

## EFFECTO DE LOS ELEMENTOS MENORES EN LA PRODUCCION DE CAFE

Alfonso Uribe-Henao\*  
Néstor Salazar-Arias\*\*

### INTRODUCCION

Con una fertilización adecuada es posible aumentar los rendimientos de una plantación de café. Para ésto se requiere de una cantidad suficiente de elementos nutritivos. Cuando ésto no ocurre se presentan las deficiencias, las que se manifiestan visualmente en diversas formas según el nutrimento que hace falta (14).

Para su normal desarrollo y producción la planta necesita de los llamados elementos menores que son aquellos que entran en cantidades más pequeñas en su constitución. Estos nutrimentos son tan importantes como los macronutrientes, porque regulan muchas funciones involucradas en el proceso de crecimiento de las plantas (2, 5), hasta el punto que se les considera como elementos minerales esenciales.

\* Jefe del Departamento de Agronomía y Tecnología del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

\*\* Jefe Encargado de la Sección de Café del Centro Nacional de Investigaciones de Café, Cenicafé, Chinchiná, Caldas, Colombia.

La presencia e intensidad de las deficiencias minerales de elementos menores en el café varían de un país a otro. En Costa Rica (15) se hicieron investigaciones sobre zinc, boro y magnesio y se menciona la presencia de deficiencias de manganeso. Además se encontró que en muchas partes de este país la deficiencia de elementos menores limita el crecimiento y la producción (13). En el Brasil (6, 7) son frecuentes los síntomas de deficiencia de zinc y ocurren deficiencias de este elemento y de hierro con un grado de severidad bastante pronunciado (11). Las aplicaciones de microelementos en este mismo país (11) provocaron aumentos espectaculares en la producción de café. En Puerto Rico (9), las aplicaciones de sulfato de magnesio en cafetales al sol incrementaron en forma significativa los rendimientos. La deficiencia de zinc en el café es un problema de importancia en la India (3) y su control es necesario para obtener una producción óptima.

En Colombia, en los últimos años se han incrementado las siembras de cafetales al sol, observándose la aparición de deficiencias de elementos menores especialmente de magnesio, boro, zinc, hierro y manganeso. Poca información se tiene sobre la magnitud y extensión del problema, pero la presencia de casos esporádicos ha llamado la atención por su intensidad. Es muy posible que con el correr del tiempo, en las plantaciones al sol con altas producciones y fertilización intensiva, las reservas nutritivas en estos elementos, almacenados en el suelo, se vayan agotando hasta llegar a ser un factor limitante en la producción si no se atiende a su corrección.

La ausencia de síntomas visuales no indica necesariamente que la deficiencia no existe. El rendimiento puede estar afectado sin que se observen los síntomas (5). Según Muller (14), cuando la deficiencia se hace visible, es porque ya se encuentra en un estado avanzado, pero la productividad de la planta se afecta antes de que la deficiencia alcance ese nivel crítico. Aun cuando en Colombia la deficiencia de elementos menores en el café no se presenta en forma generalizada y no alcanza a ser un problema económico, ni limitante en su producción, es conveniente conocer si la aplicación de nutrimentos con base en estos elementos mejora los rendimientos. Con este fin se establecieron varios experimentos de campo en diferentes sitios de la zona cafetera de Colombia en plantaciones de primera edad sin síntomas visibles de tales deficiencias. Dos de los ensayos estudian la efectividad del magnesio y el boro en forma independiente sobre la producción de café. El tercer ensayo se relaciona con la influencia de la aplicación del hierro, cobre, zinc y manganeso, en forma de quelatos, sobre los rendimientos de café.

Para las aplicaciones de magnesio se utilizan las sales de este elemento, y para el boro también se emplean las sales solubles en agua sin que haya problemas de fijación en el suelo. Con los otros nutrimentos menores es posible que se presenten incompatibilidades o fijación de los elementos si se utilizan los compuestos químicos corrientes de estos metales.

La aplicación de compuestos de manganeso al suelo no ha dado resultados satisfactorios en Costa Rica (15) posiblemente por fijación del elemento. La fertilización al suelo con

compuestos de zinc no resulta efectiva ni económica (2, 14). Pocos resultados se han obtenido para la corrección de la deficiencia de hierro con la aplicación de sales solubles de este elemento al suelo (5); por otra parte, el café no responde a las atomizaciones al follaje para corregir esta deficiencia (15). El uso de los quelatos es una forma de obviar estas dificultades, puesto que el elemento se encuentra aprisionado en el quelato e imposibilitado para entrar en combinaciones químicas que lo insolubilizan (11). En el Brasil (11) con la aplicación de quelatos metálicos en los cafetos se lograron aumentos en la producción superiores al 240%.

Los ensayos mencionados fueron llevados a cabo con el objeto de determinar la respuesta en producción a la aplicación de elementos menores en plantaciones de café al sol en la zona cafetera de Colombia.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se adelantó a través de tres ensayos localizados en siete sitios de la zona cafetera de Colombia y 20 campos experimentales. La ubicación y características de estos sitios se describen en las tablas 1 y 2.

### **Ensayo Nº 1.- Efecto del magnesio en la producción de café.**

En este ensayo se comparó el efecto de cuatro niveles de magnesio sobre la producción. Se utilizó como fuente el carbonato de magnesio. Los niveles fueron 0; 13,5; 27 y 54 gramos de MgO por árbol por año. Estas cantidades se distribuyeron en dos aplicaciones cada seis meses.

Se empleó la variedad Caturra (*Coffea arabica*) a una distancia de 1,50 x 1,50 metros, a libre exposición solar. El diseño experimental fue un cuadrado latino con cuatro repeticiones.

La parcela experimental tiene 30 árboles en total, de los cuales 12 son efectivos y 18 bordes de descarte, quedando la parcela con borde completo. La parcela experimental mide 9,00 x 7,50 metros (67,50 metros<sup>2</sup>). En esta forma el área del lote experimental es de 1.080 m<sup>2</sup> (36,00 x 30,00 metros), con un total de 480 árboles.

Como fertilizante general se usó un grado 12-12-17-2 (N-P-K-Mg), a razón de 400 gramos por planta por año, fraccionado cada tres meses. Se analizaron tres o cuatro cosechas según el sitio experimental.

TABLA 1.- LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LOS CAMPOS EXPERIMENTALES.

Lugar	Municipio	Departamento	Altura m.	Temperatura °C	Lluvia mm.
Hacienda Naranjal	Chinchiná	Caldas	1.400	20,6	2.660
Subestación El Rosario	Venecia	Antioquia	1.637	19,7	2.730
Hacienda Piamonte	Fredonia	Antioquia	1.300	20,2	2.330
Hacienda Granjas	El Colegio	Cundinamarca	1.500	19,3	1.910
Subestación Paraguaicito	Buenavista	Quindío	1.250	21,2	1.975
Subestación La Trinidad	Líbano	Tolima	1.500	19,3	2.311
Hacienda Mosqueteros	Fresno	Tolima	1.400	—	3.245

TABLA 2.- CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS SUELOS EN LOS CUALES SE REALIZARON LOS EXPERIMENTOS.

Lugar	Textura	Ca	Mg	K	M.O. %	P ppm	N %	pH
		me/100 g						
Naranjal	Franco-Arenoso	0,9	0,9	0,22	13,1	11	0,634	5,6
El Rosario	Franco	2,0	1,6	0,14	13,8	8	0,528	4,0
Piamonte	Franco-Arcilloso	5,1	5,1	0,17	5,5	10	0,302	4,9
Granjas	Franco-Arenoso	12,3	4,4	0,57	16,3	4	0,867	5,1
Paraguaicito	Franco-Arenoso	5,2	2,1	0,61	6,6	12	0,395	5,4
Trinidad	Franco-Arenoso	9,0	1,8	0,60	17,8	8	0,723	5,7
Mosqueteros	Franco-Arenoso	1,3	0,4	0,16	14,7	61	0,647	5,0

### Ensayo N° 2.- Efecto del boro en la producción de café.

Se emplearon cuatro niveles de borax, 0 - 20 - 30 y 40 gramos por árbol y por año, aplicado al suelo, fraccionados en dos aplicaciones, cada seis meses.

El ensayo se efectuó con la variedad Caturra (*Coffea arabica*) a una distancia de siembra de 1,50 x 1,50 metros a plena exposición solar.

El diseño utilizado, el área experimental y la fertilización general fueron iguales a los utilizados en el ensayo N° 1. El número de cosechas analizadas fue de tres o cuatro, según el sitio experimental.

### **Ensayo Nº 3.- Efecto del hierro, cobre, zinc y manganeso en la producción de café.**

Los tratamientos estuvieron conformados por los elementos Fe, Zn, Cu y Mn solos y combinados, a dos niveles.

El diseño experimental fue un factorial de dos a la cuarta ( $2 \times 2 \times 2 \times 2$ ) con la interacción de los cuatro factores completamente confundida con los bloques, en dos repeticiones.

Los elementos se aplicaron en forma de quelatos a razón de 60 gramos de quelato por planta, por año.

La dosis se fraccionó en tres aplicaciones anuales cada cuatro meses.

El ensayo se efectuó con la variedad Caturra (*Coffea arabica*) a una distancia de siembra de 1,50 x 1,50 metros. La parcela experimental se compone de nueve árboles efectivos y un borde de descarte común entre las parcelas. En esta forma el lote experimental tiene un área de 1.262,25 metros cuadrados (49,50 x 25,50 m.) y 561 plantas.

Se aplicó un fertilizante 12-12-17-2 uniformemente a todos los tratamientos y a todas las plantas a razón de 400 gramos por árbol por año, fraccionando esta cantidad en cuatro aplicaciones cada tres meses. Se analizaron tres cosechas.

En los tres ensayos la producción se midió en kilogramos de café cereza por parcela efectiva. Para la presentación de los resultados los datos se convirtieron a kilogramos de café pergamino seco a 12<sup>o</sup>/<sub>0</sub> de humedad, por hectárea y por año.

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

Los resultados se presentan de acuerdo con los tres ensayos realizados, para cada lugar experimental.

### **Ensayo Nº 1.- Efecto del magnesio en la producción de café.**

En las tablas 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 se presentan las producciones en kilogramos de café pergamino por hectárea, para todas las cosechas individuales y los totales acumulados en los sitios experimentales estudiados.

TABLA 3.- EFECTO DEL MAGNESIO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA, POR AÑO. HACIENDA NARANJAL.

Dosis de MgO por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1971	1972	1973	1974		
0	10.425	4.325	8.563	6.650	29.963	7.491
13.5	11.563	4.738	8.675	6.663	31.639	7.910
27,0	11.163	4.663	8.288	7.188	31.302	7.826
54,0	11.450	4.788	8.675	6.363	31.276	7.819

TABLA 4.- EFECTO DEL MAGNESIO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. SUBESTACION EL ROSARIO.

Dosis de MgO por árbol por año (gramos)	Cosechas			Total	Promedio
	1972	1973	1974		
0	1.938	9.238	4.275	15.451	5.150
13,5	1.625	7.863	5.325	14.813	4.938
27,0	1.913	9.813	4.788	16.514	5.505
54,0	1.763	9.013	4.988	15.764	5.255

TABLA 5.- EFECTO DEL MAGNESIO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. HACIENDA PIAMONTE.

Dosis de MgO por árbol por año (gramos)	Cosechas			Total	Promedio
	1974	1975	1976		
0	8.013	3.150	8.388	19.551	6.517
13,5	7.650	2.000	8.238	17.888	5.963
27,0	7.738	2.575	8.388	18.701	6.234
54,0	6.425	3.013	7.700	17.138	5.713

TABLA 6.- EFECTO DEL MAGNESIO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA, POR AÑO. HACIENDA GRANJAS.

Dosis de MgO por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1972	1973	1974	1975		
0	2.000	7.050	5.975	6.200	21.225	5.306
13,5	1.825	6.938	5.313	5.700	19.776	4.944
27,0	1.963	5.888	3.738	6.238	17.827	4.457
54,0	2.238	6.800	4.975	5.113	19.126	4.782

TABLA 7.- EFECTO DEL MAGNESIO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA, POR AÑO. SUBESTACION PARAGUAICITO.

Dosis de MgO por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1972	1973	1974	1975		
0	3.313	9.638	4.988	8.375	26.314	6.579
13,5	2.700	10.750	5.663	7.875	26.988	6.747
27,0	3.213	10.063	5.400	7.900	26.576	6.644
54,0	3.213	9.525	5.050	7.538	25.326	6.332

TABLA 8.- EFECTO DEL MAGNESIO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. SUBESTACION LA TRINIDAD.

Dosis de MgO por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76		
0	3.150	12.300	1.475	10.650	27.575	6.894
13,5	3.700	11.850	1.000	10.000	26.550	6.638
17,0	3.813	11.363	1.263	9.750	26.189	6.547
54,0	3.600	11.725	1.225	10.625	27.175	6.794

TABLA 9.- EFECTO DEL MAGNESIO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA, POR AÑO. HACIENDA MOSQUETEROS.

Dosis de MgO por árbol por año (gramos)	Cosechas					Total	Promedio
	1975	1976	1977	1978			
0	3.188	6.975	8.238	5.775	24.176	6.044	
13,5	3.438	6.925	9.363	5.725	25.451	6.363	
27,0	3.338	7.250	9.600	5.713	25.901	6.475	
54,0	3.613	7.500	9.850	6.038	27.001	6.750	

En ninguno de los lugares hubo influencia de los tratamientos sobre la producción. Es decir, la aplicación del magnesio no aumentó los rendimientos de café, ni en las cosechas anuales, ni en el acumulado de la producción.

En otros países como Costa Rica (15) y Kenya (17) recomiendan las aplicaciones y aspersiones de sales de magnesio para corregir esta deficiencia. Chanchay (4) dice que los síntomas foliares de la deficiencia de magnesio desaparecen con aspersiones de este elemento y que las aplicaciones al suelo resultan poco efectivas. Según Hernández et al (9, 10), la aplicación de magnesio al suelo aumentó significativamente los rendimientos de café en Puerto Rico.

La respuesta del café al magnesio parece que no está aún muy definida; algunos autores (14, 17) consideran que las aspersiones de este elemento al follaje son más eficientes y otros (9, 10, 14) son partidarios de las aplicaciones al suelo.

En este ensayo hubo una aplicación general de un fertilizante completo el cual contenía un 20% de magnesio; la cantidad que se aplicó de este elemento pudo haber sido suficiente para cubrir las necesidades nutricionales de la planta, aun cuando las observaciones visuales de campo han indicado la presencia de deficiencia de magnesio, a pesar de las fertilizaciones abundantes con ese mismo compuesto. En Puerto Rico (1) no hubo respuesta a las aplicaciones de magnesio, lo que fue atribuido (10) a que en el experimento se utilizó cal con un contenido de 10% de magnesio que suministró 80 libras de ese elemento por acre.

La falta de respuesta del café a las fertilizaciones con magnesio, puede atribuirse al antagonismo entre el potasio y el magnesio, descrito por algunos autores. Como fertilización de base se empleó buena cantidad de un compuesto rico en potasio lo que según Robinson (17) intensifica la deficiencia de magnesio. Knoblauch y Oldland (17) establecieron los

efectos de las sales de potasio sobre la deficiencia del magnesio. Por otra parte, Muller (13, 14), manifiesta que una alta concentración del potasio en el suelo es causa frecuente de una deficiencia de magnesio debido al marcado antagonismo entre los dos elementos. La deficiencia de magnesio puede ser producida por un desbalance con el potasio; por esto no es conveniente aplicar cantidades altas de potasio en presencia de deficiencia de magnesio (15). En esta forma queda pendiente el problema puesto que el café responde en producción a las aplicaciones abundantes de potasio, salvo en los casos en que el contenido de este elemento en el suelo sea suficiente (18).

### **Ensayo Nº 2.- Efecto del boro en la producción de café.**

En las tablas 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16 se presentan las producciones en kilogramos de café pergamino seco por hectárea para todas las cosechas individuales y los totales acumulados en los sitios experimentales estudiados.

En la mayoría de los lugares experimentales las aplicaciones de boro no influyeron sobre las producciones de café, ni en las cosechas individuales ni el acumulado de ellas. En la hacienda Naranjal en las parcelas que recibieron las dosis más altas del elemento se presentó necrosis en los bordes de las hojas, clorosis y falta de vigor en las plantas, síntomas semejantes a los descritos por Valencia (19) para indicar toxicidad por boro. En la Subestación de La Trinidad, en las dos primeras cosechas, los tratamientos no influyeron significativamente en la producción de café, pero en las dos últimas la producción disminuyó linealmente a medida que se aumentó la cantidad de boro aplicada. Este efecto se reflejó en la cantidad total de las cuatro cosechas. En las parcelas correspondientes a las mayores dosis de boro se observaron los mismos síntomas de toxicidad descritos anteriormente.

Varios autores (2, 13, 14, 15, 19) llaman la atención sobre el peligro de la toxicidad por boro en árboles de café. Valencia (19) encontró síntomas de toxicidad en café con dosis de 50 gramos de borax por planta y concluyó que no se ve la necesidad de emplear dosis mayores para la corrección de la deficiencia y de 20 gramos por planta por año para prevenirla en plantaciones adultas. Muller (13, 14) manifiesta que el café responde muy bien a las aplicaciones de boro, pero que por la gran toxicidad que causa este elemento a las plantas, debe tenerse gran cuidado al calcular la cantidad que va a aplicarse. Pérez (15) dice que aunque el café tolera el empleo de cantidades relativamente altas de boro, no conviene abusar de este elemento por el peligro de producir toxicidad. Ananth (2) afirma que el límite entre el óptimo de boro y la toxicidad es muy estrecho y que por lo tanto es necesario tener un gran cuidado en las aplicaciones de este nutrimento.

De los resultados experimentales y su análisis se desprende que las aplicaciones periódicas y continuadas de boro a las plantaciones de café que no han mostrado síntomas visibles de deficiencia de este elemento, en las condiciones de suelo y clima contemplados, no producen incrementos en los rendimientos y podrían llegar a ser contraproducentes por causar toxicidad peligrosa para la producción y el desarrollo normal de los cafetos.

TABLA 10.- EFECTO DEL BORO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. HACIENDA NARANJAL.

Dosis de borax por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1971	1972	1973	1974		
0	10.438	4.588	7.638	6.300	28.964	7.241
20	11.425	4.088	7.075	5.988	28.576	7.144
30	10.463	3.050	7.613	6.063	27.189	6.797
40	9.775	2.863	7.313	4.750	24.701	6.175

TABLA 11.- EFECTO DEL BORO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. SUBESTACION EL ROSARIO.

Dosis de borax por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1974	1975	1976	1977		
0	6.563	5.038	4.925	8.075	24.601	6.150
20	6.313	5.838	4.900	6.875	23.926	5.982
30	6.288	6.225	5.313	7.563	25.389	6.347
40	6.075	4.750	3.800	5.663	20.288	5.072

TABLA 12.- EFECTO DEL BORO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. HACIENDA GRANJAS.

Dosis de borax por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1972	1973	1974	1975		
0	1.663	5.325	3.375	3.988	14.351	3.588
20	1.731	5.563	4.038	4.713	16.045	4.011
30	1.975	6.650	4.275	6.463	19.363	4.841
40	1.975	5.413	3.475	4.125	14.988	3.747

TABLA 13.- EFECTO DEL BORO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. SUBESTACION PARAGUAICITO.

Dosis de borax por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1972	1973	1974	1975		
0	3.975	9.600	7.100	6.188	26.863	6.716
20	3.513	9.350	7.275	6.088	26.226	6.557
30	3.213	9.975	7.325	6.438	26.951	6.738
40	3.313	9.500	7.275	6.113	26.201	6.550

TABLA 14.- EFECTO DEL BORO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. HACIENDA PIAMONTE.

Dosis de borax por árbol por año (gramos)	Cosechas			Total	Promedio
	1974	1975	1976		
0	7.563	2.763	7.638	17.964	5.988
20	7.388	3.038	7.200	17.626	5.875
30	7.300	2.913	6.938	17.151	5.717
40	7.125	2.288	6.488	15.901	5.300

TABLA 15. EFECTO DEL BORO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. SUBESTACION LA TRINIDAD.

Dosis de borax por árbol por año (gramos)	Cosechas				Total	Promedio
	1972-73	1973-74	1974-75	1975-76		
0	3.113	11.075	1.388	10.500	26.076	6.519
20	3.325	11.225	1.200	9.663	25.413	6.353
30	2.988	10.550	875	9.775	24.188	6.047
40	3.100	10.188	600	9.100	22.988	5.747

TABLA 16.- EFECTO DEL BORO SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO POR HECTAREA POR AÑO. HACIENDA MOSQUETEROS.

Dosis de borax por árbol por año (gramos)	Cosechas			Total	Promedio
	1976	1977	1978		
0	6.175	8.225	5.325	19.725	6.575
20	6.663	8.400	5.175	20.238	6.746
30	5.838	7.638	4.938	18.414	6.138
40	4.875	7.700	4.438	17.013	5.671

### Ensayo N° 3.- Efecto del hierro, cobre, zinc y manganeso en la producción de café.

Para cada lugar se dan los resultados de producción de café correspondientes a las cosechas anuales. Además se presentan los datos acumulados de las cosechas con el fin de obtener un análisis de conjunto que permita una mejor interpretación de los resultados.

Hacienda Naranjal.

En las tablas 17 y 18 se presentan los datos que se obtuvieron en los cuatro años de producción y el acumulado de las cuatro cosechas.

TABLA 17.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA POR AÑO. NARANJAL.

Cosechas	Niveles	Elementos			
		Fe	Cu	Zn	Mn
1971	0	8.263	8.600	8.213	8.100
	1	8.213	7.875	7.638	8.375
1972	0	5.813	5.700	5.913	5.788
	1	5.613	5.713	5.500	5.638
1973	0	10.663	10.925	10.950	10.663
	1	10.800	10.550	10.525	10.813
1974	0	3.938	3.588	4.450	3.638
	1	3.463	3.825	2.950	3.775

TABLA 18.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. PRODUCCIONES ACUMULADAS DE LAS CUATRO COSECHAS. NARANJAL.

Niveles	Elementos			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0	28.677	28.813	29.526	28.189
1	28.089	27.963	26.613	28.601

Hacienda Piamonte.

Los datos de producción de las cosechas anuales y el acumulado de ellas se presentan en las tablas 19 y 20.

TABLA 19.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. HACIENDA PIAMONTE.

Cosechas	Niveles	Elementos			
		Fe	Cu	Zn	Mn
1974	0	6.975	7.025	7.163	7.113
	1	7.188	7.138	7.000	7.050
1975	0	1.925	2.075	2.200	2.125
	1	2.500	2.350	2.225	2.288
1976	0	6.650	6.813	7.000	7.013
	1	7.075	6.925	6.738	6.713

TABLA 20.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. PRODUCCIONES ACUMULADAS DE LAS TRES COSECHAS. HACIENDA PIAMONTE.

Niveles	Elementos			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0	15.550	15.913	16.363	16.251
1	16.763	16.413	15.963	16.051

Subestación El Rosario.

Los datos de producción correspondientes a este lugar se presentan en las tablas 21 y 22.

TABLA 21.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. EL ROSARIO.

Cosechas	Niveles	Elementos			
		Fe	Cu	Zn	Mn
1974	0	2.700	2.788	2.688	2.638
	1	2.775	2.688	2.800	2.838
1975	0	6.050	5.775	5.588	5.900
	1	5.538	5.813	6.000	5.688
1976	0	5.838	5.725	5.750	5.925
	1	5.563	5.675	5.650	5.475

TABLA 22.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. PRODUCCIONES ACUMULADAS DE LAS TRES COSECHAS. SUBESTACION EL ROSARIO.

Niveles	Elementos			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0	14.588	14.288	14.026	14.463
1	13.876	14.176	14.450	14.001

Hacienda Granjas.

Los datos de producción correspondientes a este lugar se presentan en las tablas 23 y 24.

TABLA 23.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. HACIENDA GRANJAS.

Cosechas	Niveles	Elementos			
		Fe	Cu	Zn	Mn
1972	0	925	938	975	1.025
	1	1.083	1.013	875	925
1973	0	6.013	6.313	5.963	6.413
	1	6.175	5.875	6.225	5.788
1974	0	4.775	4.975	5.038	4.738
	1	4.975	4.775	4.713	5.013

TABLA 24.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. PRODUCCIONES ACUMULADAS DE LAS TRES COSECHAS. HACIENDA GRANJAS.

Niveles	Elementos			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0	11.713	12.226	11.976	12.176
1	12.233	11.663	11.813	11.726

Subestación Paraguaicito.

Los datos de producción correspondientes a este lugar se presentan en las tablas 25 y 26.

TABLA 25.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. SUBESTACION PARAGUAICITO.

Cosechas	Niveles	E l e m e n t o s			
		Fe	Cu	Zn	Mn
1972	0	3.850	3.700	4.013	3.763
	1	3.900	4.050	3.738	4.000
1973	0	9.113	9.663	9.250	9.000
	1	9.513	8.963	9.363	9.625
1974	0	7.100	6.875	6.688	6.513
	1	6.663	6.900	7.075	7.263

TABLA 26.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. PRODUCCIONES ACUMULADAS DE LAS TRES COSECHAS. SUBESTACION PARAGUAICITO.

Niveles	E l e m e n t o s			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0	20.063	20.238	19.951	19.276
1	20.076	19.913	20.176	20.888

Subestación La Trinidad.

Los datos de producción correspondientes a este lugar se presentan en las tablas 27 y 28.

TABLA 27.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. SUBESTACION LA TRINIDAD.

Cosechas	Niveles	Elementos			
		Fe	Cu	Zn	Mn
1972-73	0	2.813	2.713	2.863	2.738
	1	2.775	2.875	2.725	2.850
1973-74	0	10.475	10.513	10.538	10.288
	1	10.300	10.275	10.250	10.500
1974-75	0	975	950	1.088	925
	1	938	975	838	1.000

TABLA 28.- EFECTO DE LOS MICROELEMENTOS SOBRE LA PRODUCCION EN KILOGRAMOS DE CAFE PERGAMINO SECO POR HECTAREA. PRODUCCIONES ACUMULADAS DE LAS TRES COSECHAS. SUBESTACION LA TRINIDAD

Niveles	Elementos			
	Fe	Cu	Zn	Mn
0	14.263	14.176	14.489	13.951
1	14.013	14.125	13.813	14.350

En ninguno de los seis lugares estudiados hubo efecto estadístico de los tratamientos sobre la producción de café, ni en las cosechas anuales, ni en el acumulado de ellas. Es conveniente anotar que en la hacienda Naranjal, el único efecto que alcanzó una magnitud suficiente para tener significación estadística fue el del zinc en la cuarta cosecha.

El efecto consistió en una disminución de la producción por parte de ese elemento, pero este resultado puede considerarse como casual debido a que fue un caso aislado entre una gran cantidad de cosechas analizadas.

Los resultados indican que ningún elemento de los incluidos en el experimento, en forma individual o en combinación con otro, ejerció influencia sobre los rendimientos de café.

Varios autores señalan la importancia de los elementos menores en la planta de café, pero al mismo tiempo anotan las dificultades para la corrección de estas deficiencias. En Costa Rica (13, 14, 15) y en la India (2, 3), se han encontrado dificultades para la corrección de las deficiencias de zinc y manganeso, con aplicaciones al suelo de compuestos de estos elementos. Para corregir la deficiencia de hierro no sirven las aspersiones de este elemento a la planta y se acepta en general que los quelatos son la única manera efectiva para aplicarlo al suelo (11, 14, 15). Para el cobre las exigencias de este elemento en el café son bajas y el uso de fungicidas de cobre contribuye a que no se presenten las deficiencias (14). En Kenya (8, 16) y en Tanganyika (2) las aspersiones con productos a base de cobre al café han incrementado los rendimientos y reducido la caída de las hojas. A este respecto Van Der Vossen et al (20) consideran que el efecto "tónico" de estas aspersiones no se debe propiamente a los fungicidas de cobre, puesto que otros fungicidas orgánicos como el Captafol producen igualmente grandes incrementos en los rendimientos.

Su acción se explica en el sentido de que los fungicidas controlan los microorganismos patógenos que provocan la caída prematura de las hojas y como consecuencia se produce una mejor floración y rendimiento.

Por otra parte, los quelatos mantienen los iones metálicos aislados y no los dejan fijar en el suelo, evitándose así la interferencia que podría ocurrir y que disminuye o anula la efectividad de los nutrimentos aplicados al suelo. En el Brasil (11) se lograron aumentos sustanciales en la producción de café con la aplicación de elementos menores al suelo en forma de quelatos. Se supone entonces que la ausencia de respuesta a los microelementos en el caso presente es debida a que en los suelos estudiados existe suficiente cantidad de estos nutrimentos para asegurar la correcta nutrición de los cafetos y se concluye que no se encuentra justificación para que se recomiende su aplicación a no ser que se trate de una deficiencia que se manifieste visualmente.

## RESUMEN

Se realizaron tres experimentos localizados en siete lugares de la zona cafetera de Colombia y establecidos en 20 campos experimentales, para determinar el efecto de la aplicación al suelo de los microelementos boro, hierro, cobre, zinc, manganeso y magnesio, en plantaciones nuevas de café a libre exposición solar, sin síntomas visibles de deficiencias de estos elementos.

Algunos de los microelementos se aplicaron en forma de quelatos con el fin de obviar las dificultades e incompatibilidades que pudieran presentarse al emplear compuestos inorgánicos propios de estos nutrimentos.

Los resultados se analizaron en términos de producción de café pergamino seco por hectárea y por año y la acumulación de cosechas anuales.

En ninguno de los lugares estudiados hubo respuesta estadística a la aplicación de los microelementos.

Se estima que la falta de respuesta al magnesio pudo haber sido interferida por la cantidad de este elemento que se aplicó en la fertilización general o por el antagonismo con el potasio presente en el suelo o suministrado en esa misma fertilización.

En algunos casos se presentaron síntomas de toxicidad por boro, debido a su aplicación continuada y se llama la atención sobre este hecho.

En general se estima que la falta de respuesta a la aplicación de los microelementos se debe a que los suelos en estudio poseen cantidades suficientes para la producción de café.

## SUMMARY

Three experiments were designed in order to be located in seven different places of the Colombian coffee zone, where they were laid out in 20 experimental fields. The experiments were intended to determine the effect of the application to the soil of the microelements boron, iron, copper, zinc, manganese, and magnesium on young unshaded coffee trees without visible symptoms of deficiency of these elements.

Some of the microelements were applied as chelates in order to avoid the difficulties and incompatibilities, which might arise by using those elements in their inorganic forms.

The results were analyzed in terms of dry parchment coffee per hectare and per year, and the accumulation of annual yields.

There was no statistical difference due to the application of the micro-elements in neither one of the fields where the experiments were planted.

It is believed that the lack of response to the applications of magnesium might have been interfered by the amount of this element which was applied as general fertilizer or by the antagonism with the potassium present in the soil or supplied in the same fertilization.

In some cases aroused symptoms of boron toxicity due to the continuous application of this element.

In general, it is estimated that the lack of response to the application of microelements is due to the fact that the soils under study have enough quantities of them to provide a normal supply to the coffee plant.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ABRUÑA, F. et al. Effects of liming and fertilization on yields and foliar composition of high-yielding sun-grown coffee in Puerto Rico. *Journal of Agriculture (Puerto Rico)* 49(4): 413-428. 1965.
2. ANANTH, B. R. Role of micro-nutrients in coffee. *Indian Coffee* 35 (11):473-476. 1971.
3. ANANTH, B. R.; IYENGAR, B. R. V. and CHOKKANNA, N. G. Widespread zinc deficiency in coffee in India. *Turrialba (Costa Rica)* 15(2):81-87. 1965.
4. CHANCHAY C., A. G. Efecto de la aplicación de magnesio al suelo y a las hojas sobre la concentración foliar de este elemento en el café. *Turrialba (Costa Rica)* 17(2):182-187. 1967.
5. DISTRIBUTORS manual metal chelates. New York, W. R. Grace & Co., Agricultural Chemical Group, n. d. 24 p.
6. FRANCO, C. M. e MENDES, H. C. Deficiencia de microelementos em cafeeiro. *Boletim da Superintendencia dos Servicos do Café (Brasil)* 28 (318):19-22. 1953.
7. FRANCO, C. M. e MENDES, H. C. Deficiencia de zinco em cafeeiro. *Boletim da Superintendencia dos Servicos do Café (Brasil)* 29(334):34-39. 1954.
8. GILLET, S. Results and observations of spraying trials using bordeaux mixture on coffee at the scott agricultural laboratories. *Coffee Board of Kenya. Monthly Bulletin* 7(75):30-31. 1942. (Tomado de: Green, L. Abstracts of some literature pertaining to coffee. II. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1953. pp. 141-143).
9. HERNANDEZ, E. El magnesio aumenta los rendimientos del café. *Agricultura al Día (Puerto Rico)* 8(9):36-37. 1962.

10. HERNANDEZ, E.; ABRUÑA, F. and VALLE, R. del. Response to magnesium of intensively managed sun-grown coffee. *Journal of Agriculture (Puerto Rico)* 52(3):185-194. 1968.
11. MEDCALF, J. C. y LOTT, W. L. Aplicación de quelatos metálicos en cafetales. New York, IBEC Research Institute, 1956. 28 p. (Publicación n° 11).
12. MPHURU, N. E. The effect of fungicide and fertilizer treatments on yield of coffee on peasant farms. In: Tanganyika. Coffee Research Station. Research report, 1963. Lyamungu, Tanganyika Coffee Board, 1965. pp. 31-34.
13. MULLER, L. Deficiencias minerales del café en Costa Rica. En: Reunión Técnica Latinoamericana sobre Fertilidad de Suelos y Fertilizantes, mayo 6-11, 1957. Informe preliminar. Turrialba, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1957. pp. 39-46.
14. MULLER, L. Nutrición mineral. II. Detección y control de deficiencias de elementos esenciales. En: Progresos en la técnica de la producción de café. Traducción de la edición especial de *Coffee & Tea Industries* vol. 81, n° 11, nov. 1958. Turrialba, C. R. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1959. pp. 97-109 (Materiales de Enseñanza de Café y Cacao).
15. PEREZ S., V. M. Algunas deficiencias minerales del cafeto en Costa Rica. San José, Ministerio de Agricultura e Industrias, STICA, 1957. 26 p. (Información n° 2).
16. RAYNER, R. W. Tonic copper spraying. Coffee Board of Kenya. *Monthly Bulletin* 13(146):20-21. 1948. In: Green, L. Abstracts of some literature pertaining to coffee. II. Washington, D. C., U. S. Department of Agriculture, 1953. pp. 148-150. 1953.
17. ROBINSON, J. B. D. and CHENERY, E. M. Magnesium deficiency in coffee with special reference to mulching. *Empire Journal of Experimental Agriculture* 26(103):259-273. 1958.
18. URIBE H., A. y MESTRE M., A. Efecto del nitrógeno, el fósforo y el potasio sobre la producción del café. *Cenicafé (Colombia)* 27(4):158-173. 1976.
19. VALENCIA A., G. La deficiencia de boro en el cafeto y su control. *Cenicafé (Colombia)* 15(3): 115-125. 1964.
20. VOSSSEN, H. A. M. van der and WALYARO, D. J. The coffee breeding programme in Kenya: a review of progress made since 1971 and plan of action for the coming years. *Kenya Coffee* 46(541):113-130. 1981.