EFECTO DE DOSIS Y EPOCAS DE ASPERSIONES FOLIARES CON BORO, Y DOS COADYUVANTES AL CAFETO (Coffea arabica L.) c.v. Catuaí¹

Jorge E. Ramírez *

ABSTRACT

Effect of rates, timing and two adjuvants on foliar uptake of boron by coffee tress (Coffea arabica L.) c.v. Catuaí. At the Coffee Research Center (CICAFE) in Barva, Heredia, coffee yields were increased with the spray of 3.0 kg/ha Solubor, and better results were obtained when the adjuvant Nu-Film was added. The highest content of B in leaf tissues was attained with Solubor at 3.0 kg/ha applied 5 times a year, while untreated checks remained at the lowest level. In general, foliar B content decreased during the dry season, increased at the start of the rains and decreased again during the rainiest months and at the end of the wet season. Leaf analysis and field observations did not show excessive B levels due to toxicity symptoms in the coffee trees.

INTRODUCCION

El B desempeña funciones vitales en puntos del cafeto donde se lleva a cabo una elevada actividad fisiológica (Devlin, 1982). A este elemento se le asocia con la regulación de las relaciones hídricas, el metabolismo de sustancias fenólicas, y el metabolismo del nitrógeno (Carvajal, 1984; Farrera, 1974; Guerra, 1969). Sin embargo, es su papel en el movimiento de azúcares, el criterio que goza de general aceptación (Devlin, 1982; Farrera, 1974; Guerra, 1969; Muller, 1959; Venkataramanan, 1985).

En el cafeto, la deficiencia de B se manifiesta en la ocurrencia de la muerte del ápice del tallo. Esto suele causar el crecimiento de los brotes laterales cuyos ápices también acaban muriendo (Muller, 1959; Muller, 1958; Sivaraman, et al., 1989). Cuando la deficiencia se encuentra en estado avanzado, el tamaño de las hojas resulta ser drásticamente reducido, son más elongadas y deformes, el margen foliar no es simétrico, las venas predominantemente en el envés adquieren un aspecto corchoso y la superficie de la hoja se

toma áspera (Chaverri et al., 1957; Devlin, 1982; Farrera, 1974; Guerra, 1969; Muller, 1959; Venkataramanan, 1985).

Una importante particularidad relacionada con el B, es que las hojas viejas mantienen su forma y pueden acumular constantemente considerables cantidades de B al avanzar su edad (Farrera, 1974; Guerra, 1969). Esta tendencia de acumulación puede conducir rápidamente a una toxicidad de B cuando, en un intento para corregir una deficiencia manifiesta, se aplica una cantidad excesiva de este elemento (Chaverri et al., 1957; Guerra, 1969; Muller, 1959; Valencia y Arcilla, 1975).

La toxicidad de B se presenta como una clorosis que se inicia en el borde y avanza hacia el centro de las hojas, mientras que la parte no afectada permanece siempre de color verde oscuro (Muller, 1959; Muller, 1958; Valecia y Arcilla, 1975). Cabe agregar que el ámbito entre deficiencia y toxicidad para el caso del B, es más estrecho que para otros elementos (Muller, 1959; Muller, 1958).

Muller (1958) señala que el ámbito normal del contenido de B en las hojas adultas del cafeto se encuentra entre 60 y 120 ppm, la toxicidad se manifiesta sobre 150 ppm y la deficiencia bajo 50 ppm. Guerra (1959), detectó síntomas de toxicidad cuando el contenido de B foliar superó las 150 ppm. En Costa Rica, Chaverri et al. (1957)

^{1/} Recibido para publicación el 2 de noviembre de 1992.

Programa Cooperatrivo Instituto del Café de Costa Rica-Ministerio de Agricultura y Ganadería. Apartado 1094-1000. San José, Costa Rica.

propusieron como deficiente el contenido de B hasta 40 ppm, crítico entre 40 y 60 ppm y normal entre 60 y 100 ppm. Además, señalan los autores que con 200 ppm de B, las hojas del cafeto manifiestan síntomas claros de toxicidad.

Los conceptos anteriores confieren especial relevancia a la determinación del B mediante análisis foliares como valiosa alternativa para detectar y prevenir tanto deficiencia, como posibles toxicidades en el cafeto (Carvajal, 1978; Chaverri et al., 1957; Pereira et al., 1975; Silva, 1976). No menos importante resulta el conocimiento de las características físico-químicas de los suelos, en lo referente con el estudio e interpretación de los resultados que se obtengan (Berger y Troug, 1954; Devlin, 1982; Fassbender, 1980; Sivaraman et al., 1989).

En el suelo el B se encuentra en pequeñas cantidades. El contenido total de este elemento puede variar de 20 a 200 ppm, mientras que el B soluble en capas superficiales normalmente puede oscilar entre 0,05 y 5 ppm (Devlin, 1982; Fassbender, 1980; Sivaraman et al., 1989). Varios autores señalan que en suelos orgánicos, las cantidades de B suelen ser más elevadas, en comparación con las encontradas en suelos ácidos de regiones húmedas que presentan bajo contenido de materia orgánica (Fassbender, 1980; Guerra, 1969; Muller, 1958; Sivaraman et al., 1989).

En Costa Rica la aplicación al suelo de unas pocas onzas de B ha logrado sorprendentes incrementos en la producción de café (Chaverri et al., 1978). Esta fertilización por lo general cuenta además con el complemento de 1 ó 2 aspersiones foliares anuales con solubor (Carvajal, 1984; Chaverri et al., 1957; Guerra, 1969).

Guerra (1969) indica que el efecto de la aplicación foliar de B al cafeto, se manifiesta rápidamente mediante un aumento en el contenido del elemento en las hojas. Este autor encontró que el B se incrementaba apenas 8 días después de una aspersión foliar con 660 g de solubor en 200 L de agua. Otros autores (Pereira et al., 1975; Silva, 1976) han estudiado la respuesta de algunas alternativas de fertilización foliar con B, aunque estos trabajos han incluido mayoritariamente tratamientos basados en la aplicación de fertilizantes al suelo. Al respecto es importante señalar que la información disponible en la literatura, apunta más a la presentación de resultados derivados de investigaciones realizadas cuando se adiciona el B al suelo (Carvajal, 1984; Chaverri et al., 1957;

Devlin, 1982; Fassbender, 1980; Guerra, 1969; Muller, 1959; Valencia y Arcilla, 1975).

Sin embargo, la relevancia del B en los programas de fertilización ligados con el uso de tecnología moderna para el cultivo económico del café pone en evidenica la necesidad de evaluar más detalladamente las opciones disponibles, así como la consideración de las alternativas que puedan brindar mejores expectativas para la fertilización científica del cafeto.

En esta especialidad no se puede ignorar la importancia de las aspersiones foliares con B, como complemento de la fertilización al suelo, ya que permiten corregir deficiencias a corto plazo en forma eficiente y oportuna.

Con base en estas consideraciones, se estableció un experimento para determinar el efecto de dosis y épocas de aspersiones con B y la adición de coadyuvantes, en la producción del cafeto. También se estudió la variación en el contenido foliar del elemento como respuesta a los tratamientos, y el comportamiento del nivel del elemento en relación con los rangos: deficientes, crítico, normal y tóxico; mediante muestreos sistemáticos de suelos y hojas.

MATERIALES Y METODOS

Localización del estudio

El experimento se realizó en la finca del Centro de Investigaciones en Café (CICAFE), ubicada en el distrito de San Pedro, cantón de Barva, provincia de Heredia; a una elevación de 1180 msnm, con precipitación anual promedio de 2200 mm, temperatura promedio de 20,5°C y un suelo que corresponde a un Typic Dystrandept. La plantación está conformada por cultivar Catuaí de 3 años de edad, con distancia de siembra de 1,90 m entre hilera y 0,90 m entre plantas, manejada a plena exposición solar. El estudio se inició en abril de 1989 y concluyó en enero de 1992.

En la Figura 1 se presentan los datos de precipitación correspondientes al período de estudio.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 13 tratamientos y 3 repeticiones, con arreglo factorial 2x2x3 y un testigo absoluto. El número de plantas de la parcela total para cada tratamiento fue de 25 y la parcela útil de 9 plantas. El total de plantas en el ensayo fue de 975.

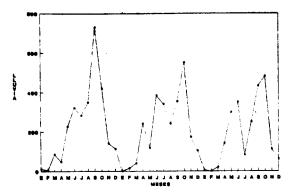


Fig. 1. Precipitación registrada durante el período de estudio en la estación agroclimatológica de CICAFE. Enero 1989 a diciembre 1991.

Aplicación de tratamientos

Las aspersiones foliares se efectuaron usando una bomba manual de 4 galones de capacidad, con gasto fijo por aplicación de 600 L/ha. La fuente de B utilizada fue el Solubor que contiene 20% de B elemental. Los coadyuvantes usados fueron el Nonoxinol, producto de acción penetrante-humectante de nombre comercial Superior WK, y el Pinolene que actúa como adherente-dispersante y nombre comercial Nu-Film.

En el Cuadro 1 se observa la descripción de los tratamientos evaluados.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en el experimento.

		Descripción del tratamiento						
Trat	kg Solubor /200 L de agua	Coadyu- vantes.	Epocas					
1	1,5	WK	Febrero, Marzo, Mayo, Julio y Setiembre					
2	1,5	Nu-Film	Febrero, Marzo, Mayo, Julio y Setiembre					
3	1,5	WK	Abril, Junio y Agosto					
4	1,5	Nu-Film	Abril, Junio y Agosto					
5	1,5	WK	Mayo y Octubre					
6	1,5	Nu-Film	Mayo y Octubre					
7	3,0	WK	Febrero, Marzo, Mayo, Julio y Setiembre					
8	3,0	Nu-Film	Febrero, Marzo, Mayo, Julio y Setiembre					
9	3.0	WK	Abril, Junio y Agosto					
10	3,0	Nu-Film	Abril, Junio y Agosto					
11	3,0	WK	Mayo y Octubre					
12	3,0	Nu-Film	Mayo y Octubre					
13	Testigo							

WK 250 ml/200 L de agua Nu- Film 180 ml/200 L de agua

Muestreo y análisis de suelo

Las muestras de suelo se tomaron a 2 profundidades: de 0 a 20 cm y de 20 a 40 cm. Se realizaron 9 muestreos, 3 por año y formando una muestra compuesta en cada una de las 3 repeticiones.

El B fue analizado por colorimetría con curcumina con fundamento en los rasgos esenciales del método de Berger y Troug (Berger y Troug, 1954; Díaz y Hunter, 1982). En el Cuadro 2 se presentan los datos del análisis de suelo para B.

Las restantes determinaciones se efectuaron por medio de los procedimientos sugeridos para este tipo de análisis por Díaz Romeu y Hunter. En el Cuadro 3 se muestran los datos promedio de 9 muestreos efectuados durante el período de estudio.

Muestreo y análisis foliar

Se tomaron 16 hojas del cuarto par en bandolas orientadas hacia 4 puntos cardinales, del tercio superior de 2 cafetos para cada uno de los tratamientos en las 3 repeticiones. Se realizaron 4 muestreos por año durante los siguientes períodos: marzo-abril (prefloración), mayo (post-floración), julio-agosto (activo crecimiento del fruto) y noviembre-diciembre (maduración principal). El B fue determinado colorimétricamente con quinalizarina según Berger y Troug (Berger, 1954). Los resultados del análisis se presentan en el Cuadro 4.

El procesamiento de las muestras de suelo y foliares se realizó en el laboratorio químico del Instituto del Café de Costa Rica (ICAFE).

La fertilización básica utilizada en el lote experimental consistió en la aplicación de 1000 kg/ha por año de fórmula completa (N(18), P₂O₅, K₂O(15), MgO(6), B₂O₃, distribuido en 2 épocas: inicios de mayo (50%) y agosto (50%), y una extra de 70 kg de N (210 kg de NH₄NO₃) en noviembre.

Análisis estadístico

Se realizó el análisis de varianza para determinar diferencias significativas entre las variables evaluadas. Posteriormente mediante la prueba de rango múltiple de Duncan, se determinaron las fuentes que causan las significancias.

La variable a considerar fue la producción respecto a dosis, épocas y coadyuvantes.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos extraídos a partir de 3 períodos de cosecha evaluados, no presentaron diferencias sig-

Cuadro 2. Análisis de suelo para boro mg/L

Repetición	Prof.	1/14/05/1003								
	(un)	18-5-89	2-8-89	6-12-89	6-2-90	3-5-90	14-8-90	7-1-91	10-5-91	5-8-91
I	0-20	0,29	0,56	0,19	0,12	0,36	0,62	0,17	0,31	0,56
	20-40	0,35	0,60	0,29	0,22	0,44	0,66	0,24	0,32	0,54
П	0-20	0,32	0,60	0,20	0,16	0,28	0,66	0,12	0,36	0,55
	20-40	0,40	0,62	0,32	0,24	0,34	0,68	0,22	0,35	0,59
Ш	0-20	0,26	0,59	0,22	0,10	0,38	0,61	0,13	0,37	0,61
	20-4 0	0,35	0,61	0,32	0,18	0,40	0,65	0,23	0,39	0,62
Promedio	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	0,33	0,60	0,26	0,17	0,37	0,65	0,19	0,35	0,58

Según CATIE: Deficiente Normal Optimo 0,03-0,2 0,2-0.5 0,5-0.6-8

Cuadro 3. Características químicas de las muestras de suelos*

Año	Prof.	pН	M.O.		cmo	l (+)/L	mg/L					
				Al	Ca	Mg	K	P	Zn	Mn	Cu	Fe
1989	0-20	5,4	7,10	1,6	3,5	0,9	0,76	20	3,8	20	13	82
	20-40	5,1	5,84	0,8	5,0	0,6	0,54	22	3,0	13	10	75
1990	0-20	5,1	6,16	1,4	4,5	1,1	0,62	23	3,5	11	15	74
	20-40	5,0	5,36	0,9	4,8	1,0	0,59	24	2,6	9	12	69
1991	0-20	4,7	6,50	0,7	4,0	1,2	0,50	22	4,0	20	16	+100
	20-40	5,0	5,18	0,8	3,0	1,5	0,49	29	4,4	16	18	+100

Promedio de 3 muestreos para cada año.

Cuadro 4. Contenido de boro (ppm) del cuarto par de hojas del cafeto C. arabica c v. Catuai*

Aspers	ión con Solubor	Fecha de muestreo									
Dosis (kg)	Epocas meses	13-7-89	14-12-89	3-4-90	24-5-90	20-8-90	27-11-90	16-5-91	9-7-91	11-9-91	10-10-91
1,5	(Feb, Mar, May Jul, Set)	73	56	52	82	81	83	58	77	88	77
1,5	(Abr, Jun, Ag)	85	57	43	58	86	69	65	80	93	59
1,5	(May, Oct)	78	56	48	71	75	70	55	60	66	56
3,0	(Feb, Mar, May, Jul, Set)	88	65	69	105	94	85	68	70	91	87
3,0	(Abr, Jun, Ago)	93	60	49	67	95	71	54	81	116	97
3,0	(May, Oct)	85	54	50	88	82	79	46	65	65	62
Testigo		46	42	45	44	61	49	35	57	75	66

Promedio en tres repeticiones.

nificativas entre tratamientos, aunque si diferencias reales entre ellas como se observa en la Figura 2. Estos resultados tienden a definir una expectativa más concreta con respecto al efecto de

las aspersiones con B, cuando además se realiza un suministro básico del elemento por medio de la fertilización al suelo, especialmente en los casos que se trabaja con suelos que presentan niveles

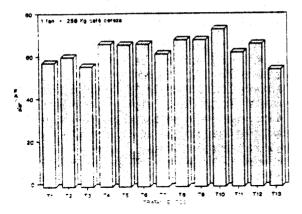


Fig. 2. Efecto de dosis y épocas de aspersión con solubor y dos coadyuvantes en la producción del cafeto. C . arabica c.v. Catuai. Promedio de tres períodos de cosecha.

críticos de B en algunas épocas del año (Guerra, 1989; Pereira et al., 1975; Silva, 1976), como se observa en el caso de este experimento en el Cuadro 2.

Se encontraron diferencias significativas para dosis y coadyuvantes. La producción fue mayor cuando se aplicaron 3,0 kg de solubor y se usó el Nu-Film como coadyuvante en las aspersiones. Los datos parecen señalar la importancia de considerar la aplicación de dosis más altas en los programas de fertilización foliar con B. con respecto a la cantidad del elemento que usualmente se incluyen en las aspersiones convencionales sugeridas por varios autores (Carvajal, 1984; Chaverri et al., 1957; Farrera, 1974; Guerra, 1969; Muller, 1959). Asímismo, la combinación del efecto dispersante-adherente del Nu-Film, que evita la adherencia de las partículas del producto, pero favorece su fijación en el área tratada. constituye la mejor alternativa en la acción coadvuvante requerida en la aspersión.

Los resultados de análisis foliares para B, que se presentan en el Cuadro 4, muestran un mayor contenido del elemento cuando se aplican dosis de 3,0 kg de solubor 5 veces al año, con excepción del noveno muestreo debido a la reciente aspersión que recibieron las parcelas que llevan 3 aplicaciones. También se nota el bajo contenido de B encontrado para el testigo, mientras que los otros tratamientos presentan datos que se ubican en niveles intermedios. Esto indica una clara relación entre dosis y épocas de aplicación, con respecto al tenor de B en las hojas; sin embargo la influencia de los tratamientos resultó más

evidente con respecto a los datos encontrados por otros autores (Pereira, 1975; Silva, 1976).

El comportamiento general de las curvas que se observa en la Figura 3, tiende a señalar un decrecimiento en el nivel del B durante la época seca y en el período de mayor precipitación. Esto se pude vincular con la poca disponibilidad de B en el suelo en condiciones de sequía, así como con lixiviación en el suelo provocada por lluvias intensas y la demanda fisiológica del cafeto para el movimiento de carbohidratos durante los procesos de iniciación y diferenciación floral que ocurre en los últimos meses de la época lluviosa (Carvajal, 1984; Devlin, 1982; Farrera, 1974; Fassbender, 1980; Muller, 1958). Los datos de análisis de suelos confirman esta observación.

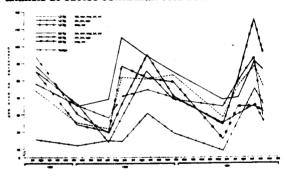


Fig. 3. Contenido de Boro en el cuarto par de hojas del cafeto C. arabica cv. Catuaí (ppm), según dosis y épocas de aspersión foliar.

Si bien la variación observada en el contenido foliar de B por medio de este estudio, viene a confirmar el criterio de los investigadores, respecto a la importancia de la aplicación de este nutrimento al inicio de las lluvias (Carvajal, 1984; Chaverri e t al., 1957; Fassebender, 1980; Guerra, 1969; Muller, 1959) también es necesario destacar con base en los resultados de este trabajo, el efecto favorable que se podría obtener mediante la fertilización con B durante el período de mayor precipitación y hacia el final de la época lluviosa, en procura de suplir eficientemente los requerimientos que parece mostrar la fisiología del cafeto en este lapso.

Según los niveles propuestos por Chaverri et al. (1957), el 60% de los datos de análisis foliares se ubican en un rango normal, el 35,7% es crítico y únicamente el 4,9% se localizan fuera de estos ámbitos. Esto hace pensar que el cafeto puede tolerar dosis y frecuencias de aspersiones foliares con B mayores a las que por lo general se

proponen, lo cual adquiere singular importancia cuando las condiciones de suelo y clima favorecen la manifestación de fuertes deficiencias de este microelemento en las plantaciones.

Las observaciones de campo realizadas en el lote experimental a través del período de estudio, concordaron con los resultados de los análisis foliares, ya que no se encontraron síntomas visuales de toxicidad de B, ni siquiera en los cafetos asperjados con dosis altas y mayor frecuencia de aplicaciones por año.

CONCLUSIONES

- No se encontraron diferencias significativas en producción entre tratamientos, para la interacción dosis, épocas y coadyuvantes en aspersiones al follaje con Solubor.
- Se encontraron diferencias significativas para dosis y coadyuvantes independientemente. La producción fue mayor con 3,0 kg de Solubor y cuando se usó el Nu-Film en las aspersiones.
- El contenido foliar de B alcanza su mayor nivel cuando se aplican 3,0 kg de solubor 5 veces al año, y cae al nivel más bajo en ausencia de aspersiones con esta fuente. Las otras alternativas evaluadas mantienen el B en las hojas entre estos niveles extremos.
- La variación estacional de B en las hojas, marca un decrecimiento en el contenido de este elemento durante la época seca, un incremento a partir del inicio de la época lluviosa y una posterior disminución en el período de mayor precipitación pluvial.
- Los datos de los análisis foliares y las observaciones de campo realizados, coincidieron en señalar que mediante la aplicación de los tratamientos evaluados, no se induce toxicidad de B al cafeto.

RESUMEN

En la finca del Centro de Investigaciones en Café (CICAFE), ubicada en Barva de Heredia, se evaluó el efecto de dosis y épocas de aspersiones de B como Solubor y la adición de coadyuvantes (WK y Nu-Film) en la producción del cafeto. También se estudió la variación del elemento en la planta como respuesta a los tratamientos, así como el comportamiento del nivel de B en la relación con los rangos: deficientes, crítico, normal y tóxico.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, pero si en la comparación general para dosis y coadyuvantes. La producción aumentó con la aplicación de 3.0 kg/ha de Solubor v cuando se usó el Nu-Film. Mediante la anlicación de 3,0 kg/ha de solubor 5 veces al año, se registró el mayor contenido de B en las hoias, mientras que el testigo mantuvo el nivel más bajo. En general, el contenido foliar de B decrece durante la época seca, aumenta a partir del inicio de las lluvias, y disminuve nuevamente en los meses más lluviosos y hacia el final de ese período. Mediante los análisis foliares y las observaciones de campo realizadas, no se detectaron niveles excesivos ni síntomas de toxicidad de B en los cafetos con ninguna de las dosis.

LITERATURA CITADA

- BERGER, K.C.; TROUG, E. 1954. Boron test and determination for soil and plants. Soil Science 57:25-36.
- CARVAJAL, J.F. 1978. El diagnóstico del estado nutricional de los cultivos. Agronomía Costarricense 2(2):171-183.
- CARVAJAL, J.F. 1984. Cafeto-Cultivo y Fertilización. Instituto Internacional de la Potasa. 2da.ed. Berna, Suiza. 254 p.
- CHAVERRI, G.; BORNEMISZA, E.; CHAVES, F. 1957.
 Resultado del análisis foliar del cafeto en Costa Rica.
 Servicio Técnico Interamericano de Cooperación
 Agrícola. Información Técnica Nº3. 39 p.
- DEVLIN, R.M. 1982. Fisiología Vegetal. Ediciones Omega. Barcelona, España. 517 p.
- DIAZ-ROMEU, R.; HUNTER, A. 1982. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal y de investigaciones en invernadero. Centro Agronómico Tropical para la Investigación y la Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Serie de materiales de enseñanza №12. p. 25-29, 35-38.
- FARRERA, R.E. 1974. Influencia del B en algunos parámetros fisiológicos del cafeto (Coffea arabica L.). Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Escuela de Fitotecnia. San José, Costa Rica. 59 p.
- FASSBENDER, W.H. 1980. Química de suelos, con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). San José, Costa Rica. 398 p.
- GUERRA, A. 1969. Respuesta del cafeto a fuentes, niveles y formas de aplicación de B. Tesis Magister Scientiae. IICA, Turrialba, Costa Rica. 77 p.

- MULLER, L. 1958. Observación y control de las deficiencias de elementos menores en el cafeto. Turrialba 8(4): 26-132.
- MULLER, L. 1959. Nutrición Mineral. Detección y control de deficiencias de elementos esenciales. Progresos en la técnica de la producción de café. Chaverri, G. (traductor). Materiales de enseñanza de café y cacao, IICA, Turrialba, Costa Rica. 81(11): 103.
- PEREIRA, J.E.; MATIELLO, J.B.; MIGUEL, A.E. 1975.
 Fontes e modo de aplicacao de zinco e B na adubacao mineral do cafeeiro, em solo Latosol Vermelho Amarelo Distrófico Húmico. En Resumos 3 Congresso de Pesquisas Caffeiras (Brasil) p. 203-205.
- SILVA, J.B. 1976. Verificacao do periodo de correcao da deficiencia de B en cafezais através de aplicacoes associadas e isoladas de calcareo e B. En Resumos 4 Congresso de Pesquisas Cafeeiras (Brasil), pp. 213-214.
- SIVARAMAN, T.K.; ROYAR, A.; BHEEMA RAO, M. 1989. Boron Status of Coffee Soils in Coorg, Coimbatore and Yercaud Area. Indian Coffee 53 (6):18-19.
- VENKATARAMANAN, D. 1985. Boron Nutrition. Journal of Coffee Research (India) 15-(3-4):21.
- VALENCIA, G.; ARCILLA, J. 1975. Toxicidad por boro en el cafeto. Avances técnicos CENICAFE, Colombia. №45 p.2. 1975.