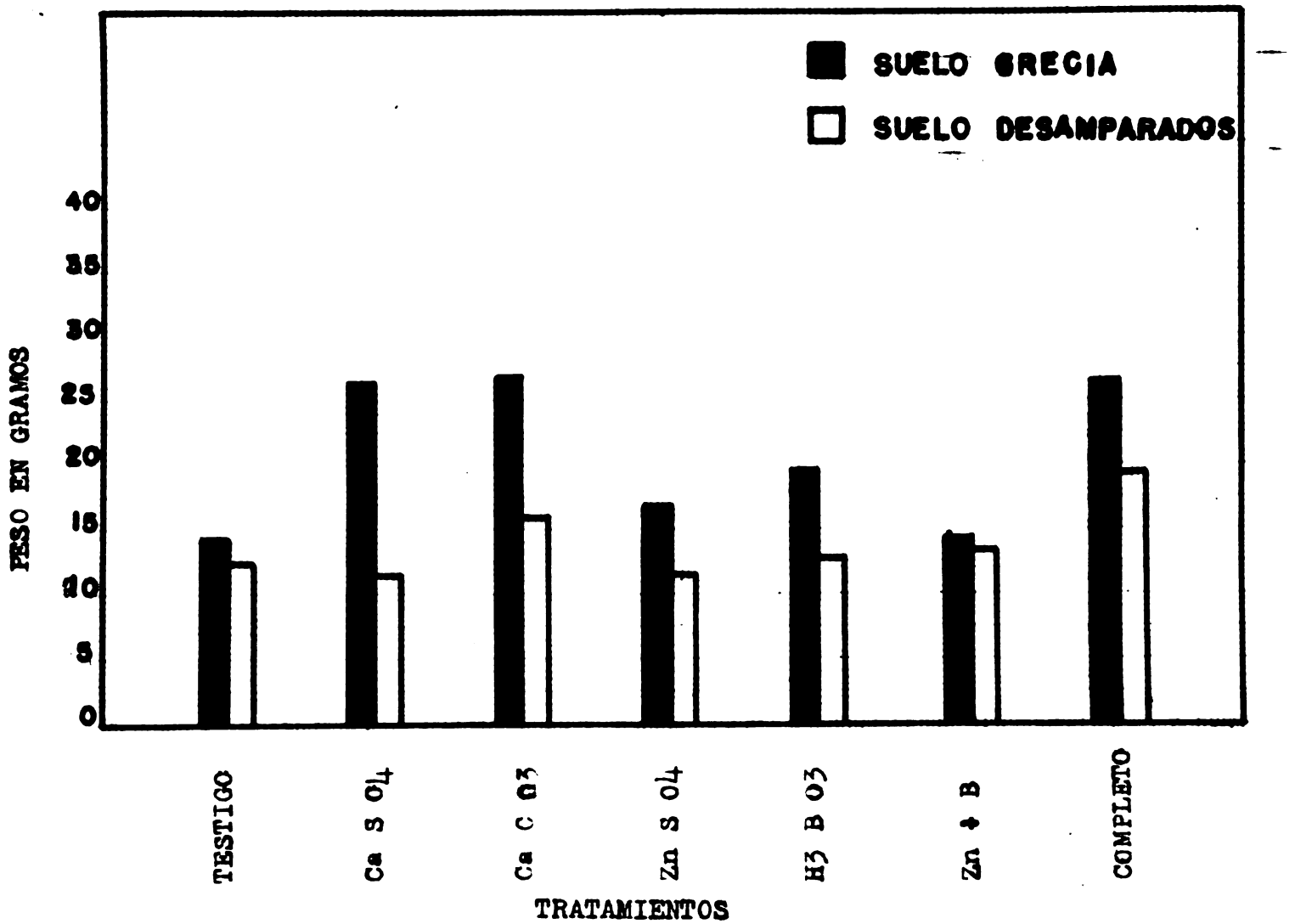
REPLICAÇÕES	INGRAMIN 105						TOTAL
	testemunho	Ca SO4	Ca CO3	Zn SO4	H3 BO3	Zn + B	C [illegible]
I	2.44	1.63	4.01	1.24	1.73	4.00	22.11
II	1.31	1.81	2.14	3.47	3.42	3.31	8.72
III	1.71	1.26	2.62	3.36	4.01	5.73	5.83
Total	.66	4.90	7.97	8.07	10.76	12.94	42.46
Proveito	0.55	1.63	2.32	2.69	3.58	4.29	6.42	4.21

ANÁLISES DE VARIÂNCIA

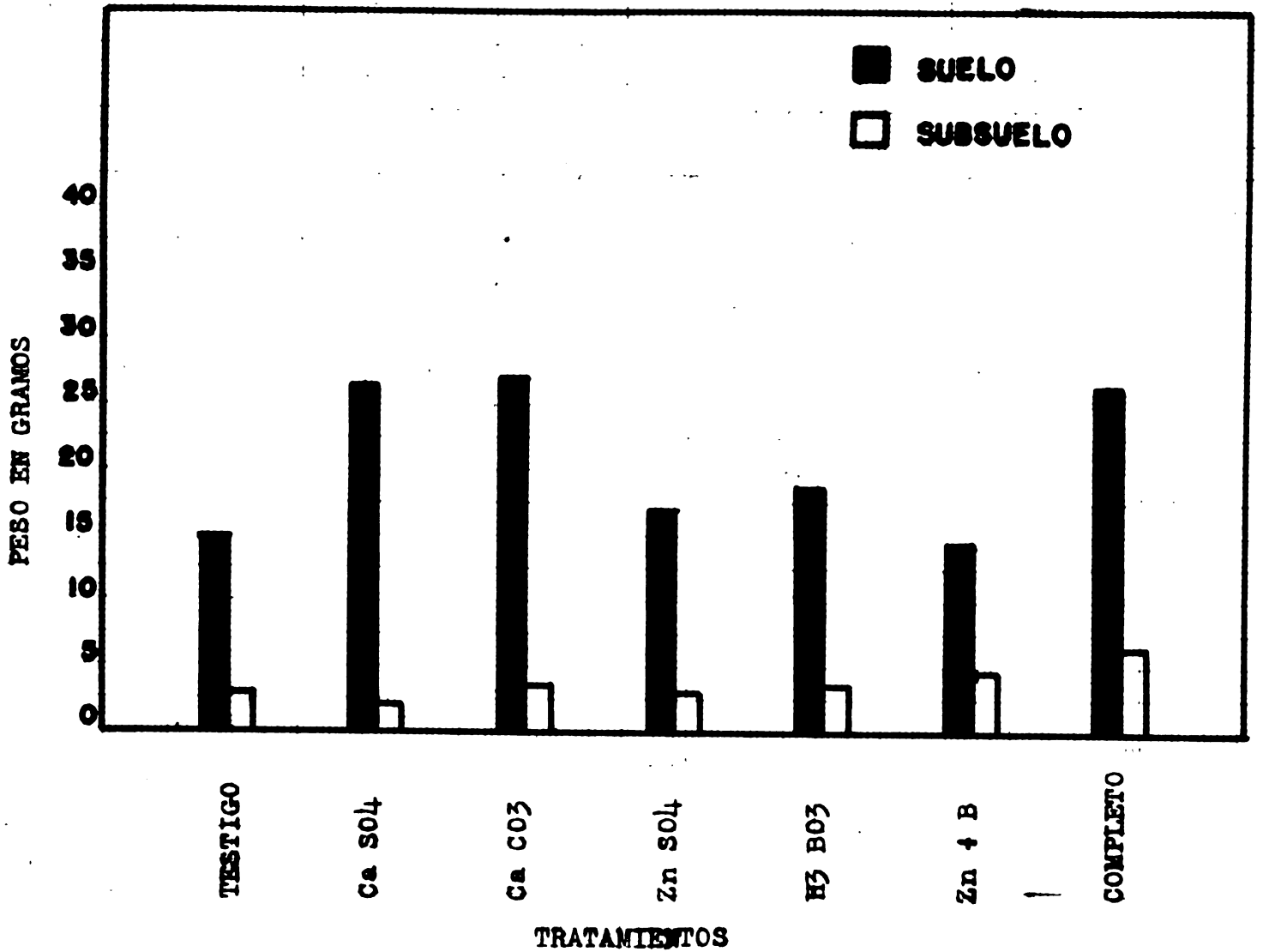
FONTE DE VARIAÇÃO	SOMA DE QUADRADOS	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	"F" CALCULADO	"F" CRÍTICO 5% 1%
Total	61.12	20			
Estatamento	0.33	6	1.1		



G R A F I C O 5 - NUMERO DE HOJAS CLOROTICAS Y PESO SECO DE CAFETOS EN INVERNADERO EN SUBSUELO DE "LA SOLERA", GRECIA (PROF. 50 - 75 Cm.).



G R A F I C O 6 - RELACION DE EFECTOS DE TRATAMIENTOS EN CAFETOS CULTIVADOS EN SUELOS DE "SAN RAFAEL", DESAMPARADOS Y DE "LA SOLERA", GRECIA.



G R A F I C O 7 - RELACION DE EFECTOS DE TRATAMIENTOS EN CAFETOS CULTIVADOS EN SUELO Y SUBSUELO DE LA FINCA "LA SOLERA", GRECIA.

CUADRO 7.

CON LOS EFECTOS DE LAS ADICIONES DE $CaSO_4$ y $CaCO_3$.

SERIE					
Testigo	0	1,465.2	1,469.8	2,935.5	7,535.9
Ca SO4	0	1,465.5	2,101.7	1,566.2	5,660.0
Ca CO3	2	1,501.4	2,656.3	1,634.0	1,634.5
Total		7,631.1	6,197.8	5 .7	14,829.4
Promedio		1,526.3	2,065.9	196.2	

CUADRO 7. Peso seco de plantas de lechuga sembradas en macetas con suelo de la

SUMA TOTAL DE CUATRO REPETI

SERIE A	S E R I E B					
	Completo	-N	-P	-K	-Mg	-Fe	-B
Testigo	567.6	75.0	141.0	633.9	324.1	410.8	6[illegible]
Ca SO4	695.5	327.4	111.0	257.8	315.3	1,326.6	82[illegible]
Ca CO3	4,201.1	1,121.2	342.0	601.5	1,612.5	939.6	1,072.
Total	5,484.2	2,[illegible]56.6	604.0	1,[illegible]32.2	2,781.9	2,339.0	3,326.
Promedio	1,828.0	1,1[illegible]5.5	201.3	344.4	927.3	1,113.0	1,10[illegible]

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	S.C.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS
Parcelas principales Tratamientos Serie A	1,647,304.74	3	549,434.37
Bloques	327,610.33	3	109,210.17
Error Parcelas principales	4[illegible] 11.24	6	75,818.74
Subparcelas Tratamientos Serie B	1,124,047.89	9	432,010.87
Series A x B	2,432,034.22	18	120,271.92
Error	1,4[illegible]4,187.14	81	[illegible]
Total	11,000,304.17	119	

CON LOS EFECTOS DE LAS ADICIONES DE $CaSO_4$ Y $CaCO_3$.

.1[illegible].-	=	1.161.3**
.0[illegible].5	=	- 637.9
.3[illegible].3	=	- 712.3*
.1[illegible].9	=	719.1*
.1[illegible].0	=	715.0*
927.3	=	900.7*
[illegible].4	=	1.313.6**
201.3	=	1.627.3**
.1[illegible].5	=	862.5*
62.89	=	1.100.56**
62.89	=	103.11

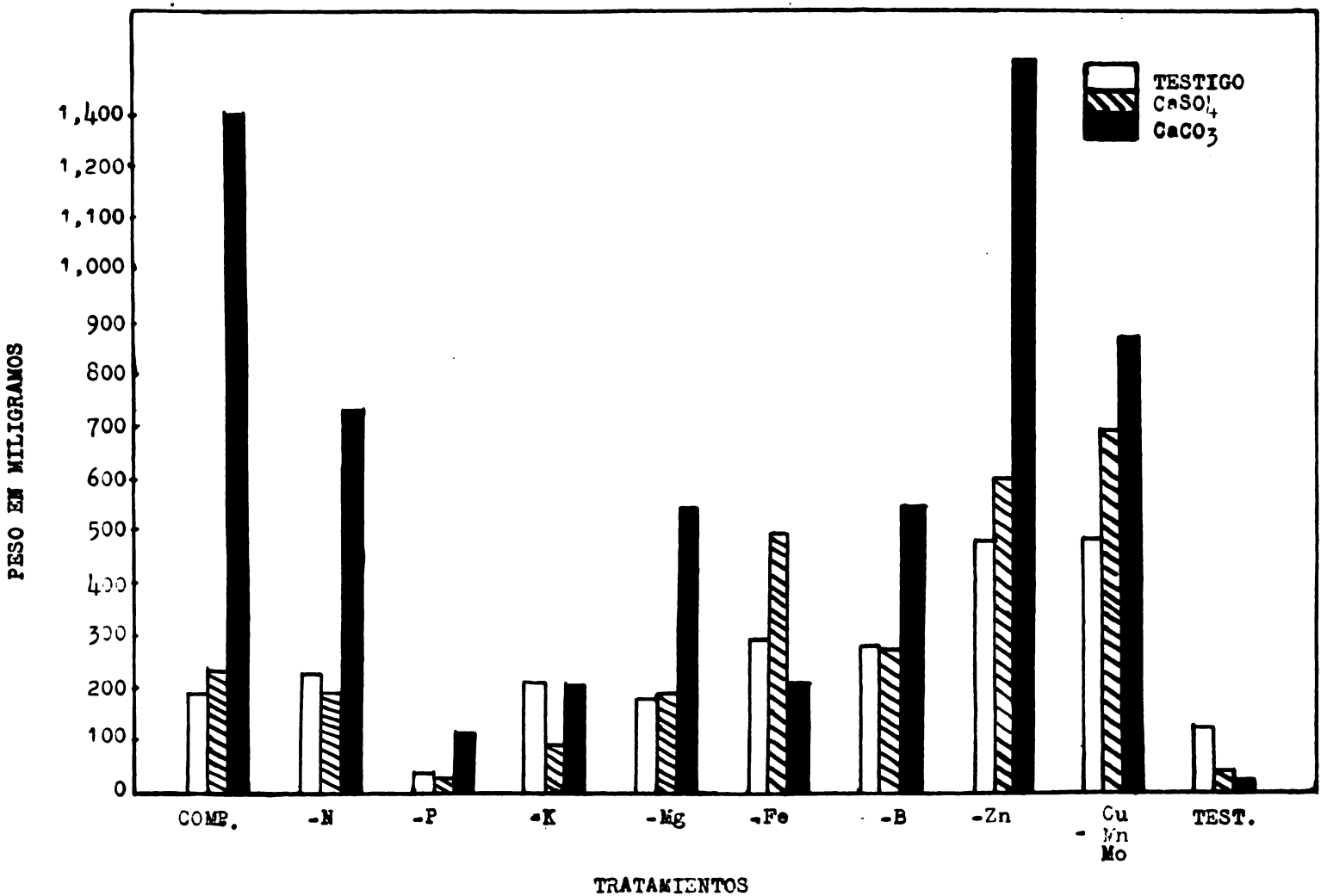
DIF. LIM. SIGF. [illegible] VALORES DE TABULACIÓN:

SUMIE A:

Da 50 % - Testigo	=	866.00 -
Da 005 - Testigo	=	1.863.45 -
Inf. Lim. Sig. al 5%	=	505.17
Sup. Lim. Sig. al 1%	=	832.50

SUMIE B:

Completo menos -M	=	1.828.0 -
Completo menos -P	=	1.828.0 -
Completo menos -X	=	1.828.0 -
Completo menos -Mg	=	1.828.0 -
Completo menos -Fe	=	1.828.0 -
Completo menos -B	=	1.828.0 -
Completo menos -Zn	=	1.826.0 -
Completo menos -Mn	=	1.828.0 -
Completo menos Testigo	=	1.828.0 -
Inf. Lim. Sig. al 5%	=	674.31
Inf. Lim. Sig. al 1%	=	844.71



G R A F I C O 8 - PESO SECO DE LECHUGAS SEMBRADAS EN SUELOS DE LA FINCA LA SOLERA, GRECIA. (PROF. 0 -25 cm.);EN LOS QUE SE OBSERVA EL EFECTO DE LOS ELEMENTOS APLICADOS EN COMBINACION CON LOS EFECTOS DE LAS ADICIONES DE $CaSO_4$ y $CaCO_3$.

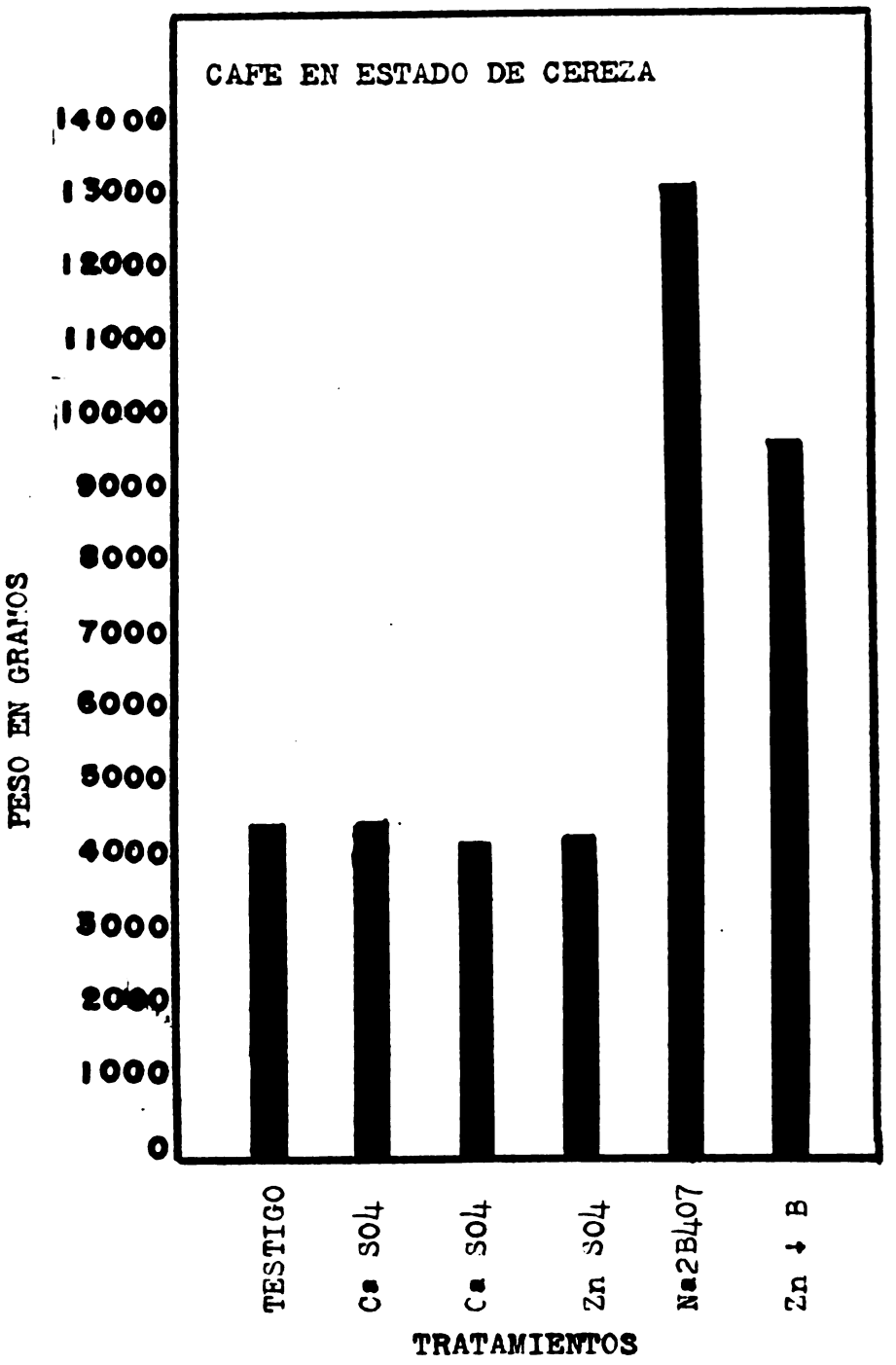
CUADRO 8. Cosecha de café obtenida en plantas tratadas con algunos fertilizantes en la finca "La Solera", en Grecia (peso en gramos).

CUADRO 8. Cosecha de caña obtenida en plantas tratadas con algunos fertilizantes en la finca "La Solera", en Grecia (peso en gramos).

REPETICIONES	TRATAMIENTOS						TOTAL
	Testigo	Ca $(OH)_2$	Se $(CH_3)_2$	Zinc	Boro	Zinc + Boro	
I	7,460	4,005	5,040	2,520	14,420	10,870	40,515
II	4,910	5,370	4,850	5,620	15,010	10,100	49,810
III	4,105	1,340	5,000	1,800	17,930	11,920	42,185
IV	5,270	4,340	4,100	3,100	9,720	7,400	30,130
V	5,400	3,920	2,740	7,410	10,340	8,100	42,500
Total tratamientos	25,745	17,005	21,430	21,450	62,420	48,380	206,340
Promedio	5,149	4,251	4,286	4,290	12,484	9,676	41,268

ANALISIS DE VARIANZA

Fuente de Variación	G.L.	SCA	CUADRADO MEDIO	"F" CALCULADA 5%	"F" CALCULADA 1%
Total tratamientos	19	425,3[illegible]	22,3[illegible]		



G R A F I C O 9 - EFECTOS DE TRATAMIENTOS REALIZADOS EN CAFETOS EN CONDICIONES DE CAMPO EN "LA SOLERA",GRECIA.

CUADRO 9. Cosecha de cafe obtenida de plantas tratadas con $Ca(OH)_2$ en la finca "La Solera", en Grecia (peso en gramos).

CUADRO 10. Numero de

REPETI-CIONES	Completo
I	419
II	439
III	517
IV	572
Total	1,947
Promedio	486.75

FUENTE DE VARIACION
Total
Repetici
Tratamie
Error

CUADRO 10. Numero de hojas de cuetos cultivados en la finca del Instituto Interamerica

REPETI-CIONES	TRATAMIENTOS						
	Completo	-N	-P	-K	-Mg	-Ca	-Fe
I	420	466	470	455	379	429	439
II	429	267	450	463	362	481	417
III	517	332	425	420	406	489	410
IV	572	371	405	444	441	423	374
Total	1,938	1,436	1,800	1,785	1,608	1,818	1,637
Promedio	466.75	306.00	470.00	473.75	402.00	454.50	408.25

ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADOS MEDIOS	"F" CALCULADA
Total	522,865.25	43		
Repeticiones	882.25	3		
Tratamientos	450,142.50	10	45,014.25	15.77
Error	71,840.50	30	2,394.68	

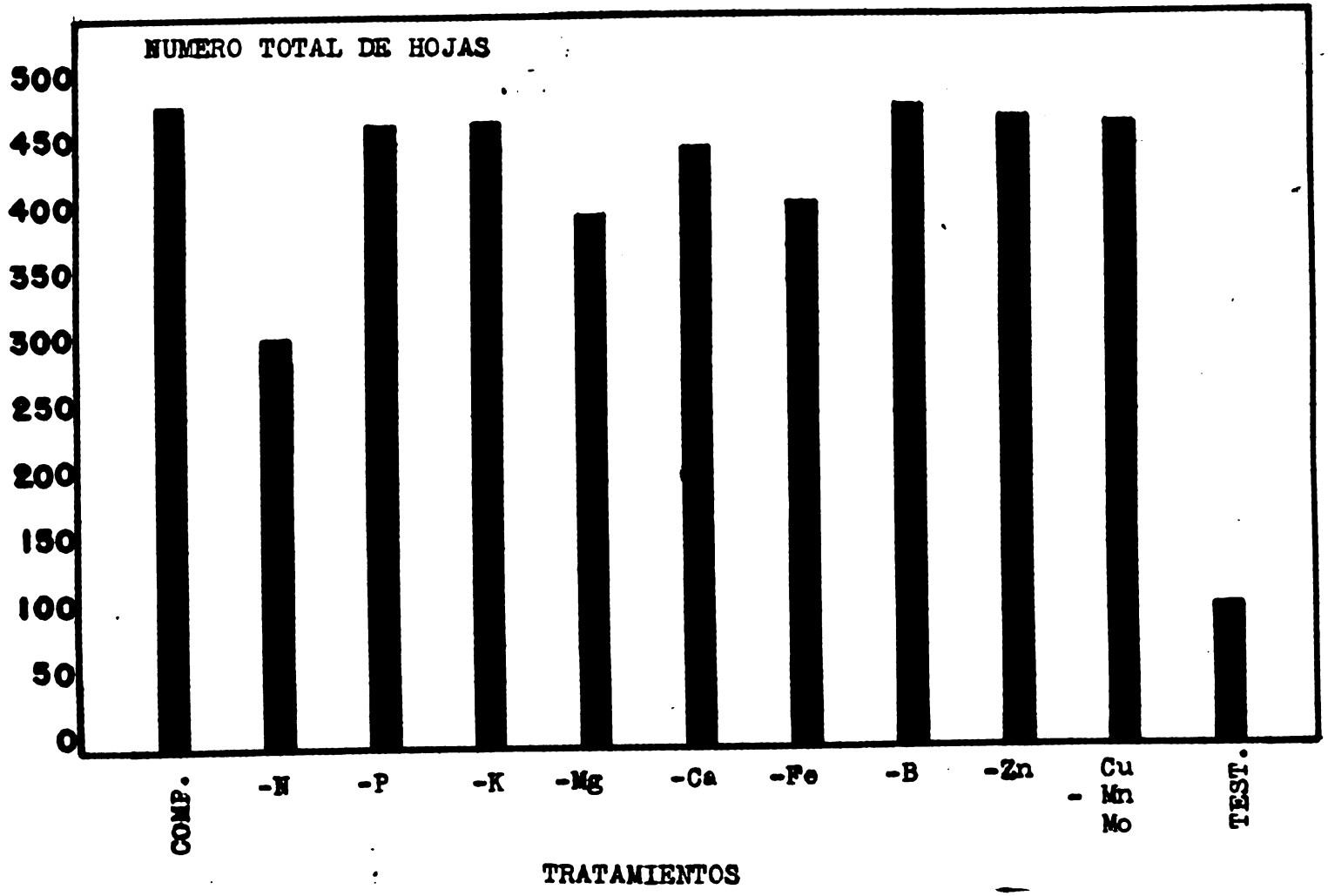
450

Dia. Mil. Sig. Identificación [illegible]

Dimensiones

Complemento menos	-L	=	16.75**
Complemento menos	-K	=	15.75
Complemento menos	-X	=	15.00
Complemento menos	-Mo	=	8.75*
Complemento menos	-Ga	=	2.75
Complemento menos	-Ge	=	7.00*
Complemento menos	-S	=	0.50
Complemento menos	-Zn	=	11.25
Complemento menos	-Cu Mn Mo	=	14.75
Complemento menos medido		=	347.50**

Lif. Dim. Sig. el Pd	=	70.05
Lif. Dim. Sig. el Ni	=	21.10



G R A F I C O 10 - EFECTOS DE FERTILIZANTES APLICADOS A CAFETOS EN CONDICIONES DE CAMPO, EN LA FINCA DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS, TURRIALBA.

CUADRO 11. Pe

REPETI-CIONES	Con
I	
II	
III	
IV	
Total	1,
Promedio	

FUEN VARI	
Tota	
Repe	
Trat	
Erro	

CUADRO II. Peso seco obtenido de [illegible] en [illegible] del [illegible]

REPETI-CIONES	[illegible]						
	Completo	-M	-F	-X	-Mn	-Mo	-[illegible]
I	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
II	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
III	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
IV	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Total	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
Promedio	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

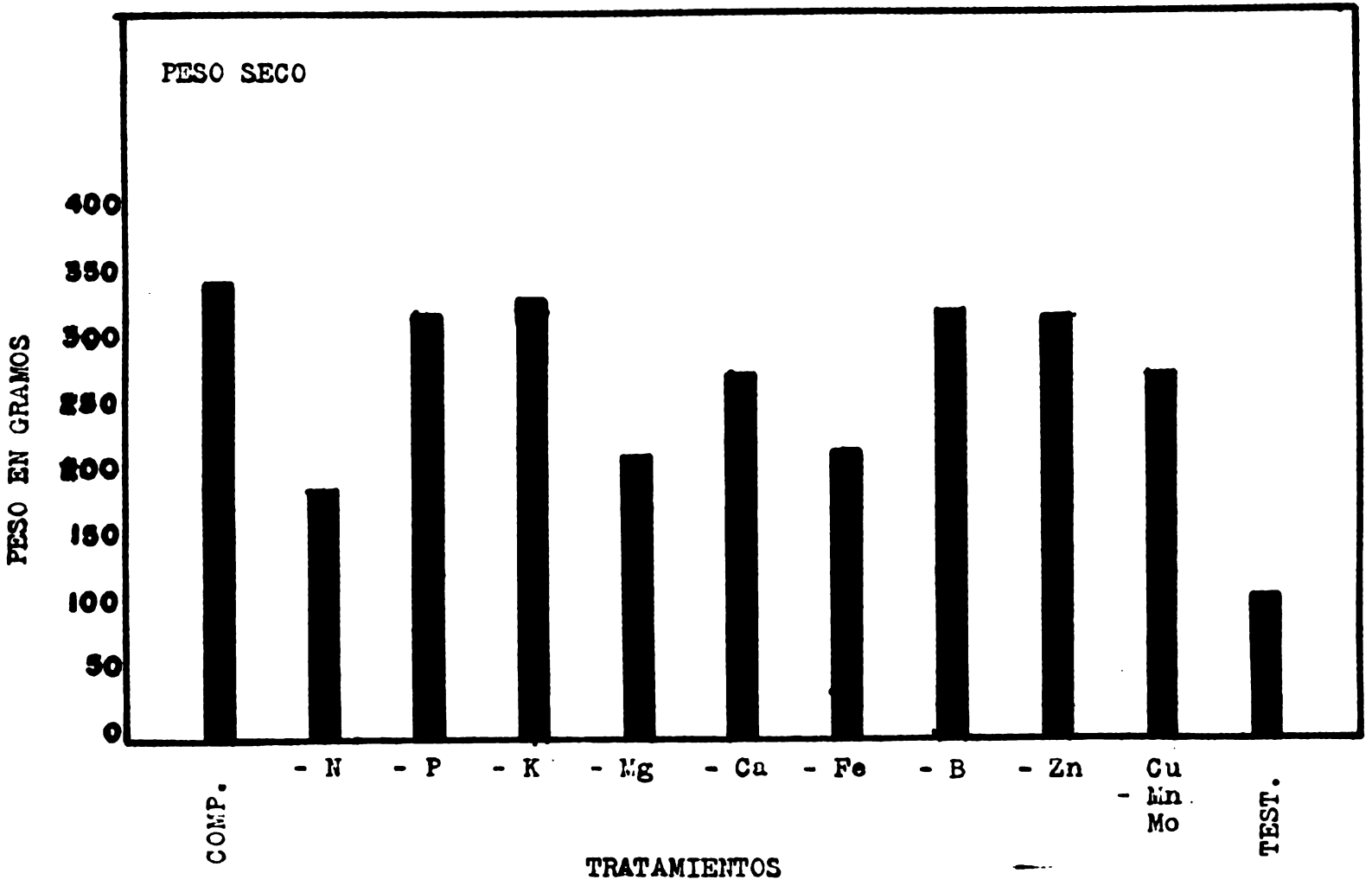
ANALISIS DE VARIANZA

FUENTE DE VARIACION	GRADOS DE LIBERTAD	F.C.	CUADRADO MEDIO	Ca
Total	[illegible]	43		
Repeticiones	[illegible]	3		
Tratamientos	[illegible]	10	[illegible]	
Error	[illegible]	30	[illegible]	

[illegible] PRUEBA DE [illegible]

Tratamientos

Completo menos -M	=	[illegible]**
Completo menos -F	=	[illegible]
Completo menos -X	=	[illegible]
Completo menos -Mn	=	[illegible]*
Completo menos -Mo	=	[illegible]
Completo menos -Fe	=	[illegible]*
Completo menos -P	=	[illegible]
Completo menos -Zn	=	[illegible]
Completo menos -Cu	=	[illegible]
Mn		
Mo	=	[illegible]
Completo menos testigo	=	[illegible]**
[illegible] Sig. al 5%	=	[illegible]
[illegible] Sig. al 1%	=	[illegible]



G R A F I C O 11 - EFECTOS DE FERTILIZANTES APLICADOS A CAFETOS EN CONDICIONES DE CAMPO, EN LA FINCA DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS, TURRIALBA.

CUADRO 12. Nume

REPETI-CIONES	Ca-1 1,000 ppm.
I	256
II	192
III	238
IV	136
Total	822
Promedio	205.50

CUADRO 12. Numero de hojas de plantas de café cultivadas en la finca del Instituto

REPETI-CIONES	TRATAMIENTOS								
	Ca-1 1,000 ppm.	Ca-2 2,500 ppm.	Ca-3 5,000 ppm.	S-1 250 ppm.	S-2 750 ppm.	N	P	K	M
I	256	263	104	235	147	222	128	115	406
II	192	114	124	263	161	325	189	310	312
III	238	216	238	173	100	337	121	179	244
IV	176	109	158	131	103	225	160	152	207
Total	822	702	634	802	691	1,109	598	765	1,169
Promedio	205.50	175.50	158.00	[illegible]	172.75	277.25	149.50	191.25	292.2

ANALISIS DE VARIANCIA

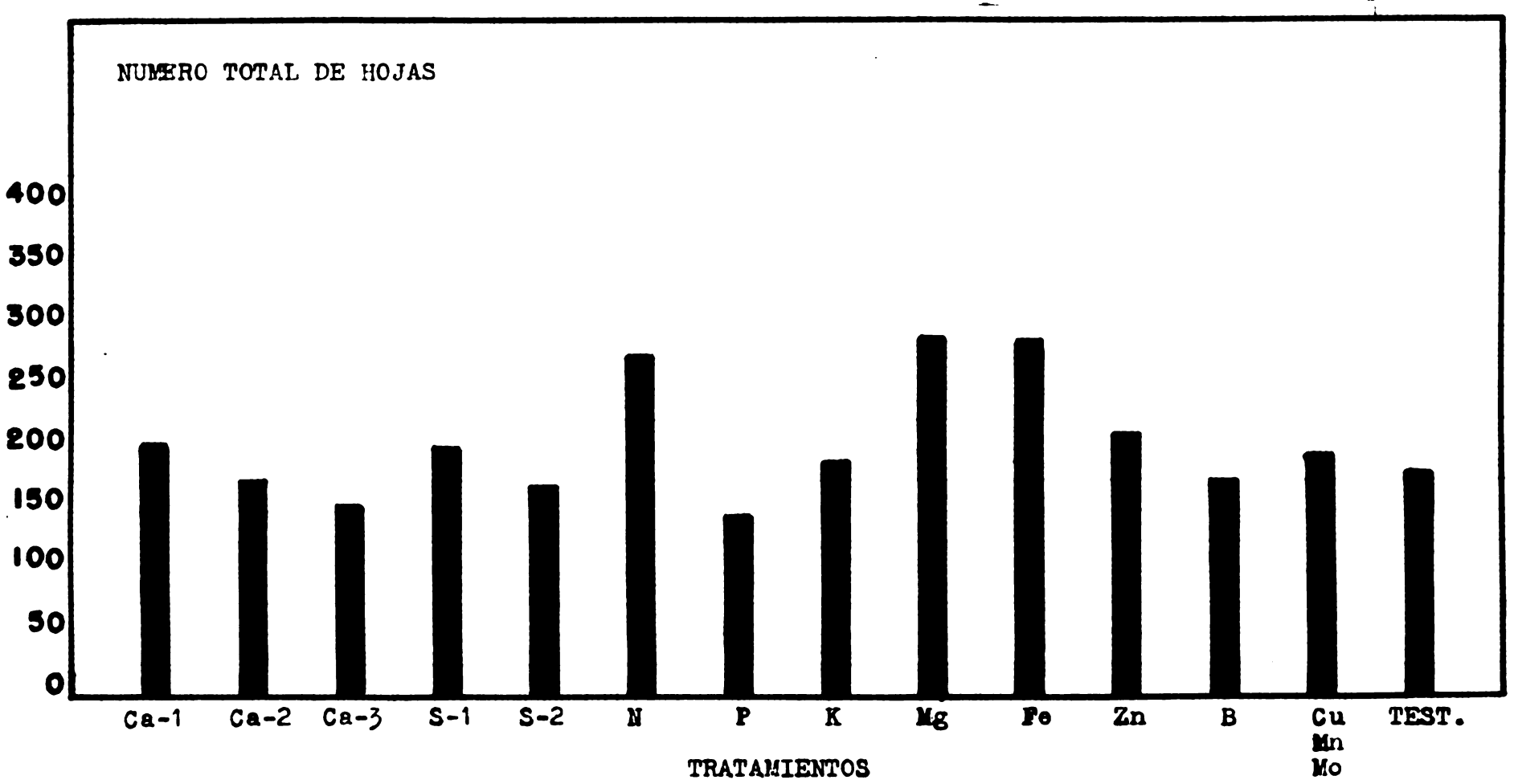
FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO MEDIO
Total	[illegible].55	55	
Repeticiones	[illegible].26	3	
Tratamientos	117,906.41	12	9,074.
Error	[illegible]	39	3,205.

[illegible]

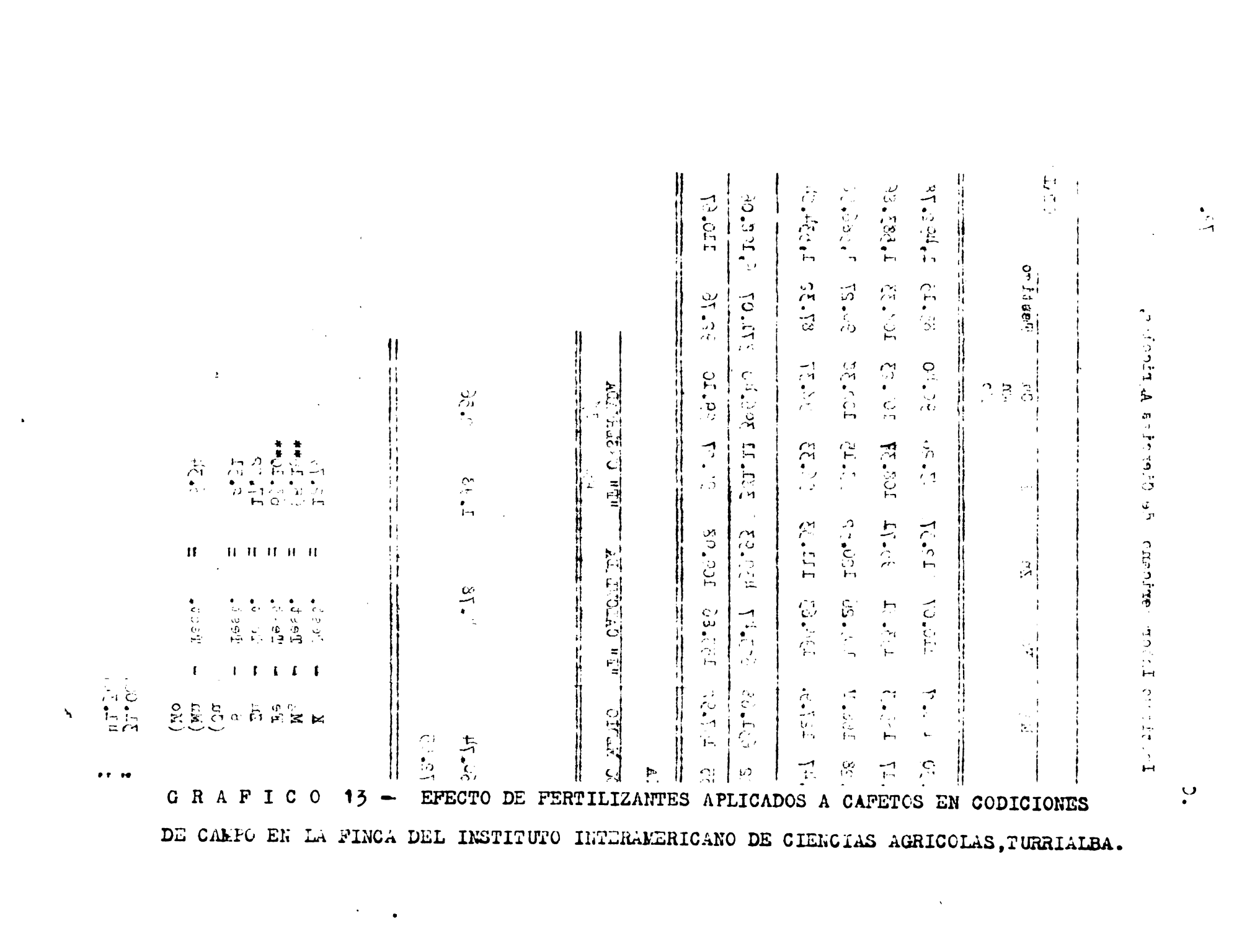
[illegible]:

[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]*
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]**
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]**
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]
[illegible]	-	[illegible]	=	[illegible]

[illegible] = [illegible]
[illegible] = [illegible]



G R A F I C O 12 - EFECTO DE FERTILIZANTES APLICADOS A CAFETOS EN CONDICIONES DE CAMPO EN LA FINCA DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS, TURRIALBA.



G R A F I C O 13 — EFECTO DE FERTILIZANTES APLICADOS A CAFETOS EN CODICIONES DE CAMPO EN LA FINCA DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS, TURRIALBA.

CUADRO 13. Peso seco obtenido de plantas de caña cultivadas en la finca de Turrialba, Costa Rica.

Tratamiento	0-1 1,000ppm.	0-2 2,500ppm.	0-3 3,000 ppm.	S-1 [illegible]	S- [illegible]	N	P	K
	170.15	96.05	80.60	170.11	107.14	110.05	[illegible]	95.
	100.71	86.71	70.13	120.75	[illegible]	130.00	100.55	150.
	110.89	107.18	115.12	98.88	83.45	175.30	75.02	83.
	70.37	85.25	85.07	80.73	103.31	102.32	130.03	96.
	111.30	371.00	371.[illegible]	440.52	391.12	477.42	378.38	442.
	100.87	129.75	[illegible].81	107.03	97.78	[illegible].60	[illegible].39	105.

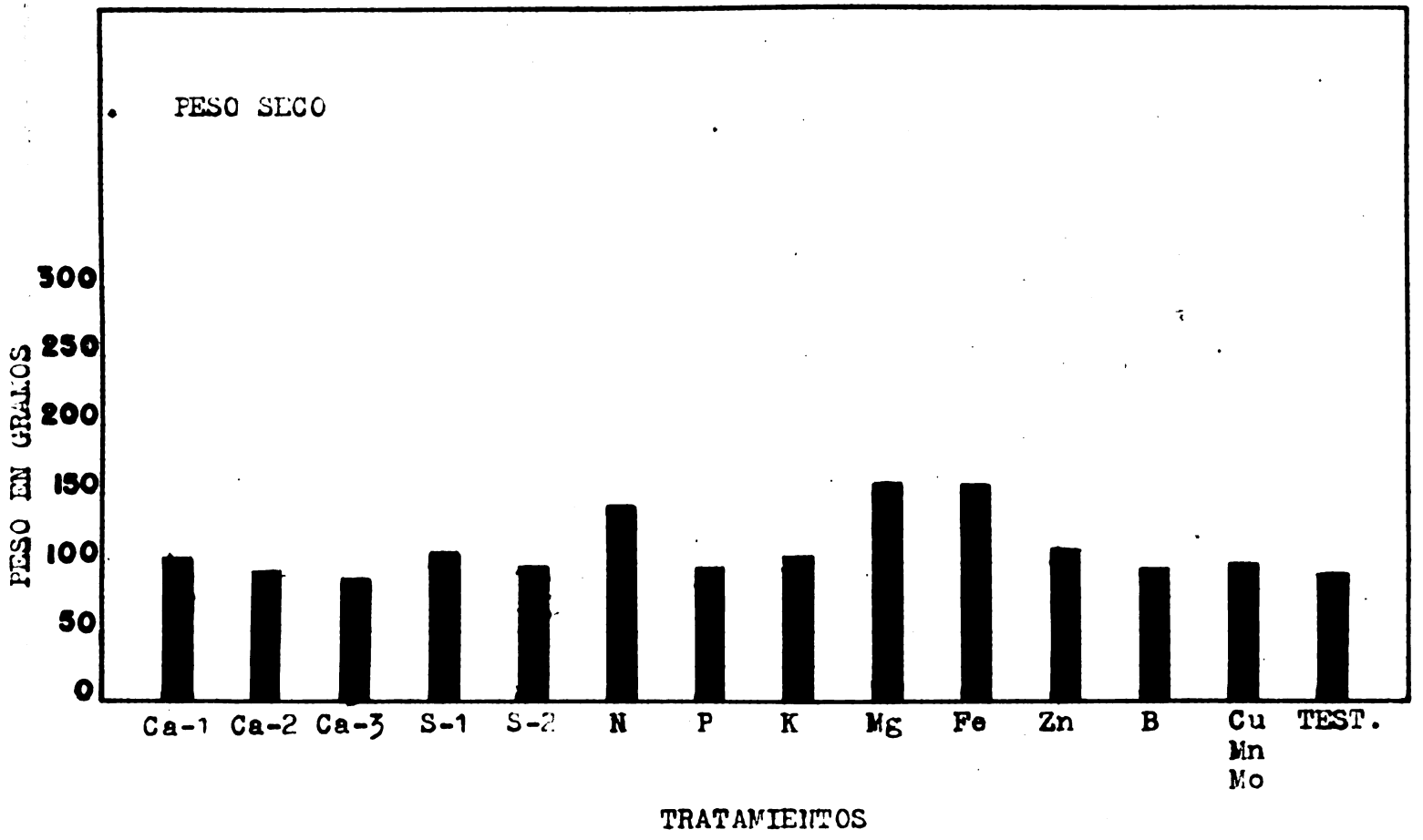
ANALISIS DE VARIACION

FUENTE DE VARIACION	SUMA DE CUADRADOS	G.L.	CUADRADO
Total	[illegible]	59	
Repeticiones	4[illegible].84	3	
Tratamientos	[illegible]	15	[illegible]
Error	[illegible]	39	[illegible]

DIM.LIM.SIGN. [illegible] LOS TRATAMIENTOS:

Tratamientos:				
	0-1	- Tess.	=	10.11
	0-[illegible]	- Tess.	=	[illegible].01
	0a-3	- Tess.	=	[illegible].05
	S-1	- Tess.	=	[illegible]
	S-[illegible]	- Tess.	=	[illegible].02
	N	- Tess.	=	[illegible]**
	P	- Tess.	=	6.03

[illegible]
[illegible]



G R A F I C O 13 — EFECTO DE FERTILIZANTES APLICADOS A CAFETOS EN CODICIONES DE CAMPO EN LA FINCA DEL INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS, TURRIALBA.

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio indican que en el Cantón Grecia, en la Meseta Central de Costa Rica, la afección conocida como "Café Macho" ocurre en suelos ácidos, con una alta disponibilidad de manganeso según se pudo ver por los análisis de hojas, y deficientes en hierro, boro y posiblemente en fósforo, potasio, magnesio y nitrógeno (Experimento No.6). Peralta (23), basándose en los análisis de hojas, concluyó que la intoxicación de manganeso parece ser la principal causa de la afección. Se ha observado en el presente estudio que los síntomas de toxicidad de manganeso provocados artificialmente por la adición de cloruro de manganeso al suelo (Experimento No.1), no son análogos a los síntomas de "Café Macho" que se observan en condiciones de campo. Se obtuvo más bien síntomas de la deficiencia de hierro. Parece posible por lo tanto que la afección "Café Macho" no sea solamente una intoxicación de manganeso, sino mas bien una combinación entre la toxicidad de manganeso y deficiencias de otros elementos nutritivos.

En el experimento No. 6, en el cual se usó lechuga como planta indicadora, se ha visto más claramente que el correctivo más eficiente para los suelos

donde ocurre la afección "Café Macho" es la aplicación de carbonato de calcio; una vez aplicado el correctivo, la adición de hierro, boro, fósforo, potasio, magnesio y nitrógeno benefician considerablemente a los cafetos. Sin la adición de carbonato de calcio, ninguno de los fertilizantes anteriormente indicados tienen efecto en las plantas. El efecto de la aplicación de sulfato de calcio también ha sido ligeramente mejor que el testigo sin tratamiento. Este resultado aparentamente puede interpretarse como una indicación de deficiencia de calcio en estos suelos. También en los experimentos 3, 4 y 5 en los cuales se usó café como planta indicadora, tanto el carbonato como el sulfato de calcio y la solución completa han corregido los síntomas de clorosis marginal observados en las hojas, e incrementaron el crecimiento de las plantas.

La aplicación de calcio, tanto en forma de $Ca(OH)_2$ como de $CaSO_4$ en condiciones de campo, no tuvo efecto en la producción del fruto de los cafetos (Experimentos Nos. 7 y 8). Es sabido que la reacción de los suelos a la cal en condiciones de campo es relativamente demorada, necesitándose en general por lo menos dos años para que beneficie a las plantas. Por lo tanto, se puede suponer que no haya habido tiempo suficiente para la obtención de sus efectos, pues los re-

[illegible]

[illegible]

sultados de producción se han obtenido solamente 12 meses después de las aplicaciones. Sin embargo, se pudo observar aparentemente un mejoramiento en el aspecto físico de los cafetos, de sobremanera en la corrección de las formas de las hojas volviéndose normales y en la desaparición de la clorosis. González (4) con aplicaciones de $CaCO_3$ a cafetales con afección de "Café Macho" ha obtenido muy buenos resultados.

Sin duda, el área de "Café Macho" estudiada en Grecia, presentaba severa deficiencia de boro. Esto ha quedado bien demostrado en el experimento no. 7. Los síntomas considerados típicos de la deficiencia de boro en el cafeto, según descripción de González (8), Mowry (17) y otros (11, 27), han sido observados en la mayoría de las plantas del área experimental. Estos síntomas son varios, pudiendo hallarse en una misma planta uno o algunos de los síntomas.

Un síntoma muy característico sobretodo en estados avanzados de la deficiencia de boro, es la muerte de las yemas terminales, seguida de una proliferación de ramillas, dando el aspecto de una verdadera palma en el extremo de las ramas secundarias y terceariasi; el número de las ramitas que forman la palma es de 2 a 8 (figura 13).

[illegible]

[illegible] mit dem [illegible] ist [illegible] nesse durch die [illegible] [illegible] do observar [illegible] [illegible] [illegible] ción de las formas [illegible] en la desaparición [illegible] [illegible] (4) [illegible] al aloes de [illegible] [illegible] "[illegible] [illegible] [illegible].

[illegible]

[illegible] la qualifiem [illegible] [illegible] [illegible]. [illegible] [illegible] considerados [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] (8), [illegible] (20) y [illegible] (11), [illegible] [illegible] [illegible] [illegible]

En las hojas se puede observar deformaciones de lo más variado, siendo común encontrar hojas que en unos casos son más angostas y en otros más anchas que las normales, siendo muchas de ellas de consistencia coriácea.

Un síntoma muy característico es la presencia de hojas cloróticas, generalmente en el tercio medio de las ramas, presentando una coloración amarillo-verdosa que se extiende hasta la mitad o hasta los dos tercios de la lámina, a partir del ápice, quedando el tercio basal con coloración verde normal (Figura 14). Muchas de las hojas más viejas o de la base de las ramas son de consistencia coriácea, de un color verde más oscuro y sin el brillo de las hojas normales. En algunas hojas se observa un rajamiento de las nervaduras, seguido de suberificación.

Con lo que respecta al zinc, se ha comprobado por el Experimento No. 6 en condiciones de invernadero y el Experimento No. 7 en condiciones de campo, que no hay deficiencia de ese elemento en el área de estudio en Grecia.

La deficiencia de zinc, sin embargo, ha sido claramente diagnosticada en la Cooperativa La Victoria, en Grecia. Los síntomas son muy distintos de los de "Café Macho", caracterizándose principalmente por

la presencia de hojas más pequeñas que las normales, angostas, de forma lanceolada y generalmente cloróticas, sobretodo las más jóvenes. Nótase también la presencia de hojas cuyos bordes convergen hacia la nervadura principal.

Los estudios conducidos en Turrialba, han permitido el diagnóstico de deficiencias de nitrógeno, magnesio y hierro (Experimentos Nos. 9 y 10).

Los síntomas de la deficiencia de nitrógeno se manifestaron por menor crecimiento y presencia de clorosis foliar bastante uniforme en toda la planta.

Los síntomas de la deficiencia de magnesio no se pudieron apreciar, determinándose la deficiencia solamente por el número total de hojas y el peso seco de los cafetos.

Los síntomas de la deficiencia de hierro consistieron en un amarillamiento verdoso del limbo de las hojas, permaneciendo verdes las nervaduras, principal, secundarias y tercearias.

Se ha comprobado además que la aplicación de calcio en los terrenos de la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, no trajo beneficio para las plantas (Experimento No. 10), más bien ésto puede agravar aún más la deficiencia de hierro que parece bastante generaliza-

da en Turrialba.

Conviene llamar la atención para el caso de que las deficiencias que ocurren en Turrialba han sido comprobadas por dos métodos experimentales: el substrativo (Experimento No. 9) y el aditivo (Experimento No. 10). Dada la simplicidad del segundo método, el autor lo cree más recomendable para estos tipos de experimentos.

de un fur turo.

[illegible]

le que las defensas que ponen en [illegible] los
sido co[illegible] por la Nación [illegible] : el
substituto ([illegible]), [illegible] e-
lmente lo. Ley. [illegible] lo
ñuso, el sub[illegible] ser
vicio de [illegible].

RESUMEN

Este trabajo tuvo por objeto la determinación de las causas de algunos disturbios nutricionales que ocurren en el cafeto en Costa Rica. Se llevaron a cabo los siguientes tipos de experimentos: 1) inyecciones foliares bajo condiciones de campo; 2) experimentos de campo (tratamientos al suelo y atomizaciones foliares) con cafetos grandes; 3) experimentos de vivero con plantitas de café; 4) pruebas de macetas con plantas pequeñas de café; 5) pruebas de macetas usando lechuga como planta indicadora (método de Jenny).

Los experimentos de campo con cafetos grandes se llevaron a cabo en Grecia, Meseta Central, en áreas donde se encontraban plantas afectadas por la enfermedad fisiológica conocida como "Café Macho" y otros desórdenes nutricionales. Los demás experimentos se llevaron a cabo en Turrialba.

Las pruebas de macetas con lechuga indicaron que el encalamiento es el mejor tratamiento para suelos donde ocurre el "Café Macho". Los análisis de hojas hechos en Campinas, Brasil, mostraron un alto contenido de manganeso en las hojas de "Café Macho". Estos resultados ratifican la teoría de que la causa principal de la afección es una toxicidad de manganeso producida por el bajo pH de los suelos, pero por evidencias encontradas en este trabajo, indican también la existencia de deficiencias de boro, hierro, fósforo, magne-

[illegible]

[illegible]

sio, potasio y nitrógeno donde se presenta el "Café Macho". Parece por lo tanto que la afección "Café Macho" es el resultado de un complejo de factores y no solamente de la toxicidad de manganeso.

Las deficiencias de zinc y boro fueron establecidas claramente por medio de atomizaciones foliares realizadas en la Meseta Central. Con atomizaciones de borax efectuadas en el mes de Enero y Mayo, incrementaron la producción de plantas aparentamente afectas de "Café Macho", cerca de tres veces más que la del testigo, en menos de un año después de las aplicaciones. Los síntomas de las deficiencias de boro y zinc son descritas en este trabajo.

Los experimentos de vivero en Turrialba mostraron que el nitrógeno, magnesio y hierro fueron marcadamente deficientes en el area estudiada. Estos resultados fueron comprobados por dos tipos de experimentos. No se encontraron indicaciones de otras deficiencias.

Las aplicaciones de cal en Turrialba no mejoraron las condiciones del suelo, que fué indicado por el poco crecimiento de los cafetos.

En un experimento de invernadero, usando suelosde la finca del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, indujeron una severa deficiencia de hierro en los cafetos.-

SUMMARY

This work was directed towards determining the causes of some nutritional disorders ocurring in coffee in Costa Rica. The following types of experiments were conducted: 1) leaf injections under field conditions; 2) field experiments (soil treatments and leaf sprays) with mature coffee trees; 3) nursery experiments with coffee seedlings; 4) pot tests with coffee seedlings; 5) pot tests using lettuce as test plant (Jenny's method). The field experiments with mature coffee trees were carried out in Grecia, Meseta Central, in areas showing plants affected by the malady known as "cafe macho" and other nutritional disorders. All the other experiments were conducted at Turrialba.

The pot tests both with coffee and with lettuce indicated that liming is the most important treatment for soils where "cafe macho" occurs. Leaf analysis made at Campinas, Brazil, showed a very high manganese content in the leaves of "cafe macho". These findings support the theory according to which the main cause of the malady is manganese toxicity brought about by low soil pH, but evidences obtained in this work pointed out also the existence of deficiencies of baron, iron, phosphorus, magnesium, potasium and nitrogen in soils with "cafe macho". It appears, therefore, the sp called "cafe macho" results from a complex of factors rather than manganese toxicity alone.

Summary

[illegible]

[illegible]

1) Ideal [illegible]; 2) [illegible] (and [illegible]); 3) mirror [illegible]: [illegible] coffee [illegible]; [illegible] (dandy [illegible]). [illegible] were carried out [illegible], in order to [illegible] plants affected [illegible] "[illegible]" and other [illegible]. [illegible] were compared [illegible].

[illegible] indicated that [illegible] where "cafe macro" occurs. [illegible] Durnil, showed a very [illegible] "cafe macro". There [illegible] to which the [illegible] brought about by [illegible], [illegible] work pointed out also [illegible] iron, phosphorus, magnesium [illegible] with "cafe macro". [illegible] "cafe macro" results from [illegible] manganese [illegible].

Zinc and boron deficiencies were clearly stablished by means of leaf sprays in the Meseta Central. Sprays with borax, one in January and another one in May, increased the yield of plants apparently affected by "cafe macho" about three-fold, in less than one year after application. Symptoms of boron and zinc deficiencies are described in this work.

The nursery experiment at Turrialba demostrated that nitrogen, magnesium and iron were markedly deficient in the nursery area. These results were checked by two types of experiments. No indication was found of other deficiencies.

Liming in Turrialba did not improve soil condition, as indicated by the growth of coffee seedlings. In a greenhouse experiment using soil from Turrialba area, liming induced severe iron chlorosis.

LITERATURA CITADA

1. BECKLEY, V. A. Some symptoms of plant nutrient deficiencies in the coffee tree. East Africa and Uganda Natural History Society. Journal. 1931. pp. 10-12.

2. CAMARGO, T. DE., BOLLIGER, R. & MELLO, P. D. DE. Physiologia vegetal: sobre a influencia da concentracao em ionios hydrogenio do meio de cultura sobre o desenvolvimento do cafeeiro (Coffea arabica L.) Sao Paulo, Brasil. Instituto Agronomico de Campinas, Boletim Technico no. 3. 1937. 5 p.

3. COSTA, A. S. & FRANCO, C. M. A virus technique useful to diagnose foliar deficiencies. Plant Physiology 26(3):625-628. July 1951.

4. COSTA RICA. MINISTERIO DE AGRICULTURA E INDUSTRIAS. SECCION DE CAFE. El abonamiento del cafeto; informe divulgativo de los resultados de las investigaciones en progreso, período Enero 1950-Julio 1953. Boletín Divulgativo no. 18. 1954. 24 p.

5. DROSDOFF, MATTHEW. Leaf composition in relation to the mineral nutrition of tung trees. Soil Science 57(4):281-291. April 1944.

6. FERTILIZER and nutrition studies. Inter-American Institute of Agricultural Sciences. Plant Industry Department. Annual report 1953. Unpublished report. Turrialba, Costa Rica, 1954. pp. 11-12. (Mimeographed)

7. FRANCO, C. M. & MENDES, H. C. Sintomas de deficiencias minerais no cafeeiro. Bragantia 9(9-12):165-173. 1949.

8. GONZALEZ, CARLOS A. & CAMACHO, CARLOS. Síntomas de deficiencia de boro en el cafeto, informe preliminar. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, Boletin Técnico no. 11. Oct. 1952. 12 p.

9. GONZALEZ, C. A., CAMACHO, C. & GUEVARA P., L. Informe preliminar sobre el efecto del sulfato de zinc en la corrección de ciertas formas de crecimiento anormal del cafeto. Costa Rica, Ministerio de Agricultura e Industrias, Boletín Técnico no. 7. s.f. 8 p.

LITERATURA CITADA

1. FRONLEY, V. A. Some symptoms of plant nutrient deficiencies in the coffee tree. Sao Paulo and Minas Gerais Natural History Society. Journal. 1951. pp. 10-12.

2. CAMARGO, F. Sm., LORENZI, J. A., DE LIMA, P. D. Sm. Injeção de vegetais: novas e interessantes da concentração em lavoura, processo de meio de cultura sem desenvolvimento de cafeeiro (coffea arabica L.) Sao Paulo, Brasil. Instituto Agronomico de Campinas, Secção Tecnica no. 7. 1956. 5 p.

3. COSTA, A. S., LIMA SO, C. L. A virus tochipra weird to citrus. Phytopathology. Lima. Projetado y Zeq(7):6 5-6?6. July 1951.

4. COSTA LIMA, [illegible] DA ANTONIO A. [illegible]. Sao Paulo. [illegible]. Il e consumo de [illegible] informe final sobre de [illegible] e [illegible] Inverno [illegible] Sao Paulo, [illegible] 1950-junho 1952. [illegible] Nível alvo no. 1. 1954. 24 p.

5. DRUDO, [illegible] M. Leaf composition in relation to the shown distribution of two trees. Soil Science 57(4):[illegible]-[illegible]. April 1954.

6. FURTILIZER [illegible] Institute of A[illegible] Industry. Department. A real [illegible] 1952. Bulletin [illegible] pp. 11-12. (Mimeographed)

7. [illegible] CO. [illegible] 9(1-1):1 [illegible]-1[illegible]. [illegible]

8. [illegible] DA [illegible] C. A. C. [illegible] de [illegible] preliminar. [illegible] Minas Gerais. [illegible] A [illegible] Oct. 1952. 12 p.

9. [illegible] A., [illegible] C. [illegible] T., [illegible] Influencia [illegible] de [illegible] de zinco [illegible] Técnico no. 7. [illegible] 6 p.

10. HAVIS, JOHN R. Turrialba, Costa Rica. Asimilación del nitrógeno en forma de úrea. Comunicación personal. 1954.

11. JACOB, J. C. S. Investigaciones sobre la fisiología de la nutrición del Coffea arabica. Instituto de Defensa del Café de Costa Rica. Revista 12(91):207-209. Mayo 1942.

12. JENNY, H., VLAMIS, J. & MARTIN, W. E. Greenhouse assay of fertility of California soils. Hilgardia 20(1):1-8. May 1950.

13. _____ & OTROS. Estudio sobre la fertilidad de ocho suelos colombianos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, Boletín Técnico 1(9):1-16. 1953.

14. JONES, L. H. P. & LEEPER, G. W. The availability of various manganese oxides to plants. Plant and Soil 3(2):141-153. April 1951.

15. MAYNE, W. W. Investigations on the nutrition of Coffea Arabica L. Planters Chronide 35(16): 327-330.

16. MONTERO M., JOSE. La deficiencia del zinc en los almacigales de café. Suelo Tico (Costa Rica) 6(28):298-300. Junio-Dic. 1952.

17. MOWRY, HAROLD. Minor element deficiencies in coffee in Costa Rica. Foreign Agriculture 17(5):93-96. May 1953.

18. MYERS, A. T. & BRUNSTETTER, B. C. Spectrographic determination of mineral composition of the tung leaf as influenced by the position of the plant. American Society for Horticultural Science. Proceedings 47:169-174. 1946.

19. PARRA H., J. Las chapolas de café en el estudio de los suelos. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, Boletín Informativo 4(42):15-26. Junio 1953.

20. _____ Controles biológicos en suelos de la serie 60. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, Boletín Informativo 4(47):24-28. Nov. 1953.

10. [illegible], John R. [illegible] Communication [illegible] Communication [illegible]. 1964.

11. [illegible], J. G. S. [illegible] Phonetics [illegible] Phonetics [illegible]. Revue [illegible] (1): [illegible] 1972.

12. [illegible], R., [illegible], G. [illegible] Acoustic [illegible] (1): [illegible] 1970.

13. _____ [illegible] de [illegible] Lowering [illegible] Linguistique [illegible] (1): 1-16. 1972.

14. [illegible], L. [illegible] of [illegible] [illegible] [illegible] 3(2): 144-152. April 1972.

15. MAYNE, [illegible] of [illegible] [illegible] [illegible] 22(1): 22-230.

16. [illegible] Lon [illegible] (Lo [illegible] Rue) [illegible] (2): 290-300. [illegible] 1972.

17. [illegible] [illegible] [illegible] 17(2): 92-2[illegible]. [illegible] 1972.

18. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 1972.

19. [illegible] [illegible] [illegible] [illegible] 1972.

20. _____ [illegible] [illegible] [illegible] (1): [illegible]-50. [illegible] 1972.

21. PARRA H., J. Controles biológicos en suelos de la serie 120. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, Boletín Informativo 5(49):20-24. Enero 1954.

22. _____ Fertilidad en la serie de suelos Chinchiná. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, Boletín Informativo 3(27):30-38. Marzo 1952.

23. PERALTA, MARIA E. Análisis de algunos minerales en hojas de café con y sin afección de "Café Macho". Tesis sin publicar (Licenciada en Química, Universidad deCosta Rica). Turrialba, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1952. 66 p. (mecanografiado).

24. ROACH, W. A. & ROBERTS, W. O. Further work on plant injection for diagnostic and curative purposes. Great Britain. Imperial Bureau of Horticulture and Plantation Crops Technical Communication no. 16. 1945. 12 p.

25. ROYER, ALTO E. Turrialba, CostaRica. Asimilación del nitrógeno en forma de úrea. Comunicación personal. 1954.

26. SILBERSCHMIDT, K. M. Clorose do limbo das folhas de cafeeiro. O Biológico (Brasil) 18(11): 196-197. Nov. 1952.

27. TAHADA, T. Minor elements in coffee culture. Hawaii. Agricultural Experiment Station. Report for the biennium ending June 30, 1944:54. Aug. 1945.

28. THOROLD, C. A. Elgon dieback disease of coffee. East African Agricultural Journal 10(4): 198-206. 1945.

29. URHAN, OTTO. Contribución al estudio de la Crespera. Centro Nacional de Investigaciones de Café, Chinchiná, Colombia, Boletín Informativo 3(31):17-24. Julio 1952.

30. WELLMAN, F. L. Turrialba, Costa Rica. Causas del "Café Macho". Comunicación personal. 1952.