

EFFECTO DE ASPERSIONES DE AZUCAR Y BORO SOBRE ALGUNOS ASPECTOS DEL  
CRECIMIENTO Y DE LA NUTRICION MINERAL DE PLANTAS DE CAFE  
(Coffea arabica L.)

Por

JEAN PROPHETE FORTUNE

Instituto Interamericano de Ciencias Agricolas de la OEA  
Centro Tropical de Investigación y Enseñanza para Graduados  
Turrialba, Costa Rica

Enero, 1962

EFFECTO DE ASPERSIONES DE AZUCAR Y BORO SOBRE ALGUNOS ASPECTOS DEL  
CRECIMIENTO Y DE LA NUTRICION MINERAL DE PLANTAS DE CAFE  
(Coffea arabica L.)

Tesis

Sometida al Consejo de Estudios Graduados  
como requisito parcial para optar al grado  
de

MAGISTER AGRICULTURAE

en el

Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA

APROBADO:

  
\_\_\_\_\_  
Pierre G. Sylvain

Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Jorge León

Comité

  
\_\_\_\_\_  
Carlos E. Fernández

Comité

Enero de 1962

## AGRADECIMIENTO

El autor se complace a expresar sus más profundos agradecimientos a los miembros de su Comité Consejero, Doctor Pierre G. Sylvain, Doctor Jorge León y Doctor Carlos E. Fernández por el asesoramiento y valiosas sugerencias prestadas para la realización del presente trabajo.

Lo extiende al Licenciado Rodrigo Umaña e Ingeniero Luis A. Montoya por sus consejos en el análisis estadístico de los resultados.

Al "Office National du Café" de Haiti, al Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas de la OEA y a la "International Cooperation Administration (ICA)" de los Estados Unidos de Norte América por haberle brindado la oportunidad de realizar estudios post-graduados.

Finalmente, expresa las gracias a los miembros del personal del Instituto que le prestaron su amable colaboración para llevar acabo el presente trabajo.

## BIOGRAFIA

El autor nació el 4 de febrero del año 1919 en Port-au-Prince (Haiti). Hizo sus estudios secundarios en el Colegio "Petit Seminaire, College St. Martial" en su ciudad natal.

Ingresó en 1939 a la Escuela de Agricultura (Ecole Nationale d'Agriculture) en Damien, Haïti y se graduó de agrónomo en 1942. Luego desempeñó sus actividades en diversas ramas del Ministerio de Agriculture de su país hasta el año 1958. Siguió un curso corto de Extensión Agrícola en México en el año 1957. Desde 1959 como encargado de la Oficina de Café (Office National du Café) de la sección de regeneración cafetalera. Llevó en 1959 un curso corto sobre Técnica de la Producción del Café en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas y luego regresó en junio de 1960 para realizar estudios post-graduados como Asistente graduado en el Departamento de Fitotecnia bajo el contrato del Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas con la "International Cooperation Administration" de los Estados Unidos de Norte América. Egresó en enero de 1962.

## CONTENIDO

	Página
Lista de cuadros	vii
Lista de gráficos	ix
CAPITULO I: INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II: REVISION DE LITERATURA.....	4
Efecto de las aplicaciones de azúcar sobre el desarrollo de las plantas.....	4
Discusión del papel del boro en relación con los carbohidratos.....	6
Relación de los carbohidratos y del boro con la nutrición mineral.....	12
CAPITULO III: MATERIALES Y METODOS.....	14
<u>EXPERIMENTO I.</u> .....	14
Materialés.....	14
Fecha de iniciación y duración del experimento.....	15
Tratamientos.....	15
Disposición experimental.....	16
Prácticas culturales.....	16
Datos tomados durante el experimento.....	16
<u>EXPERIMENTO II.</u> .....	17
Materiales.....	17
Fecha de iniciación y duración del experimento.....	18
Tratamientos.....	18
Disposición experimental.....	19
Prácticas culturales.....	19
Datos tomados al principio y durante el desarrollo del experimento.....	19
Datos tomados al final del experimento.....	20
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	21
<u>EXPERIMENTO I.</u> .....	21
Incremento de la longitud de las ramas laterales marcadas.....	21
Incremento del número de nudos en estas ramas laterales.....	22
Incremento del número de hojas de estas ramas laterales.....	23
Porcentaje de materia seca de las hojas.....	24
Contenido de boro de las hojas.....	26
Contenido de nitrógeno total de las hojas.....	28
Contenido de fósforo de las hojas.....	29
Contenido de potasio de las hojas.....	29
Contendio de magnesio de las hojas.....	31

	Página
<u>EXPERIMENTO II</u> .....	33
Incremento en altura de las plantitas.....	33
Incremento de la longitud de entrenudo del tallo....	34
Diámetro del tallo.....	35
Incremento del número de ramas laterales.....	36
Incremento de crecimiento lateral en dos ramas mar- cadas.....	37
Incremento del número de nudos en las ramas marcadas	38
Incremento del número de hojas.....	39
Porcentaje de materia seca en las hojas.....	42
Porcentaje de materia seca en el tallo.....	42
Porcentaje de materia seca en raíces.....	43
Contenido de boro en las hojas.....	46
Contenido de nitrógeno total en las hojas.....	46
 CAPITULO V: DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	 49
CAPITULO VI: RESUMEN.....	55
SUMMARY.....	56
LITERATURA CITADA.....	57
APENDICE.....	63

## LISTA DE CUADROS

No.		Página
1	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el incremento de la longitud de las ramas marcadas.....	21
2	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el incremento de nudos en las ramas marcadas.....	22
3	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el incremento del número de las hojas de las ramas marcadas.....	23
4	Análisis de variancia del incremento de la longitud del número de nudos y de hojas de las ramas marcadas	24
5	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el porcentaje de materia seca de las hojas.....	25
6	Análisis de variancia del porcentaje de materia seca en las hojas.....	26
7	Análisis químicos de boro de las hojas hechos antes y después de las aplicaciones.....	27
8	Análisis de variancia del boro de las muestras de hojas tomadas antes y después de las aplicaciones.....	27
9	Análisis químicos de nitrógeno total de las hojas hechos antes y después de las aplicaciones.....	28
10	Análisis químicos de fósforo de las hojas hechos antes y después de las aplicaciones.....	29
11	Análisis químicos de potasio de las hojas hechos antes y después de las aplicaciones.....	30
12	Análisis de covariancia del potasio de las muestras de las hojas tomadas antes y después de las aplicaciones.	31
13	Análisis químicos de magnesio de las hojas hechos antes y después de las aplicaciones.....	32
14	Análisis de covariancia del magnesio de las muestras de las hojas tomadas antes y después de las aplicaciones..	32
15	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el <u>in</u> cremento en altura de las plantitas.....	33
16	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el <u>in</u> cremento de la longitud de entrenudo del tallo de las plantitas.....	34

No.		Página
17	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el diámetro del tallo de las plantitas.....	35
18	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el incremento del número de ramas laterales de las plantitas.....	36
19	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el incremento del crecimiento lateral en dos ramas marcadas por plantitas.....	38
20	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el incremento del número de nudos en las ramas marcadas de las plantitas.....	39
21	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el incremento del número de hojas de las plantitas.....	40
22	Análisis de variancia de los datos del incremento en altura, de la longitud de entrenudos del tallo, del diámetro del tallo, del número de ramas laterales, del crecimiento lateral en dos ramas marcadas por plantita, del número de nudos en las ramas laterales marcadas y del número de hojas de las plantitas.....	41
23	Porcentaje de materia seca en las hojas de las plantitas.....	42
24	Porcentaje de materia seca en el tallo de las plantitas.....	43
25	Porcentaje de materia seca en las raíces de las plantitas.....	44
26	Análisis de variancia de los datos del porcentaje de la materia seca de las hojas, del tallo y de las raíces de las plantitas.....	45
27	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el contenido de boro de las hojas de las plantitas.....	46
28	Efecto de las aplicaciones de boro y azúcar sobre el contenido de nitrógeno total de las hojas de las plantitas	47
29	Análisis de variancia de los datos del contenido de boro y nitrógeno total de las hojas de las plantitas.....	48



## LISTA DE GRAFICOS

No.		Página
1	Incremento de la longitud de las ramas marcadas (cm)	64
2	Incremento del número de nudos de las ramas marcadas	64
3	Incremento en altura de las plantitas.....	65
4	Incremento de la longitud de entrenudos del tallo de las plantitas.....	65
5	Diámetro del tallo de las plantitas.....	66
6	Incremento del número de ramas laterales de las plantitas.....	66
7	Incremento del crecimiento lateral en dos ramas <u>marcadas</u> de las plantitas.....	67
8	Incremento del número de hojas de las plantitas.....	67
9	Porcentaje de materia seca de las raíces de las plantitas.....	68
10	Contenido de boro de las hojas de las plantitas.....	68

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

Numerosas investigaciones han probado que las plantas absorben los nutrientes principalmente por medio de las raíces y por medio también de las hojas. La asimilación del carbono sintetiza los diferentes compuestos necesarios a su desarrollo. Los primeros compuestos que se forman son los carbohidratos, que constituyen la mayor parte y la base de los compuestos orgánicos y una fuente de alta energía. Turkina (66), en un estudio reciente sobre la transformación de la sucrosa en los vasos fibrovasculares de la remolacha azucarera, encontró que la sucrosa era utilizada como material de la respiración, de donde se deriva la formación de muchos productos intermedios, como ácidos orgánicos que tienen un gran papel en el ciclo de Kreb. Además encontró la formación de varios amino-ácido, base de las proteínas. Todos estos productos de los carbohidratos son utilizados en la respiración, división celular, desarrollo de meristemas, formación de flores y demás procesos vitales de las plantas. Su falta pues afecta el crecimiento y el desarrollo de la planta.

El suministro directo de los carbohidratos a las plantas ha sido el objeto de muchos estudios y las respuestas favorables a la aplicación de azúcar han llamado la atención de algunos investigadores que lo usaron en el cafeto, cuya fotosíntesis es de baja intensidad. En efecto, Sylvain (61) analizando los trabajos de Nutmann y otros investigadores informó que mientras que una hoja pueda tener una intensidad alta de fotosíntesis la planta total por el autosombrío tiene

una intensidad muy baja. Cooil (12) y Cooil y Nakayama (13) realizaron trabajos que probaron que la deficiencia de carbohidratos en café aparece más fuerte durante la época de desarrollo de los frutos. Eso tiene efectos desfavorables al limitar el desarrollo vegetativo del año próximo, la floración y la producción del año en curso. Nutmann (44) piensa que la "muerte descendente" de las ramas primarias y secundarias es debida a una deficiencia de carbohidratos. Decker y Tió (14) encontraron que la mayor parte del producto de la fotosíntesis de una hoja de café es consumida inmediatamente por la foto-respiración, y como consecuencia una pequeña parte del producto fotosintético permanece como ganancia neta y pasa a ser parte del peso seco de la planta.

Se ha probado también que el boro tiene un papel sumamente importante en el desarrollo de las plantas. Sisler, Dugger y Gauch (53) y Gauch y Dugger (26, 27) atribuyeron este papel a una asociación boro-azúcar, por lo cual el primero facilitaría la absorción y el traslado del segundo. Han defendido en sus estudios este punto de vista con muchos argumentos basados sobre varios ensayos. Sin embargo, otros autores, como Skok (54, 55), Dyar y Welb (17) y Nelson y Gorham (43), en trabajos de investigación, llegaron a conclusiones diferentes.

Ha sido observado que la presencia de una gran cantidad de carbohidratos está asociada con una marcada clorosis, lo que hace suponer que los carbohidratos también afectan la nutrición mineral de la planta. A este respecto Carles, Soubies y otros (9) han propuesto la idea de que un exceso de carbohidratos causa una alta síntesis y movilización de proteínas utilizando para esto una gran cantidad de nitrógeno,

el que llega a ser deficiente para llenar las necesidades de la síntesis de clorofila, resultando en clorosis de las hojas. La absorción de las sales también depende de la presencia de los carbohidratos.

Este trabajo se agrega a los pocos trabajos hechos con aplicaciones de azúcar y de boro a plantas de café para estudiar los efectos de estas sustancias y sus interacciones sobre algunos aspectos del crecimiento y de la nutrición mineral de esta planta.

## CAPITULO II

## REVISION DE LITERATURA

Efecto de aplicaciones de azúcar sobre el desarrollo de las plantas.

El papel importante de los carbohidratos en los procesos vitales de las plantas y la búsqueda de un mayor crecimiento y mejor producción, han llevado a varios investigadores a suministrarlos artificialmente a las plantas. Desde 1883, Boehm, citado por Linden y Tilkin (34), probó que hojas que flotan sobre soluciones de dextrosa o de sacarosa podían absorber esos azúcares. Emmert (18) asperjó plantas de frijol con dextrosa y encontró que el contenido de carbohidratos había aumentado. Mc Ilrath y Palser (37) aplicando azúcar a plantas de tomate, algodón y nabo deficientes en boro, informaron que los carbohidratos incrementaron en las hojas de las dos primeras y no en las de la última. Went y Carter (68) en experimentos con plantas de tomate, obtuvieron mayor crecimiento con aspersiones de sucrosa al 10% bajo condiciones de temperatura alta y intensidad baja de luz. Las flores se desarrollaron bien y la abscisión fue evitada. En el ensayo de Emmert antes citado, las plantas llegaron a producir y tampoco hubo abscisión. Este mismo autor (19) señaló el aumento de la producción de plantas de tomate al aplicar azúcar, pero indicó que a veces los testigos produjeron más. Van Koot y Camfferman (67) mencionaron que al asperjar fresas dos veces por semana con soluciones de sucrosa al 10% y de sulfanilamida al 0.025%, la producción aumentó de 15 a 25%. Linden y Tilkin (34), haciendo una revisión de trabajos sobre aplicaciones de azúcar, indicaron que los trabajos de la Estación Experimental de Horticultura de Naaldwijk en Holanda, revelaron que bajo

luz artificial y con aspersiones de azúcar plantas de tomate produjeron 400 gramos más; las de pepino tuvieron un retraso en su desarrollo pero no en su crecimiento y su rendimiento fue más alto; las de lechuga no formaron cogollo y bajaron 25% en su producción, mientras que las de fresa aumentaron de 20% la suya. La mejor concentración de sucrosa fué la de 10%, sin embargo tuvo que ser reducida para las plantas más viejas. Los demás autores emplearon casi siempre esa misma concentración. Smith y Zink (58), agregando una pequeña cantidad de humectante a la solución de sucrosa, encontraron que las aspersiones hechas 3 días antes del trasplante ayudaron a las plantitas de tomate a sobrevivir al almacenaje, calor y otros choques y también facilitaron la regeneración de las raíces. Siev (51) y Siev y Schmueli (52) indicaron que las aspersiones de azúcar al tomate después de la siembra dieron mejor resultado. La recuperación fue significativa. Con aplicaciones 3 días seguidos ella fue de 64.8% contra 37.6% en los testigos. Las plantas presentaron mejor crecimiento y más precocidad. Takimoto (62) probó que la floración de Pharbitis nil, cultivado en solución nutritiva que contenía sucrosa y a 10 y 20 o C fue indiferente de la luz a la cual fue expuesta la planta, sobre todo a 10 o C y concluyó que el azúcar puede reemplazar la intensidad alta de luz.

Las aplicaciones de azúcar a plantas de café han tenido también ciertos efectos benéficos. Carvajal y Pereira (11) demostraron la bondad de aspersiones de azúcar de mesa al 10% en el trasplante de plantitas de café. Las plantitas asperjadas no sufrieron de marchitez y después de un período de sequía recuperaron la turgencia al regarlas

mientras que los testigos murieron en un ciento por ciento. Figueroa (24) encontró también que aspersiones de azúcar parecen aumentar la resistencia a la sequía. Señaló además un aumento en altura y un mayor desarrollo de las raíces después del tratamiento. El mismo investigador comprobó luego la absorción por hojas de café de sucrosa marcada con C 14 (25). Jiménez (32) observó que aplicaciones de melaza al 20% con 10 ppm<sup>+</sup> de ácido giberélico o con 5 ppm<sup>+</sup> de ácido giberélico más 5 ppm<sup>+</sup> de AIA<sup>+</sup> después de la floración redujeron considerablemente la caída prematura del fruto de café. Montoya<sup>+++</sup> anotó lo mismo en sus experimentos con azúcar.

#### Discusión del papel de boro en relación con los carbohidratos.

El traslado rápido de los compuestos orgánicos a los puntos de mayor utilización es uno de los requisitos necesarios para un buen aprovechamiento de los mismos. Se ha encontrado que el boro facilita el traslado de los carbohidratos naturales de la planta y los suministrados. Algunos trastornos causados por deficiencia de boro son: cesación de la división celular, detención del desarrollo de raíces, tallos y ramas, desintegración del floema y a veces del xilema.

Johnston y Dore (31) y Palser y Mc Ilrath (46) señalaron estas anomalías en plantas de tomate, Haas y Klotz (29) en citrus y Sommer y Helen Sorokin (59) en Pisum sativum. Whittington (70) reportó resultados similares en sus trabajos con Trifolium pratense y Vicia faba. White-Stevens (69), en su estudio sobre el metabolismo de los carbohidratos en relación con el boro hizo las mismas menciones. González y

---

+ ppm = partes por millón

++ AIA = ácido indolacético

+++ MONTOYA, L.A. Comunicación personal. (Turrialba, Costa Rica, IICA. Departamento de Fitotecnia.

Camacho (28) anotaron, como síntomas externos de deficiencia de boro en el cafeto, la muerte de bandolas y primeros retoños, formación de palmillas, reducción de nudos, mayor dureza de hojas, etc.

La acumulación de los carbohidratos en ciertas partes de las plantas es uno de los disturbios de la deficiencia de boro. Todos los investigadores citados lo notaron en sus experimentos. Scripture y Mc Hargue (50) encontraron que la deficiencia de boro causó en plantas de rábano acumulación de azúcares reductores, azúcares hidrolizables por invertasa y carbohidratos insolubles en alcohol e hidrolizables por ácido, en la parte aérea y carbohidratos insolubles en alcohol e hidrolizables por ácido en los bulbos. Los azúcares reductores tuvieron un nivel más bajo en los bulbos de plantas deficientes que en los de plantas normales. Spurr (60), estudiando la acción del boro sobre la morfogénesis de las paredes celulares, halló evidencia que cuando hay deficiencia de boro los carbohidratos se acumulan. Johnston y Dore (31) encontraron más azúcares y almidón en las hojas y tallo de plantas deficientes, mientras que las normales tenían más materias solubles en benzeno y sugirieron la posibilidad de una relación cuantitativa entre el crecimiento y la cantidad de boro presente en el medio. Scott (49), en un estudio sobre la acción de dosis supra-óptima de boro sobre la respiración y el metabolismo de los carbohidratos de Helianthus annuus, observó que la concentración de sucrosa y azúcares totales más almidón era más alta en las hojas de las plantas tratadas, y que el contenido de almidón era más bajo. La relación era la misma en las raíces. Dicho autor manifestó que el aumento del contenido de carbohidratos en las hojas no podía ser el resultado.



de un traslado interrumpido Sisler, Dugger y Gauch (53) comprobaron con sucrosa radioactiva que el traslado de azúcar aplicado a plantas deficientes de boro se hizo más rápido cuando se agregaron 50 ppm de boro. Encontraron también que las plantas normales trasladaron un porcentaje más grande de productos de la fotosíntesis. O'Kelley (45), estudiando el efecto de azúcares (sucrosa, fructosa y glucosa) con varias concentraciones de boro sobre la germinación del polen de Tecoma radicans, halló que el boro en general estimula la absorción de estos azúcares, pero que su concentración debe variar con cada uno. Emmert (19) mencionó que en plantas de tomate aspersiones de azúcar más boro daban rendimientos más altos que las de azúcar sólo, y condujeron a una mejor absorción y utilización del azúcar. Dugger, Humphreys y Calhoun (16), trabajando con hojas de frijol infiltradas con 4 de glucosa, observaron que después de un período de oscuridad las deficientes en boro sintetizaron más almidón. Propusieron que el boro favorece la fosforilación. Neales (41) notó en su experimento con raíces cortadas de Linum usitatissimum, que las reacciones de fosforilación son afectadas por el boro. Así sería una de las maneras que facilitarían el traslado de los azúcares impidiendo su depósito en forma de reservas de almidón. Según Gauch y Dugger (26, 27) la acción del boro empieza desde la aplicación del azúcar, dando dos posibilidades: 1) el boro forma con el azúcar un borato-azúcar cuyos iones atraviesan con más rapidez la membrana celular; 2) el boro se junta con esta membrana y luego reacciona químicamente con el azúcar que es después liberado en el interior de la célula por otra reacción. Dieron más peso a esta última alternativa

debido a la poca movilidad del boro. Torsell (64) respaldando la teoría de los autores precedentes, citó como bien conocido el hecho que el ácido bórico forma complejos con los polialcoholes.

Numerosos trabajos niegan este papel del boro. Nelson y Gorham (43) aplicando azúcares con C marcado sobre las hojas primarias de frijol soya con 5 ppm de boro y 0.8% de humectante, indicaron que el boro no tuvo ningún efecto sobre la absorción, ya que después de 3 horas esta fue de 60% sin boro y 65% con boro, pero 100% con el humectante sólo después de 1 hora 50 minutos. Skok (54, 55) en dos experimentos llegó a la conclusión que el efecto del boro viene de su acción sobre la actividad celular, y no de la formación de complejos borato-azúcar y que otros elementos como estroncio, aluminio y en particular germanio, pueden reemplazar temporalmente el boro dando un aumento significativo de crecimiento. Dyar y Welb (17) indicaron que aplicaciones de ANA<sup>+</sup> sobre maristemas de plantas deficientes en boro, promovieron aumento en el traslado de C 14 incorporado fotosintéticamente y que el boro no es necesario para el traslado por sí.

Algunos síntomas parecidos causados por deficiencia de boro o azúcar y también algunos efectos parecidos de sus aplicaciones han conducido a la teoría, ardientemente combatida, de que las deficiencias de boro son deficiencias de carbohidratos.

Además de los síntomas de deficiencia ya citados y de los efectos benéficos de estas sustancias sobre el crecimiento y la producción, Batjer y Thompson (5) revelaron que aplicaciones de ácido bórico incrementaron la producción de perales al estimular la germinación del polen; mientras que Van Koot y Camfferman (67) señalaron el aumento de

---

+ ANA = ácido naftalenacético

la producción de la fresa por aplicaciones de sucrosa debido a una mejor fecundación. Albert y Wilson (1) encontraron que el boro actúa favorablemente sobre el alargamiento de las raíces cortadas del tomate. Por otro lado, Ferguson, Street y David (22) y Miller (39) reportaron que ciertos azúcares tienen el mismo efecto. Johnston y Dore (31), analizando plantas de tomate normales y deficientes en boro, observaron que las plantas normales tenían el peso seco y el peso fresco más altos. Berrie (7), también trabajando con plantas de tomate, aumentó el peso seco al asperjarlas con soluciones de sucrosa, y Miller (39) notó un aumento marcado en el peso fresco de trozos de tallo de frijol con aplicaciones de sucrosa. Tantas similitudes llevaron a Gauch y Dugger (27), White-Stevens (69) y Mitchell, Schneider y Gauch citados por Mc Ilrath (36), a formular la teoría de que las deficiencias de boro son deficiencias de carbohidratos.

Muchas investigaciones se dedicaron a comprobarle. Mc Ilrath, Presley y Palser (38) probaron que plantas de tomate sembradas en medio deficiente en boro y asperjadas con sucrosa, parecen plantas deficientes en boro en su crecimiento, y su composición de carbohidratos. Sin embargo al asperjarlas con una mezcla de boro y sucrosa, parecen plantas que han recibido del medio un suministro adecuado de boro. Este fue confirmado por Pasler y Mc Ilrath (46) y Mc Ilrath y Palser (37) en sus estudios anatómicos y fisiológicos sobre tomate, algodón y nabo. Whittington (71) halló que el contenido de azúcar total no bajaba en las células sino después de 48 horas de quitar el boro. Las células deficientes contenían menos azúcar después de 96 horas. Concluyó que la cesación de la división celular no es debida

por la falta de azúcar. Neales (41, 42) observó que puntas de raíces y parte apical del tallo de plantas de Linum usitatissimum deficientes en boro no eran deficientes en carbohidratos. Al hacer análisis cromatográficos y cuantitativos, encontró que la cantidad de sucrosa había disminuído y no la de fructosa ni la de glucosa, en la parte apical del tallo. En las raíces había acumulación de glucosa y de fructosa. Las plantas sembradas en medio que contenía 4% de sucrosa detenían su crecimiento 48 horas después de suprimir el boro. Dyar y Welb (17) averiguaron que plantas deficientes en boro no son limitadas en su crecimiento por deficiencia de azúcar.

En general, los experimentos conducidos con boro y azúcar dieron mejores resultados. Emmert (18, 19) y Emmert y Klinker (20) indicaron que las plantas de tomate con aspersiones de azúcar y boro produjeron más que las que recibieron boro o azúcar solamente, y que plantas de frijol lima incrementaron su rendimiento y con aspersiones de azúcar, pero la respuesta fue mayor al agregar boro a la solución.

✓ Algunas otras explicaciones a la acción benefisiosa del boro fueron propuestas. El efecto del boro es indirecto sobre el azúcar. Su aplicación al impedir los trastornos morfológicos y fisiológicos favorece el traslado de los carbohidratos. Scott (49) sugirió que el boro formaría complejos con el sitio activo de fosforilación del almidón, lo que impediría la formación de este último. Skok (54) declaró que la actuación del boro en el traslado del azúcar estaba relacionada con su efecto sobre la actividad celular. Dyar y Welb (17) encontraron que el boro ejercería su efecto sobre la actividad metabólica en los sitios de utilización y que es esencial al metabolismo de las auxinas y posiblemente a su síntesis. Winfield, citado por

Scott (49) indicó que el boro es esencial para la síntesis de la pectina. Barbier y Charbannes (4) aconsejaron suministrar dosis pequeñas de boro, aunque no hubiera síntomas de deficiencia. Esto permite lograr un aumento en la cosecha. ~~Ø~~delien, citado por los autores precedentes, obtuvo buen resultado de esta manera con la remolacha azucarera, impidiendo la aparición de síntomas de deficiencia, lo que ocurrió en los testigos después de diez años de haberlos cultivado sobre el mismo terreno. Pérez, Chaverri y Bornemisza (48) al aplicar boro a plantas de café, llegaron a aumentar la producción a 280% más.

#### Relación de los carbohidratos y del boro con la nutrición mineral.

Varios autores han encontrado una relación entre el azúcar y el boro y la nutrición mineral. Emmert (18), analizando las causas de la falta de producción de las plantas de frijol en Kentucky, citó el desbalance entre los carbohidratos y la cantidad de N presente. Exceso de N provocó abscisión de los frutos. Carles, Soubies y otros (9, 10), buscando los factores fisiológicos del encamado del trigo, encontraron que había deficiencia de glúcidos accentuada por la abundancia de nitratos, que contribuían a detener la síntesis de los glúcidos suprimiendo las coenzimas. En efecto los nitratos para formar los prótidos necesitan para su reducción ciertos coenzimas, como la trifosfopiridina nucleotida. Por otra parte, la fijación del CO<sub>2</sub> y su entrada en los triosas y los hexosas para formar los glúcidos necesitan también de ciertos coenzimas, como la trifosfopiridina nucleotida. Debido a esta abundancia de nitratos, el equilibrio glúcidos/prótidos estaba roto. La relación peso seco/peso fresco era más alta en las plantas pobres en N. También el fósforo era más abundante o casi igual. El

calcio se encontraba en el mismo orden que el fósforo y el sodio netamente más elevado. Pero el potasio y el nitrógeno alcanzaban respectivamente 50% y 30% más en las plantas bien provistas de nitrógeno. Emmer y Klinker (20) afirmaron que soluciones equimolares de sucrosa mezcladas con soluciones de urea, detuvieron la quema debida a urea en todos los casos y permitieron usar 10 veces más urea.

La deficiencia de boro, según White-Stevens (69), ocasiona deficiencia en potasio, calcio, nitrógeno, hierro, zinc, manganeso y en ciertos casos de agua. Baker, Gauch y Dugger (3) anotaron un descenso en la intensidad de absorción del agua en las plantas superiores. Thomas, Mark y Fagan (63) indicaron que el boro tiene un papel directo en la síntesis de las proteínas. Briggs (8) señaló que el Nasturtium (Tropaeolum majus var. florepleno), sembrado en solución nutritiva sin boro, mostró un descenso progresivo en la absorción de nitrato durante toda la duración del ensayo y que en ausencia de un suministro adecuado de boro, la transformación en amino-ácido de los derivados de los carbohidratos fue detenida. Parks, Lyon y Hood (47) analizando los efectos de suministro de boro sobre la composición química de hojas de tomate, encontraron que al aumentar el contenido de aquel elemento, el nitrógeno orgánico, nitrógeno nítrico, fósforo y boro, tenían la tendencia a incrementar y disminuyendo el magnesio y nitrógeno amoniacal a disminuir. Zurbickii y Vartapetjan (72) trabajando con P 32 en plantas de avena, repollo y tomate, anotaron un mejor traslado con boro. Las hojas contenían 3 a 4 veces más P 32. Smith (56) indicó que una alta concentración de boro afectó la concentración del potasio, calcio y magnesio en las hojas del pomelo y no en las de naranjo, mientras que el contenido de manganeso fue reducido en los dos.

## CAPITULO III

## MATERIALES Y METODOS

Este estudio fue llevado acabo en dos experimentos de campo, uno con cafetos adultos (7 años) y el otro con plantitas (7 meses). Se realizaron en el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba, Costa Rica, cuya altitud es de 600 metros sobre el nivel del mar, su latitud de 9° 53' Norte, y longitud 83° 39' Este.

Durante el tiempo que duraron los ensayos la precipitación y la temperatura mensual se distribuyeron así:

Més	:Precipitación	m/m	:Temperatura media	o C
Enero 1961	:	85.0	:	21.12
Febrero	:	5.0	:	21.57
Marzo	:	42.5	:	22.09
Abril	:	56.9	:	22.54
Mayo	:	145.1	:	22.50
Junio	:	361.5	:	22.41
Julio	:	359.8	:	22.71
Agosto	:	166.5	:	23.06
Setiembre	:	262.2	:	22.57
Octubre 1961	:	255.9	:	22.84

## EXPERIMENTO I

Materiales

Las plantas utilizadas fueron las de una plantación al pleno sol (Coffea arabica cultivar 'Pacas') de 7 años de edad, y sembradas a

lm25 x 2m50. Todas las plantas que mostraron diferencia de la variedad fueron descartadas. Se hicieron muy pocos arreglos de los árboles. El número de plantas efectivas llegó a 144. Tenían todas frutos pequeños y continuaron su floración durante todo el experimento. Al final muchas tenían frutos maduros.

En cada planta fueron marcadas 4 ramas sobre una vertical. Casi todas tenían uno o dos nudos pequeños con hojas menudas, lo que parecía indicar una deficiencia de boro ocurrida durante el período de sequía. Las hojas también eran quebradizas y fácilmente caían algunas al menor golpe.

#### Fecha de iniciación y duración del experimento.

La primera aspersión se hizo el 6 y 7 de abril de 1961. Las demás tuvieron lugar a las fechas siguientes: 20-21 de abril, 4-5 de mayo y 18-19 de mayo de 1961. Las aspersiones duraban aproximadamente de las 8:00 a.m a las 1:00 p.m..

El 5 de mayo no pudieron ser asperjadas sino las plantas de las parcelas 1, 2, 3 de los bloques III y IV a causa de lluvia fuerte. La aspersión fue repetida para todas el día siguiente. El 19 de mayo llovió dos horas y media después de las aplicaciones.

#### Tratamientos.

Los tratamientos fueron:



Tratamientos	: Agua con humectante:	Boro	ppm:	Azúcar	%
(1) Testigo	: " " "	: 50	:	--	
2 Boro 1	: " " "	: 50	:	--	
3 Boro 2	: " " "	: 100	:	--	
4 Azúcar	: " " "	: -	:	12.80	
5 Azúcar con B1	" " "	: 50	:	12.80	
6 Azúcar con B2	" " "	: 100	:	12.80	

En los tratamientos respectivos fueron utilizados azúcar de mesa, ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) y Triton X a 0.31 ml por litro como humectante.

La cantidad de solución aplicada por árbol y por aspersion fue de unos 600 ml, lo que permitió cubrirlo bien hasta que empezó a gotear.

Para las aspersiones se usó una bomba de mano a presión y dos mamparas de 2m50x2m para evitar que las plantas vecinas fueron rociadas.

#### Disposición experimental.

Este experimento fue llevado a cabo en un factorial en bloques al azar ( 2 x 3 ) con 4 repeticiones, teniendo cada una 6 parcelas con 6 plantas.

#### Prácticas culturales.

Las prácticas culturales generales fueron una aplicación de insecticida (Clordano) y la limpieza al momento oportuno.

#### Datos tomados durante el experimento.

Muestras del tercer par de hojas (21,35) fueron tomados al principio y al final para análisis de:

- 1) Nitrógeno total (método Kjeldahl) (82)
- 2) Boro (método Berger y Truog) (86)
- 3) Fósforo (método Kitchen) (33)
- 4) Potasio (método Toth y al) (65)
- 5) Magnesio (método Drosdoff y Nearpars) (15)

Del último muestreo se obtuvo el porcentaje de materia seca.

Medidas de la longitud y número de nudos y hojas de las ramas marcadas tomados al principio se repitieron cada mes.

## EXPERIMENTO II

### Materiales

Plantitas de *Coffea arabica* cultivar "Cattura" de 3 meses de edad y cultivadas al sol fueron sembradas en bolsas de polietileno negro y colocadas bajo una caseta de bambú construída especialmente para el experimento. La caseta tenía 2 metros de altura, 18 metros de largo y 6 metros de ancho. Fue rodeada de bambú en 3 lados. Las cañas de bambú fueron dispuestas de manera a dejar pasar aproximadamente 50% de luz.

Las plantitas recibieron como prácticas culturales regado, fertilización (una a base de urea, triple superfósforo y muriato (2-1-2) y con Supergreen (fertilizante que contiene varios micro-elementos) y aspersiones de fungicidas (Fermate).

El ataque de *Cercospora* que sufrieron las plantitas antes del experimento persistió durante todo su curso, lo que hizo necesarios muchas aspersiones y también el cambio de fungicidas. Así fueron utilizados Cuprifero y luego Perenox.

Fecha de iniciación y duración del experimento.

La primera aspersión se hizo el 17 de junio de 1961. Las demás tuvieron lugar el 7 y 29 de julio, el 18 de agosto y el 9 de setiembre del mismo año. Duraron aproximadamente de las 8 a.m. a las 11 a.m. Esta irregularidad en las fechas de las aspersiones fue debida a las lluvias. Las aspersiones del 17/6/61 y del 7/7/61 fueron seguidas de lluvia 7 y 4 horas después respectivamente.

La duración total del experimento fue de 3 meses.

Tratamientos.

Los tratamientos fueron:

Tratamientos	:	Agua con humectante:	Boro	ppm:	Azúcar	%	
(1) Testigo	:	" "	"	:	--	:	--
2 Boro 1	:	" "	"	:	50	:	--
3 Boro 2	:	" "	"	:	100	:	--
4 Azúcar 1	:	" "	"	:	--	:	7.5
5 A 1 con B 1	:	" "	"	:	50	:	7.5
6 A 1 con B 2	:	" "	"	:	100	:	7.5
7 Azúcar 2	:	" "	"	:	--	:	15.0
8 A 2 con B 1	:	" "	"	:	50	:	15.0

En los tratamientos respectivos fueron utilizados azúcar de mesa, ácido bórico ( $H_3BO_3$ ) y Triton X a 0.31 ml por litro como humectante.

La cantidad de solución recibida por tratamiento (24 plantitas) en las diversas aspersiones fue:

1 a	aspersión	180 ml
2 a	"	300 "
3 a	"	500 "
4 a	"	500 "
5 a	"	600 "

Las hojas fueron mojadas completamente.

#### Disposición experimental.

Este experimento fue llevado a cabo en un factorial de bloques al azar (3 x 3) con 6 repeticiones, teniendo 9 parcelas con 4 plantas. El número total fue 216 plantas. Fueron puestas a 35 cm entre ellas. Las parcelas fueron separadas por 60 cm y los bloques por 75 cm.

#### Prácticas culturales durante el experimento.

Durante el curso del experimento aspersiones de fungicidas (Cuprifero y luego Perenox) fueron aplicadas cada 15 días, alternándolas con las aspersiones regulares.

Un solo riego fue necesario.

Las limpiezas fueron hechas al momento oportuno.

#### Datos tomados al principio y durante el desarrollo del experimento.

Al iniciar el experimento y cada mes fueron tomados los siguientes datos:

- 1) altura de las plantitas, del cuello a la yema terminal;
- 2) número de ramas laterales;
- 3) crecimiento de dos ramas tomadas al azar y marcadas en cada planta;
- 4) número de nudos en estas ramas;
- 5) número de hojas.

Datos tomados al final del experimento.

- 1) longitud de los 4 últimos entrenudos del tallo;
- 2) determinación del peso fresco y seco de raíces, tallo y hojas, para lo cual se quitó la tierra de las bolsas en un estañon lleno de agua y se lavaron éstas cuidadosamente. Luego se dividió la plantita cortándola arriba de las primeras raíces, quitándole todas las hojas.
- 3) diámetro de tallo de las plantitas: la medida se hizo a 2 cm arriba de las primeras raíces;
- 4) determinación de:
  - 1) Nitrógeno total (método Kjeldahl) (2)
  - 2) Boro (método Berger y Truog) (6)

Después de la desecación, todas las hojas de una parcela fueron mezcladas, molidas y utilizadas para esas determinaciones.

## CAPITULO IV

## RESULTADOS

## EXPERIMENTO I

Incremento de la longitud de las ramas laterales marcadas.

Se encuentra en el cuadro 1 y el gráfico N° 1<sup>+</sup> el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento de la longitud de las ramas laterales marcadas. Las cifras representan los promedios de 96 ramas y son las diferencias entre la medida final y la medida inicial.

CUADRO 1

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL INCREMENTO DE LA LONGITUD DE LAS RAMAS LATERALES MARCADAS. (cm)

O	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	Efecto : del boro
A 0	: 6.3	: 3.9	: 3.2	: 13.4	: 3.5	: -2.8
A 1	: 3.1	: 4.8	: 3.7	: 11.6	: 4.2	: 1.1
TOTAL	: 9.4	: 8.7	: 6.9	: 25.0	: 7.7	: -1.7
Efecto del azúcar	: -3.2	: 0.9	: 0.5	: -1.8	:	

0.85 y 0.6 son los promedios de las disminuciones en el incremento de la longitud de las ramas laterales marcadas debido a las aplicaciones de boro y azúcar respectivamente.

El incremento de la longitud de las ramas laterales marcadas fue afectado significativamente por las combinaciones azúcar más boro sin alcanzar el del testigo. Este efecto fue lineal positivo al 5%.

<sup>+</sup> Los gráficos se encuentran en apendice, pag. N° 63

Incremento del número de nudos en estas ramas laterales.

Se expone en el cuadro 2 y el gráfico Nº 2 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del número de nudos en estas ramas laterales. Las cifras son los promedios de 96 ramas y las diferencias entre la medida final y la medida inicial.

CUADRO 2

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL INCREMENTO DEL NUMERO DE NUDOS EN LAS RAMAS LATERALES MARCADAS

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	Efecto : del boro
A 0	: 2.1	: 1.9	: 1.6	: 5.6	: 1.7	: 0.4
A 1	: 1.7	: 2.1	: 2.1	: 5.9	: 2.1	: 0.4
TOTAL	: 3.8	: 4.0	: 3.7	: 11.5	: 3.8	: 0.0
Efecto del azúcar	: -0.4	: 0.2	: 0.5	: 0.3	:	

Las aplicaciones de boro no mostraron ninguna diferencia significativa en el incremento del número de nudos de las ramas laterales marcadas.

0.1 es el promedio del incremento del número de nudos de las ramas laterales marcadas debido a las aplicaciones de azúcar.

El análisis estadístico no dió ninguna diferencia significativa para el incremento del número de nudos de las ramas laterales marcadas. Sin embargo se puede notar en el cuadro y gráfico correspondientes una tendencia de las combinaciones azúcar más boro a aumentarlo y de las aplicaciones de azúcar y boro solo a disminuirlo.

Incremento del número de hojas de las ramas laterales marcadas.

El cuadro 3 presenta el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del número de hojas de las ramas laterales marcadas. Las cifras son los promedios de 96 ramas y las diferencias entre la medida final y la medida inicial.

CUADRO 3

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y DE AZUCAR SOBRE EL INCREMENTO DEL NUMERO DE HOJAS DE LAS RAMAS LATERALES MARCADAS

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	Efecto : del Boro
A 0	:-2.0	:-2.1	:-2.8	:-2.4	:-2.4	:-0.4
A 1	:-4.5	:-5.5	:-4.8	:-14.8	:-5.1	:-0.6
TOTAL	:-6.5	:-7.6	:-7.6	:-21.7	:-7.5	:-1.0
Efecto del azúcar	:-2.5	:-3.4	:-2.0	:- 7.9	:	

0.5 y 2.6 son los promedios de las disminuciones del número de hojas de las ramas laterales marcadas debido respectivamente a las aplicaciones de boro y azúcar.

Durante el desarrollo del experimento hubo una disminución en el número de hojas causada por una defoliación, en todos los tratamientos. Esta defoliación fue acentuada por los niveles de boro aunque sin significancia y mucho más por el azúcar, hasta alcanzar un efecto significativo al 5%. Las combinaciones azúcar más boro aumentaron un poco más esta caída de hojas.

En el cuadro 4 se encuentran los resultados de los análisis de variancia del incremento de la longitud, del número de nudos y de hojas de las ramas laterales marcadas.



CUADRO 4

ANALISIS DE VARIANCIA DEL INCREMENTO DE LA LONGITUD, DEL NUMERO DE NUDOS Y DE HOJAS DE LAS RAMAS LATERALES MARCADAS

F.V	G.L	longitud C.M.	Nudos C. M.	Hojas C. M.
Repeticiones	3	22.8758 <sup>**</sup>	0.9977	6.1240
azúcar (A)	1	2.2394	0.0817	41.4227 <sup>**</sup>
Boro (B)	2	3.4538	0.0555	0.8103
líneal	1	6.4872	0.0342	1.3053
cuadrat.	1	0.4203	0.0767	0.3152
Int (A) (B)	2	10.3369 <sup>*</sup>	0.4760	0.9204
(A) (B) L	1	13.3369 <sup>*</sup>	0.9312	0.1870
(A) (B) C	1	7.3774	0.0208	1.6539
Error	15	2.3914	0.3565	5.4589
TOTAL	23			

\*\*significativo al 1%

\*significativo al 5%

#### Porcentaje de materia seca de las hojas.

El cuadro 5 da el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del porcentaje de materia seca de las hojas. Las cifras son los promedios de 24 plantas.

CUADRO 5

EFEECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL  
PORCENTAJE DE MATERIA SECA DE LAS HOJAS

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto del boro
A 0	: 26.8	: 27.8	: 28.4	: 83.0	: 28.0	: 1.3
A 1	: 26.9	: 27.9	: 27.5	: 82.3	: 27.7	: 0.8
TOTAL	: 53.7	: 55.7	: 55.9	: 165.3	: 55.8	: 2.1
Efecto del azúcar	: 0.1	: 0.1	: -0.9	: -0.7	:	:

1.0 es el promedio del incremento de la materia seca en las hojas debido a las aplicaciones de boro.

0.2 es el promedio de la disminución del incremento de la materia seca en las hojas debido a las aplicaciones de azúcar.

El porcentaje de materia seca de las hojas fue siempre un poco más alto en las plantas tratadas que en los testigos, como se puede ver en el cuadro y gráfico correspondientes, pero sin alcanzar diferencia significativa.

En el cuadro 6 se dan los resultados del análisis de variancia del incremento del porcentaje de materia seca de las hojas.

## CUADRO 6

ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL PORCENTAJE DE MATERIA SECA  
EN LAS HOJAS

F.V	:	GG.L	:	C.M.
Repeticiones	:	3	:	3.2849
Azúcar (A)	:	1	:	0.3504
Boro (B)	:	2	:	2.8029
Boro lineal	:		1 :	4.3056
Boro cuadrat.	:		1 :	1.3002
Int. (A) (B)	:	2	:	0.6529
(A) (B) L	:		1 :	1.0506
(A) (B) C	:		1 :	0.2553
Error	:	15	:	2.3689
TOTAL	:	23	:	

No se obtuvo ninguna diferencia significativa.

Contenido de boro en las hojas.

Se presentan en el cuadro 7 los resultados de los análisis químicos de boro de las hojas hechos antes y después de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones y en el cuadro 8 los resultados del análisis de covariancia. Las cifras del cuadro 7 son los promedios de 24 plantas.

CUADRO 7

*Contenido*  
ANÁLISIS QUÍMICOS DE BORO DE LAS HOJAS HECHOS ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO, AZUCAR Y SUS COMBINACIONES

*Promedio de 24 plantas, en ppm.*

Tratamientos	:	1er análisis	:	2º análisis
Boro 0 ppm	:	45.62	:	56.25 ppm
Boro 50 "	:	52.87	:	84.12 "
Boro 100 "	:	57.87	:	90.87 "
Azúcar	:	51.62	:	67.62 "
(A) más B 1	:	40.50	:	83.37 "
(A) más B 2	:	40.25	:	63.50 "

CUADRO 8

ANÁLISIS DE COVARIANCIA DEL BORO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS TOMADAS ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO AZUCAR Y SUS COMBINACIONES

ESTIMACION DE ERROR				
	:	S.C.	:	G.L. : C.M. : F cal.
Error	:	3400.1890	:	14 : 242.8706:
Error más azúcar	:	3500.8573	:	15 :
Error más boro	:	5444.1342	:	16 :
Error más Int (A) (B)	:	4513.4673	:	16 :
Diferencia para probar los valores ajustados	:		:	
Azúcar	:	100.6679	:	1 : 100.6679: 0.41
Boro	:	2043.9448	:	2 : 1021.9724: 4.20*
Int (A) (B)	:	1113.3779	:	2 : 556.6389: 2.29

\* Significativo al 5%.

Como se puede observar en los cuadros 7 y 8, las aplicaciones de boro tuvieron un efecto positivo en el incremento del boro de las hojas. Eso fue significativo al 5%.

En las combinaciones azúcar más boro hubo una disminución del incremento de este elemento que fue más marcada en la combinación donde la concentración de boro fue más elevada.

Contenido de nitrógeno en las hojas.

Se dan en el cuadro 9 los resultados de los análisis químicos de nitrógeno total de las muestras de las hojas tomadas antes y después de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones. Las cifras del cuadro 9 son los promedios de 24 plantas.

CUADRO 9

ANÁLISIS QUÍMICOS DE NITRÓGENO TOTAL DE LAS MUESTRAS DE HOJAS TOMADAS ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO, AZUCAR Y SUS COMBINACIONES

Tratamientos	:	1 <sup>er</sup> análisis	:	2 <sup>a</sup> análisis
Boro 0 ppm	:	2.68	:	2.63 %
Boro 50 "	:	2.70	:	2.70
Boro 100 "	:	2.69	:	2.53
Azúcar	:	2.74	:	2.63
(A) más B 1	:	2.75	:	2.68
(A) más B 2	:	2.69	:	2.59

El análisis de covariancia del nitrógeno total de las muestras de las hojas no reveló ninguna diferencia significativa. Sin embargo

en todos los tratamientos incluso el testigo hubo un descenso del porcentaje del nitrógeno total.

Contenido de fósforo en las hojas.

En el cuadro 10 se exponen los resultados de los análisis químicos de fósforo de las muestras de hojas tomadas antes y después de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones. Las cifras del cuadro 10 son los promedios de 24 plantas.

CUADRO 10

ANALISIS QUIMICOS DE FOSFORO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS TOMADAS ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO, AZUCAR Y SUS COMBINACIONES

Tratamientos	:	1a análisis	:	2a análisis
	0 ppm	0.15	:	0.13 %
Boro	50 " 1:	0.14	:	0.12
Boro	100 " 2:	0.14	:	0.11
Azúcar	12.80 %:	0.14	:	0.12
Azúcar más	B 1 :	0.14	:	0.12
Azúcar más	B 2 :	0.14	:	0.12

Ninguna diferencia significativa se obtuvo del análisis de covariancia de las muestras de hojas. Sin embargo, se puede notar en el cuadro 11 un descenso casi igual del porcentaje de fósforo de las hojas.

Contenido de potasio de las hojas.

Se dan en el cuadro 11 los resultados de los análisis químicos

de potasio de las muestras de hojas tomadas antes y después de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones, y en el cuadro 11 los resultados del análisis de covariancia. Las cifras del cuadro 11 son los promedios de 24 plantas.

## CUADRO 11

ANALISIS QUIMICOS DE POTASIO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS TOMADAS ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO, AZUCAR Y SUS COMBINACIONES

Tratamientos		:	1a análisis	:	2a análisis
Boro	0 ppm	:	1.98	:	2.96 %
Boro	50 " 1:	:	2.09	:	1.87
Boro	100 " 2:	:	2.13	:	1.99
Azúcar	12.80 % :	:	1.91	:	2.06
Azúcar más	B 1 :	:	2.07	:	2.05
Azúcar más	B 2 :	:	2.15	:	2.08

CUADRO 12

ANALISIS DE COVARIANCIA DEL POTASIO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS TOMADAS  
 ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO, AZUCAR Y SUS  
 COMBINACIONES

	ESTIMACION DE ERROR			
	: S.C.	: G.L. :	C.M.	: F Cal
Error	: 0.6851	: 14 :	0.0489	:
Error más azúcar	: 0.7855	: 15 :		
Error más boro	: 0.7417	: 16 :		
Error más Int(A) (B)	: 0.7033	: 16 :		
Diferencia para probar los valores ajustados	:	:		
Azúcar	: 0.1004	: 1 :	0.1004	: 2.05
Boro	: 0.0566	: 2 :	0.0283	: 0.57
Int (A) (B)	: 0.0182	: 2 :	0.0091	: 0.18

No se obtuvo ninguna diferencia significativa.

En todos los tratamientos, excepto el de azúcar solo, hubo un descenso del porcentaje de potasio de las hojas. Sin embargo es menos marcado en el testigo y en los tratamientos donde fueron aplicadas las combinaciones azúcar más boro.

Contenido de magnesio en las hojas.

Se puede observar en el cuadro 13 los resultados de los análisis químicos de las muestras de hojas tomadas antes y después de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones, y en el cuadro 14 los resultados del análisis de covariancia. Las cifras del cuadro 13 son los promedios de 24 plantas.



CUADRO 13

ANALISIS QUIMICOS DE MAGNESIO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS TOMADAS ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO, AZUCAR Y SUS COMBINACIONES

Tratamientos	:	le análisis	:	2ª análisis
Boro 0 ppm	:	0.33	:	0.31 %
Boro 50 "	:	0.35	:	0.34
Boro 100 "	:	0.32	:	0.32
Azúcar 12.80 %	:	0.32	:	0.32
Azúcar más B 1	:	0.34	:	0.33
Azúcar más B 2	:	0.33	:	0.31

CUADRO 14

ANALISIS DE COVARIANCIA DEL MAGNESIO DE LAS MUESTRAS DE HOJAS TOMADAS ANTES Y DESPUES DE LAS APLICACIONES DE BORO, AZUCAR Y SUS COMBINACIONES

	ESTIMADIO DE ERROR			
	S.C	G.L	C.M.	F cal.
Error	0.0024	14	0.00017	
Error más azúcar	0.0025	15		
Error más boro	0.0032	16		
Error más Int (A)(B)	0.0028	16		
Diferencia para probar: los valores ajustados :				
Azúcar	0.0001	1	0.0001	0.58
Boro	0.0004	2	0.0004	2.30
Int (A) (B)	0.0002	2	0.0002	1.10

No se obtuvo ninguna diferencia significativa.

En todos los tratamientos, incluso el testigo, hubo un descenso del porcentaje de magnesio de las hojas que fue un poco más marcada en los de boro.

## EXPERIMENTO II

### Incremento en altura de las plantitas.

Se da en el cuadro 15 y el gráfico Nº 3 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento en altura de las plantitas. Las cifras representan los promedios de 36 plantitas y las diferencias entre la medida final y la medida inicial.

CUADRO 15

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL INCREMENTO EN ALTURA DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES. (cm)

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto del boro
A 0	: 13.4	: 12.7	: 13.7	: 39.8	: 13.2	: -0.2
A 1	: 12.1	: 14.4	: 14.1	: 40.6	: 14.2	: 2.1
A 2	: 11.7	: 12.5	: 13.8	: 38.0	: 13.1	: 1.4
TOTAL	: 37.2	: 39.4	: 41.6	: 128.4	: 40.5	: 3.3
	$\frac{A1+A2}{2}$					
	: 11.9	: 13.4	: 13.9	: 39.2	:	
Efecto del azúcar	: -1.5	: 0.7	: 0.2	: -0.6		

1.1 es el promedio del incremento en altura de las plantas debido a las aplicaciones de boro.

0.2 es el promedio de la disminución del incremento en altura de las plantitas debido a las aplicaciones de azúcar.

El incremento en altura de las plantitas fue marcado positivamente con un efecto lineal al 5% por el boro. El azúcar solo tuvo la tendencia a disminuirlo. El incremento más alto se encontró en las combinaciones del nivel 7½% de azúcar con los de 50 y 100 ppm de boro.

Incremento de la longitud de entrenudos del tallo.

Se puede observar en el cuadro 16 y el gráfico N° 4 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento de la longitud de entrenudos del tallo de las plantitas. Las cifras representan los promedios de 144 nudos.

CUADRO 16

EFEECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZÚCAR SOBRE EL INCREMENTO DE LA LONGITUD DE ENTRENUDOS DEL TALLO DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES: (cm)

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto del boro
A 0	: 3.9	: 3.8	: 3.6	: 11.3	: 3.7	: -0.2
A 1	: 3.9	: 4.2	: 3.8	: 11.9	: 4.0	: 0.1
A 2	: 3.5	: 3.6	: 4.1	: 11.2	: 3.8	: 0.3
TOTAL	: 11.3	: 11.6	: 11.5	: 34.4	: 11.5	: 0.2
	$\frac{A1+A2}{2}$					
	: 3.7	: 3.9	: 3.9	: 11.5		
Efecto del azúcar	: -0.2	: 0.1	: 0.3	: 0.2		

0.07 es a la vez el promedio del incremento de la longitud de entrenudos del tallo de las plantitas debido a las aplicaciones de boro y azúcar.

El análisis estadístico del incremento de la longitud de entrenudos cerca del ápice del tallo de las plantitas, mostró diferencias significativas cuadráticas y positivas al 10% para el azúcar y diferencias significativas positivas al 5% para las combinaciones azúcar más boro, y lineal para las dos sustancias al 1%. Los incrementos más altos fueron obtenidos por las combinaciones A 1 x B 1 (4.2 cm) y A 2 x B 2 (4.1 cm) y los más bajos por B 2 (3.6 cm), A 2 (3.5 cm) y la combinación A 2 x B 1 (3.6 cm) que no llegaron alcanzar el testigo (3.9 cm).

#### Diámetro del tallo.

En el cuadro 17 gráfico Nº 5 se expone el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del diámetro del tallo de las plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantitas.

CUADRO 17

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL DIAMETRO DEL TALLO DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES. (cm)

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	Efecto :del boro
A 0	: 0.59	: 0.66	: 0.63	: 1.88	: 0.64	: + 0.05
A 1	: 0.62	: 0.62	: 0.60	: 1.84	: 0.61	: - 0.01
A 2	: 0.62	: 0.61	: 0.65	: 1.88	: 0.63	: + 0.01
TOTAL	: 1.83	: 1.89	: 1.88	: 5.50	: 1.88	: + 0.05
$\frac{A1+A2}{2}$	: 0.62	: 0.61	: 0.62	: 1.85		
Efecto del azúcar	:+0.03	:-0.05	:-0.01	:-0.03		

0.017 es el promedio del incremento del diámetro del tallo de las plantitas debido a las aplicaciones de boro.

0.01 es el promedio de la disminución del diámetro del tallo de las plantitas debido a las aplicaciones de azúcar. Debe notar que en todos los tratamientos, hubo un incremento comparándolos al testigo. Esta disminución del incremento debido a las aplicaciones de azúcar es respecto del boro.

El análisis estadístico de los datos del incremento del diámetro del tallo de las plantitas reveló una diferencia significativa al 10% de las combinaciones azúcar más boro. Esta diferencia es lineal para el azúcar y cuadrática para el boro al 5%.

#### Incremento del número de ramas laterales.

Se encuentra en el cuadro 18 y gráfico N° 6 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones, sobre el incremento del número de ramas laterales de las plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantitas y la diferencia entre la medida final y la medida inicial.

CUADRO 18

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL INCREMENTO DEL NUMERO DE RAMAS LATERALES DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto del boro
A 0	: 3.1	: 3.1	: 2.8	: 9.0	: 2.9	: - 0.2
A 1	: 2.7	: 2.9	: 2.4	: 8.0	: 2.6	: - 0.1
A 2	: 2.6	: 2.7	: 2.9	: 8.2	: 2.8	: + 0.3
TOTAL	: 8.4	: 8.7	: 8.1	: 25.2	: 8.3	: 0.0
$\frac{A1+A2}{2}$	: 2.6	: 2.8	: 2.6	: 8.3	:	:
Efecto del azúcar	: -0.5	: -0.3	: -0.2	: -1.0	:	:

No aparece en este cuadro ningún efecto en promedio de las aplicaciones de boro sobre el incremento del número de ramas laterales de las plantitas.

En las aplicaciones de azúcar se observó que en este tratamiento había en promedio, una disminución de 0.33 ramas laterales en comparación con el testigo.

Se puede notar en el cuadro que en los otros tratamientos disminuyó el número de ramas laterales en comparación con el testigo.

No se observó ninguna diferencia significativa en el análisis estadístico del efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del número de ramas laterales de las plantitas.

#### Incremento del crecimiento lateral en dos ramas marcadas.

El cuadro 19 y el gráfico Nº 7 presentan el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del crecimiento lateral en dos ramas marcadas por plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantitas y la diferencia entre la medida final y la medida inicial de las ramas.

CUADRO 19

EFEECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL INCREMENTO DEL CRECIMIENTO LATERAL EN DOS RAMAS MARCADAS POR PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES. (cm)

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto del boro
A 0	: 8.2	: 7.8	: 9.0	: 25.0	: 8.4	: +0.2
A 1	: 7.8	: 8.2	: 7.7	: 23.7	: 7.9	: +0.1
A 2	: 8.0	: 7.8	: 8.9	: 24.7	: 8.3	: +0.3
TOTAL	: 24.0	: 23.8	: 25.6	: 73.4	: 24.6	: 0.6
$\frac{A1+A2}{2}$	: 7.9	: 8.0	: 8.3	: 24.2	:	:
Efecto del azúcar	: -0.3	: +0.2	: -0.7	: - 0.8	:	:

0.2 es el promedio del incremento lateral en dos ramas marcadas por plantita debido a las aplicaciones de boro.

0.27 es el promedio de la disminución del incremento lateral en dos ramas marcadas por plantita debida a las aplicaciones de azúcar.

Las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones no dieron ningún efecto significativo estadísticamente. Sin embargo se puede notar en el cuadro y el gráfico referentes a una tendencia del boro a incrementar el crecimiento lateral y del azúcar a disminuirlo.

#### Incremento del número de nudos en las ramas marcadas.

El cuadro 20 muestra el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del número de nudos en las ramas laterales marcadas de las plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantas y las diferencias entre la medida final y la medida inicial del número de nudos de las ramas.

CUADRO 20

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL INCREMENTO DEL NUMERO DE NUDOS EN LAS RAMAS LATERALES MARCADAS DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES

	: B 0 :	B 1 :	B 2 :	TOTAL :	$\frac{B1+B2}{2}$	Efecto :del boro
A 0	: 2.0 :	2.0 :	2.1 :	6.1 .	2.0	: 0.0
A 1	: 1.9 :	1.9 :	1.8 :	5.6 :	1.8	: -0.1
A 2	: 2.0 :	1.9 :	2.0 :	5.9 :	1.9	: -0.1
TOTAL	: 5.9 :	5.8 :	5.9 :	17.6 :	5.7	: -0.2
	$\frac{A1+A2}{2}$	: 1.9 :	1.9 :	1.9 :	5.7 :	
Efecto del azúcar	: -0.1 :	-0.1 :	-0.2 :	-0.4 :		

0.07 y 0.13 son los promedios de las disminuciones del número de nudos en las ramas laterales marcadas debidas a las aplicaciones de boro y azúcar respectivamente.

El análisis estadístico de los datos del incremento del número de nudos en las ramas laterales marcadas de las plantitas debido a las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones no reveló ninguna diferencia significativa. Se puede notar en el cuadro referente que el boro tuvo la tendencia a aumentarlo y el azúcar a disminuirlo.

#### Incremento del número de hojas.

Se dá en el cuadro 21 y el gráfico N° 8 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el incremento del número de hojas de las plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantitas y las diferencias entre la medida final y la medida inicial de las hojas.



CUADRO 21

EFEECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZÚCAR SOBRE EL INCREMENTO DEL  
 NUMERO DE HOJAS DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto :del boro
A 0	:12.4	:14.7	:13.9	: 44.0	: 14.3	: +1.9
A 1	:15.0	:10.6	:11.9	: 37.5	: 11.2	: -3.8
A 2	:12.7	:11.4	:12.7	: 36.8	: 12.0	: -0.7
TOTAL	:40.1	:35.7	:38.5	: 155.3	: 37.5	: -2.6
$\frac{A1+A2}{2}$	:13.8	:11.0	:12.3	: 37.1	:	
Efecto del azúcar	: +1.4	: -3.7	: -1.6	: -3.9	:	

0.87 y 1.3 son los promedios de las disminuciones del número de hojas debidas a las aplicaciones de boro y azúcar respectivamente.

Ninguna diferencia significativa fue observada en el análisis estadístico de los datos del incremento de número de hojas de las plantitas debido a las aplicaciones de boro azúcar y sus combinaciones. Sin embargo se puede deducir del cuadro y gráfico referentes que las aplicaciones de boro y azúcar sólo aumentaron el número de hojas y que las de sus combinaciones los disminuyeron.

En el cuadro siguiente se dan los resultados de los análisis estadísticos para los datos del incremento en altura, de la longitud de entrenudos del tallo, del diámetro del tallo, del número de ramas laterales del crecimiento lateral de dos ramas marcadas por cada planta, del número de nudos en las ramas laterales marcadas y del número de hojas de las plantitas de café.

ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS DATOS DEL INCREMENTO EN ALTURA, DE LA LONGITUD DE ENTRENUDOS DEL TALLO, DEL DIAMETRO DEL TALLO, DEL NUMERO DE RAMAS LATERALES, DEL CRECIMIENTO LATERAL EN DOS RAMAS MARCADAS POR PLANTA DEL NUMERO DE NUDOS EN LAS RAMAS LATERALES MARCADAS Y DEL NUMERO DE HOJAS DE LAS PLANTITAS DE CAFE

F.V	: G.L	: C.M		: Diámetro	: Número		: Nudos	: Hojas
		: C.M	: C.M		: Tallo	: Laterales		
Bloque	: 5	: 54.3986	: 0.2404	: 0.0484 <sup>xx</sup>	: 0.4567	: 19.4720	: 0.8593	: 172.4206
Azúcar (A)	: 2	: 3.6108	: 0.1784	: 0.0011	: 0.5567	: 1.0258	: 0.0975	: 9.9664
F.L	: 1	: 4.1209	: 0.0100	: 0.0002	: 0.4444	: 0.1548	: 0.0733	: 17.0156
F.C.	: 1	: 3.1008	: 0.3468 <sup>+</sup>	: 0.0021	: 0.6689	: 1.8968	: 0.1216	: 2.9172
Boro (B)	: 2	: 10.7047	: 0.0830	: 0.0022	: 0.1296	: 1.7890	: 0.0220	: 5.5602
F.L	: 1	: 21.1906 <sup>x</sup>	: 0.1045	: 0.0026	: 0.0277	: 2.4087	: 0.0556	: 2.5069
F.C.	: 1	: 0.2187	: 0.0616	: 0.0019	: 0.2314	: 1.1693	: 0.0283	: 8.6134
Int (A)(B)	: 4	: 3.8780	: 0.3692 <sup>x</sup>	: 0.0036 <sup>+</sup>	: 0.2407	: 1.4162	: 0.0940	: 18.0202
(A)Ix(B)L	: 1	: 5.5873	: 0.9165 <sup>xx</sup>	: 0.0000	: 0.5104	: 0.0028	: 0.0416	: 3.3750
(A)Ix(B)C	: 1	: 0.6844	: 0.1540	: 0.0090 <sup>x</sup>	: 0.0555	: 0.0727	: 0.0068	: 16.5312
(A)Cx(B)L	: 1	: 1.0034	: 0.1050	: 0.0050 <sup>+</sup>	: 0.1701	: 1.4053	: 0.0312	: 27.5034
(A)Cx(B)C	: 1	: 8.2368	: 0.3015	: 0.0000	: 0.2268	: 4.1841	: 0.0489	: 24.6712
Error	: 40	: 4.1882	: 0.1078	: 0.0013	: 0.3999	: 3.7005	: 0.1969	: 13.6310
TOTAL	: 53							

x significativo al 5%  
 xx significativo al 1%  
 + al 10%

Porcentaje de materia seca en las hojas.

El cuadro 23 da a continuación el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el porcentaje de la materia seca de las hojas de las plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantitas.

CUADRO 23

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL PORCENTAJE DE LA MATERIA SECA DE LAS HOJAS DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES

	B 0	B 1	B 2	TOTAL	$\frac{B1+B2}{2}$	Efecto del boro
A 0	25.5	27.0	25.6	78.1	26.3	+0.8
A 1	26.6	25.8	25.2	77.6	25.5	+1.1
A 2	26.6	26.6	25.2	78.4	25.9	-0.7
TOTAL	78.7	79.4	76.0	234.1	77.7	-1.0
$\frac{A1+A2}{2}$	26.6	26.2	25.2	78.0		
Efecto del azúcar	+1.1	-0.8	-0.4	-0.1		

0.33 y 0.03 son los promedios de las disminuciones del porcentaje de la materia seca de las hojas de las plantitas debidas a las aplicaciones de boro y azúcar respectivamente.

No hubo en el análisis estadístico de los datos del porcentaje de la materia seca de las hojas de las plantitas ningún efecto significativo.

Porcentaje de materia seca en el tallo.

Se encuentra en el cuadro 24 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el porcentaje de la materia seca del tallo de las plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantitas.

## CUADRO 24

EFEECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL PORCENTAJE DE LA MATERIA SECA DEL TALLO DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	$\frac{B1+B2}{2}$	Efecto del boro
A 0	: 34.0	: 33.9	: 34.9	: 102.8	34.4	: +0.4
A 1	: 35.1	: 35.2	: 33.5	: 103.8	34.3	: -0.8
A 2	: 36.1	: 36.5	: 35.1	: 107.7	35.8	: -0.3
TOTAL	:105.2	:105.6	:103.5	: 314.3	104.5	: -0.7
	$\frac{A1+A2}{2}$					
	: 35.6	: 35.8	: 34.3	: 105.7		
Efecto del azúcar	: +1.6	: +1.9	: -0.6	: + 2.9		

0.23 es el promedio de las disminución de la materia seca del tallo de las plantitas debido a las aplicaciones de boro.

0.97 es el promedio del incremento de la materia seca del tallo de las plantitas debido a las aplicaciones de azúcar.

El análisis estadístico de los datos del porcentaje de la materia seca del tallo de las plantitas reveló un efecto positivo significativo al 5% para el azúcar lineal. Sin embargo se puede observar en el cuadro correspondiente que la dosis más alta de boro(100 ppm) hizo incrementar también este porcentaje mientras que sus combinaciones con las dosis de azúcar lo hicieron disminuir.

Porcentaje de materia seca en las raíces.

Se da en el cuadro 25 y el gráfico Nº 9 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el porcentaje de la materia seca de las raíces de las plantitas. Las cifras son los promedios de 36 plantitas.

## CUADRO 25

EFEECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL PORCENTAJE DE LA MATERIA SECA DE LAS RAICES DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto del boro
A 0	: 20.9	: 20.7	: 19.7	: 61.3	: 20.2	: -0.7
A 1	: 21.2	: 20.2	: 20.0	: 61.4	: 20.1	: -1.1
A 2	: 20.2	: 20.0	: 21.1	: 61.3	: 20.5	: +0.3
TOTAL	: 62.3	: 60.9	: 60.8	: 184.0	: 60.8	: -1.5
$\frac{A1+A2}{2}$	: 20.7	: 20.1	: 20.8	: 61.3	:	:
Efecto del azúcar	: -0.2	: -0.6	: +0.8	: 0.0	:	:

0.5 es el promedio de la disminución de la materia seca de las raíces de las plantitas debida a las aplicaciones de boro.

Ningún efecto de las aplicaciones de azúcar fue notado sobre el promedio del porcentaje de la materia seca de las raíces de las plantitas.

El análisis estadístico del porcentaje de materia seca de las raíces de las plantitas reveló una diferencia significativa positiva al 10% para el azúcar lineal x el boro lineal.

En el cuadro 26 se dan los resultados de los análisis estadísticos de los datos del porcentaje de la materia seca de las hojas, del tallo y de las raíces de las plantitas de café.

## CUADRO 26

ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS DATOS DEL PORCENTAJE DE LA MATERIA SECA DE LAS HOJAS, DEL TALLO Y DE LAS RAICES DE LAS PLANTITAS

F.V.	:	G. L	: % M.S <sup>o</sup>	: % M.S	: % M.S
			: raíces	: tallo	: Hojas
	:		C.M	C.M	C.M
Bloques	:	5	: 14.0142 <sup>**</sup>	: 41.0995 <sup>**</sup>	: 45.0261 <sup>**</sup>
Azúcar (A)	:	2	: 0.0013	: 13.2144	: 0.4667
F.L	:	1	: 0.0022	: 24.0132 <sup>*</sup>	: 0.2002
F.C	:	1	: 0.0003	: 2.4156	: 0.7332
Boro (B)	:	2	: 1.2914	: 2.2064	: 6.4143
F.L	:	1	: 2.1078	: 2.4372	: 7.4784
F.C.	:	1	: 0.4750	: 1.9755	: 5.3502
Int (A) (B)	:	4	: 2.7774	: 4.0032	: 2.8301
(A)Lx(B)L	:	1	: 6.4304 <sup>+</sup>	: 5.5363	: 2.9793
(A)Lx(B)C	:	1	: 2.1586	: 4.0275	: 1.1904
(A)Cx(B)L	:	1	: 2.2944	: 5.1799	: 1.2805
(A)Cx(B)C	:	1	: 0.2236	: 1.2654	: 3.7815
Error	:	40	: 2.0696	: 4.7558	: 3.2617
TOTAL	:	53	:		

<sup>\*\*</sup> Significativo al 1%  
<sup>\*</sup> Significativo al 5%  
<sup>+</sup> significativo al 10%  
<sup>o</sup> Materia Seca

Contenido de boro de las hojas.

Se presentan en el cuadro 27 y gráfico N° 10 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el contenido de boro de las hojas de las plantitas. Las cifras son los promedios de los resultados del análisis químicos de las hojas de 36 plantitas.

CUADRO 27

EFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL CONTENIDO DE BORO DE LAS HOJAS DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES (ppm)

	: B	O	: B	1	: B	2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	Efecto del boro
A 0	: 150.7		: 140.0		: 191.8		: 482.5	: 165.9	: +15.2
A 1	: 93.3		: 154.2		: 134.5		: 381.9	: 144.3	: +51.1
A 2	: 153.2		: 152.4		: 104.2		: 409.8	: 128.3	: -24.9
TOTAL	: 397.1		: 446.6		: 430.5		: 1274.2	: 438.5	: +41.4
$\frac{A1+A2}{2}$	: 123.2		: 153.3		: 119.3		: 395.8	:	
Efecto del azúcar	: -27.5		: +13.3		: -72.5		: -86.7	:	

10.47 es el promedio del incremento del contenido de boro de las hojas de las plantitas debido a las aplicaciones de boro.

28.9 es el promedio de la disminución del contenido de boro de las hojas de las plantitas debida a las aplicaciones de azúcar.

El análisis estadístico de los datos del contenido de boro de las hojas de las plantitas dió una diferencia significativa al 5% en la interacción para el azúcar lineal x el boro lineal. Este efecto fue negativo.

Contenido de nitrógeno total de las hojas.

Se encuentran en el cuadro 28 el efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el contenido de nitrógeno total de

las hojas de las plantitas. Las cifras son los promedios de los resultados del análisis químico de las hojas de 36 plantitas.

CUADRO 28

EFFECTO DE LAS APLICACIONES DE BORO Y AZUCAR SOBRE EL CONTENIDO DE NITROGENO TOTAL DE LAS HOJAS DE LAS PLANTITAS DESPUES DE 3 MESES (%)

	: B 0	: B 1	: B 2	: TOTAL	: $\frac{B1+B2}{2}$	: Efecto del boro
A 0	: 2.2	: 2.2	: 2.3	: 6.7	: 2.2	: 0.0
A 1	: 2.3	: 2.2	: 2.4	: 6.9	: 2.3	: 0.0
A 2	: 2.2	: 2.2	: 2.2	: 6.6	: 2.2	: 0.0
TOTAL	: 6.7	: 6.6	: 6.9	: 19.2	: 6.7	: 0.0
$\frac{A1+A2}{2}$	: 2.2	: 2.2	: 2.3	: 6.7	:	
Efecto del azúcar	: 0.0	: 0.0	: 0.0	: 0.0	:	

Las aplicaciones de boro y azúcar no tuvieron ningún efecto sobre el contenido de nitrógeno de las hojas de las plantitas.

El análisis estadístico no reveló ninguna diferencia significativa del efecto de las aplicaciones de boro, azúcar y sus combinaciones sobre el contenido de nitrógeno total de las hojas de las plantitas.

Sin embargo el cuadro 28 enseñó que el nitrógeno total tuvo un aumento en los tratamientos de boro (100 ppm), azúcar (7½%) y su combinación.

En el cuadro 29 se muestran los resultados de los análisis estadísticos de los datos del contenido de boro y nitrógeno total de las hojas de las plantitas de café.



CUADRO 29

ANALISIS DE VARIANCIA DE LOS DATOS DEL CONTENIDO DE BORO Y  
NITROGENO TOTAL DE LAS HOJAS DE LAS PLANTITAS

F.V	Boro		Nitrógeno total	
	G.L	C.M	C.M	
Bloques	: 5	: 5154.3712	: 0.5153**	
Azúcar (A)	: 2	: 5410.0055	: 0.0548	
F.L	: 1	: 5293.7751	: 0.0205	
F.C	: 1	: 5526.2361	: 0.0889	
Boro (B)	: 2	: 1270.1375	: 0.0548	
F.L	: 1	: 1110.5556	: 0.0498	
F.C	: 1	: 1429.7194	: 0.0597	
Int (A)(B)	: 4	: 6886.8037	: 0.0094	
(A)Lx(B)L	: 1	: 12192.7876*	: 0.0026	
(A)Lx(B)C	: 1	: 6050.9167	: 0.0017	
(A)Cx(B)L	: 1	: 4110.9778	: 0.0183	
(A)Cx(B)C	: 1	: 5192.5318	: 0.0151	
Error	: 40	: 2653.4003	: 0.0474	
TOTAL	: 53	:		

\*\* Significativo al 1%

\* Significativo al 5%

## CAPITULO V

## DISCUSION Y CONCLUSIONES

El efecto de las aplicaciones de boro y azúcar no tuvo siempre el mismo resultado sobre todos los elementos analizados, boro, nitrógeno, total, fósforo, potasio y magnesio.

Como fue señalado en el Capítulo III Materiales y Métodos, las plantas adultas sufrían una deficiencia de boro debida probablemente al período de sequía. El análisis antes de las aplicaciones confirmó esta diferencia, pues los niveles de boro variaban en las hojas de 40 a 57 ppm. Muller (40) sitúa el nivel de normalidad entre 50 y 150 para las hojas adultas. Al caer las lluvias este nivel aumentó y se colocó dentro de la normalidad para todos los tratamientos, como lo mostró el análisis después de las aplicaciones. Sin embargo en las plantas tratadas el boro se aumentó y dió una diferencia significativa al 5% en los tratamientos con boro solo. En las plantitas cuyos niveles de boro alcanzaron el nivel de toxicidad, las aplicaciones de boro y azúcar no afectaron el aumento del boro. Hubó un descenso en los tratamientos con las combinaciones azúcar más boro que fue significativo al 5% para el azúcar lineal x el boro lineal. El aumento del nivel de boro con aplicaciones de boro parece normal. Smith (56) y Parks, Lyon y Hood (47) lo señalaron en sus trabajos. La disminución del nivel de boro en los tratamientos de boro más azúcar parece indicar un traslado de una parte del boro con el azúcar.

El nitrógeno total manifestó un descenso en todos los tratamientos con plantas adultas, incluso el testigo, sin alcanzar diferencia significativa. Su nivel antes de las aplicaciones de boro y azúcar

era bastante alto (2.68 a 2.75). Tal vez eso impidió que las aspersiones de azúcar crearan un desbalance en el equilibrio carbohidratos/proteínas que podría manifestarse por una clorosis debido a falta de nitrato, como los observaron Carles, Soubies y otros (9) en sus investigaciones sobre las causas del encamado del trigo. Un análisis de las fracciones del nitrógeno daría más información sobre el papel del boro. Pués Parks, Lyon y Hood (47) encontraron que, al aumentar el suministro de boro, el nitrógeno amoniacal tiende a disminuir y el nitrógeno nítrico a aumentar. Se debe notar que con los nuevos brotes y los frutos que llevaban las plantas, el nitrógeno podría ser trasladado hacia ellos. Como en el caso de las plantas adultas, el análisis del nitrógeno total de las plantitas, no dió ninguna diferencia significativa.

El fósforo se encontraba a un nivel un poco bajo (0.14 a 0.15%), y fue todavía reducido más (0.12 a 0.13) y de una manera uniforme en todos los tratamientos, incluso el testigo. Carles, Soubies y otros (9) notaron que el fósforo era en plantas de trigo pobres en nitrógeno, más abundante o casi igual que en plantas normales. Como estas plantas de café tenían un nivel elevado de nitrógeno, tal vez esas sea la razón de su nivel bajo de fósforo. Por otro lado, Muller (40) observó en plantas de café que cuando hay deficiencia de fósforo, la concentración del nitrógeno en las hojas viejas es más baja y que eso no concuerda con los resultados obtenidos con plantas que han crecido en soluciones nutritidas. Las aplicaciones de boro no dieron ninguna diferencia significativa sobre el aumento del contenido de fósforo en las hojas, como obtuvieron Subickii y Vartapetjan (72) en plantas de avena, repollo y tomate con P 32. Tampoco las aplicaciones de azúcar

aumentaron el contenido de fósforo en las hojas, como podría ser deducido del trabajo de Carles, Soubies y otros ya citado. El descenso del nivel de fósforo en todos los tratamientos puede venir del traslado de este elemento hacia las hojas jóvenes y a los frutos.

El porcentaje de potasio estuvo en casi todos los tratamientos al nivel de normalidad (1.91 a 2.15%), y disminuyó en todos excepto el de azúcar. Sin embargo su aumento en este tratamiento no alcanzó diferencia significativa. La disminución de este elemento en los demás tratamientos talvez viene de su traslado hacia los frutos y las partes jóvenes de las plantas. Su aumento en el de azúcar puede provenir de absorción en cantidades más altas por la planta en presencia de alto nivel de carbohidratos.

El nivel de magnesio era relativamente alto (0.32 a 0.35%). Después de las aplicaciones de boro y azúcar disminuyó en todos los tratamientos, incluso los testigos. Esta disminución fue más marcada en los tratamientos con boro pero no llegó a alcanzar diferencia significativa. Parks, Lyon y Hood (47) encontraron que al aumentar el suministro de boro, el nivel de magnesio tiene la tendencia a disminuir.

El porcentaje de materia seca de las hojas en los dos ensayos tuvo la tendencia de aumentar en los tratamientos con boro comparando con el testigo y los demás tratamientos. El porcentaje de materia seca del tallo de las plantitas aumentó de manera marcada en los tratamientos de azúcar y alcanzó diferencia significativa al 5%. Barbier y Charbannes (4) informaron que el boro aumentó el porcentaje de materia seca en plantas de tomate. Figueroa (24) encontró que aplicaciones de azúcar incrementaron el porcentaje de materia seca de la parte aérea en plantas de café al sol. El menor incremento de la materia seca de la

hojas y del tallo en los tratamientos donde fueron aplicadas las combinaciones azúcar más boro, parece indicar un traslado de estas dos sustancias juntas hacia las raíces. En efecto se puede notar que la materia seca de las raíces fue mayor que en el testigo solamente en los tratamientos con las combinaciones azúcar más boro. El aumento alcanzó una diferencia significativa al 10% para el azúcar lineal x el boro lineal.

El incremento en altura de las plantitas fue menor con las aplicaciones de azúcar solo. El efecto del boro fue positiva al 5%. Figueroa (24) trabajando con plantitas de café, Went y Carter (68) con plantas de tomate, encontraron que al asperjarlas con soluciones de azúcar hubo más crecimiento. Emmert (19) señaló que a veces la producción es menor con aspersiones de azúcar que en los testigos. Tal vez disminución de la producción fue el resultado de una reducción del crecimiento. Los incrementos en altura más grandes se encontraron en las combinaciones azúcar más boro. Emmert (18,19) notó en plantas de tomate y frijol producción más alta con aspersiones de azúcar más boro, y atribuyó este efecto a un mejor traslado y utilización del azúcar en presencia del boro.

La longitud de los entrenudos cerca del ápice del tallo fué aumentada de una manera positiva cuadrática por el azúcar, y mucho más en la interacción azúcar lineal x boro lineal, lo que hace suponer un mejor traslado y utilización del azúcar en presencia del boro y un efecto inhibitor de una cantidad elevada de azúcar.

El diámetro del tallo de las plantitas tuvo mayor incremento en los tratamientos con las combinaciones azúcar más boro. Se obtuvo una diferencia significativa al 5% para el azúcar lineal x el boro cuadrático

Figueroa (24) encontró un aumento de diámetro en plantitas de café con aplicaciones de soluciones de azúcar al 10% cada dos semanas en vez de cada semana. El aumento del diámetro de las plantitas en los tratamientos con las combinaciones es talvez, el efecto de un traslado más fácil del azúcar en presencia del boro de las hojas hacia esta parte de la planta.

Las aplicaciones de boro y azúcar disminuyeron el incremento del número de ramas laterales. Aunque no alcanzaron el incremento encontrado en el testigo, algunas combinaciones azúcar más boro dieron una interacción más beneficiosa comparandolos con los tratamientos de azúcar y boro sólo.

En los dos ensayos las aspersiones de boro y azúcar sólo disminuyeron el crecimiento de las ramas laterales. Eso fue más marcado para el azúcar. En el primer experimento la interacción azúcar más boro alcanzó una diferencia significativa al 5% y eso para azúcar y boro lineal. La disminución del crecimiento lateral por el azúcar fue también observado por Figueroa (24) en plantitas de café, lo que atribuyó a una acción inhibidora de esta sustancia. El aumento debido a ciertas combinaciones parece indicar una asociación a ciertos niveles del azúcar con el boro que favorecería más el traslado del azúcar.

En los dos experimentos las aplicaciones de azúcar y boro tuvieron la tendencia a disminuir el número de entrenudos de las ramas laterales. Tal vez eso es debido al efecto inhibitor ya señalado por Figueroa. Las combinaciones azúcar más boro, en el primer experimento, mostraron una interacción lineal favorable aunque no alcanzara una diferencia significativa. Como se dijo antes eso podría venir del mejor traslado del azúcar junto con el boro.

La caída de hojas se notó en todos los tratamientos del primer experimento y mucho más en los de azúcar y sus combinaciones con el boro. En el segundo hubo disminución del número de hojas solamente en los tratamientos con las combinaciones. La caída de hojas en el primer experimento podría ser debida al desprendimiento señalado antes de las aplicaciones, y a la concentración alta de azúcar aplicada, lo que fue también anotado en las plantitas. La disminución más marcada del número de hojas en los tratamientos con las combinaciones de azúcar más boro es tal vez el efecto de un mejor traslado del azúcar y productos fotosintéticos con el boro, lo que hace caer la hoja.

De los resultados de estos dos experimentos se puede deducir que:

- 1) las atomizaciones de azúcar pueden tener en ciertas <sup>combinaciones?</sup> efectos beneficiosos y marcadas sobre el crecimiento de las plantas;
- 2) estas atomizaciones provocan una defoliación sobre todo a dosis altas;
- 3) en muchos casos hubo interacción entre azúcar y boro, lo que hace su poner un traslado más rápido del azúcar en presencia del boro;
- 4) las aplicaciones de azúcar, boro y sus combinaciones han afectado sobre-todo el contenido de boro, potasio y magnesio en las hojas;
- 5) es necesario de llevar acabo otras investigaciones para encontrar las concentraciones de azúcar más apropiadas, y también los niveles de boro que reaccionan de manera más efectiva con estas concentraciones de azúcar.

## RESUMEN

Dos experimentos, uno con plantas adultas al sol y otro con plantitas a la sombra (50% de luz), fueron planeadas para estudiar el efecto del azúcar y del boro sobre algunos aspectos del crecimiento y de la nutrición mineral de plantas de café y el efecto del boro sobre el traslado y la utilización del azúcar. Las dosis de azúcar utilizadas fueron de 0 y 12.80% para las plantas y 0, 7.5 y 15% para las plantitas. Los niveles de boro fueron de 0, 50 y 100 ppm. Todos los tratamientos tenían como humectante Tritón X. Las aplicaciones fueron hechas a intervalo de 15 días repetidas 4 veces para las plantas adultas y 5 para las plantitas.

En las aplicaciones de boro hubo un aumento marcado en el crecimiento en altura de las plantitas y contenido de boro de las hojas de las plantas adultas.

Las aplicaciones de azúcar aumentaron significativamente el porcentaje de la materia seca del tallo de las plantitas y provocaron a ciertos niveles una caída de hojas.

Las aplicaciones de las combinaciones azúcar más boro actuaron de manera positiva marcada sobre el incremento de la longitud de las ramas laterales, longitud de los entrenudos cerca del ápice del tallo, diámetro del tallo, porcentaje de materia seca de las raíces, y de manera negativa marcada, sobre el incremento del contenido de boro de las hojas.

Las aplicaciones de boro y azúcar, a ciertas concentraciones, pueden tener efectos beneficiosos para el crecimiento y la nutrición mineral de las plantas. Parece que el boro actúa en el traslado y la utilización del azúcar.



## SUMMARY

This investigation was carried out in the Institute in two experiments: one with adult coffee plants in full sun and the second with seedlings under artificial shade. Three levels of boron were used: 0, 50, 100 ppm using boric acid solutions as source. Solutions of table sugar were sprayed at the following concentrations of 0 and 12.80% for adult plants and 0, 7.5 and 15% for seedlings. All sprayings were made with Triton X as surfactant. The treatments were applied at 15 days intervals and repeated 4 times for adult plants and 5 times for seedlings.

The boron alone increased markedly the height of the plants and the boron levels of the leaves.

The sugar alone increased markedly the dry matter of the stems and reduced the number of leaves.

Boron and sugar combinations showed favorable effects in the increase of diameter of stem, in the length of internodes near the apex of the stem, in the length of lateral branches and in the dry matter of the roots but caused a reduction of the boron levels in leaves.

Boron and sugar sprays at certain concentration may have favorable effects upon growth and mineral nutrition of coffee. Boron seems to affect sugar translocation.

## LITERATURA CITADA

1. ALBERT, L.S. & WILSON, C.M. Effect of boron on elongation of tomato root tips. *Plant Physiology* 36(2):244-251. 1961.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 8th. ed. Washington D.C. Association of Official Agricultural Chemists p. 805-807. 1955.
3. BAKER, J.E., GAUCH, H.G. & DUGGER, W.M., JR. Effects of boron on the water relations of higher plants. *Plant Physiology* 31(2): 89-94. 1956.
4. BARBIER, G. & CHARBANNES, J. Sur la retention du bore dans le sol et ses consequences agronomiques. *Comptes Rendus Hebdomadaires des seances de l'Academie d'Agriculture de France* 41(6): 259-263. 1955.
5. BATJER, L.P. & THOMPSON, A.H. Effect of boric acid sprays applied during bloom upon the set of pear fruits. *American Society for Horticultural Science, Proceedings* 53:141-142. 1949.
6. BERGER, K.C. & TRUOG, E. Boron tests and determination for soils and plants. *Soil Science* 57(1):25-36. 1944.
7. BERRIE, A. M. M. The effect of sucrose sprays on the growth of tomato. *Physiol Plant* 13:9-19. 1960.
8. BRIGGS, G. S. Effect of boron in the substrate on the rate of nitrate absorption and nitrogen distribution in Nasturtium. *Plant Physiology* 18(3):415-432. 1943.
9. CARLES, J., SOUBIES, L. & al. Recherches sur les facteurs physiologiques de la verse du ble. *Comptes Rendus Hebdomadaires des seances de l'Academie d'Agriculture de France* 16:834-842. 1957.
10. 

---

. Nouvelles recherches sur les facteurs physiologiques de la verse du ble et sur sa liaison avec le desequilibre glucides/protides. *Comptes Rendus Hebdomadaires des seances de l'Academie d'Agriculture de France* 12:595-602. 1959.
11. CARVAJAL, C.J.F. & PEREIRA, M.J.F. Atomizaciones con azúcar evitan la marchitez cuando se trasplanta el café. Costa Rica. Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola (STICA) 1959 6 p. (Mimeografiado).
12. COOIL, B.J. Leaf composition in relation to growth and yield of coffee in Kona. Kona, Hawaii, Coffee Information Exchange 1954. 13 p.

13. COOIL, B.J. & NAKAYAMA, M. Carbohydrate balance as major factor affecting yield of the coffee tree. Hawaii Agricultural Experiment Station. Progress Notes No 91. 1953. 16 p.
14. DECKER, J.P. & TIO, M.A. Photosynthetic surges in coffee seedlings. Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico 43(1):50-55. 1959.
15. DROSDOFF, M. & NEARPASS, D.CH. A quantitative micro-determination of magnesium in plant tissue and soil extracts. (A rapid colorimetric method). Industrial and Engineering Chemistry, Analytical Edition. 20(7):673-674. 1948.
16. DUGGER JR, W.M., HUMPHREIS, T.E. & CALHOUN, B. The influence of boron on starch phosphorylase and its significance in translocation of sugars in plants. Plant Physiology 38(4): 364-370. 1957.
17. DYAR, J.J. & WELB, K.L. A relationship between boron and auxin and C 14 translocation in bean plants. Plant Physiology 36(5): 672-675. 1961.
18. EMMERT, E.M. Use of borated dextrose on lima beans. In Kentucky Agricultural Experiment Station. Results of Research in 1955. 68th Annual Report. Lexington 1955. p. 83.
19. \_\_\_\_\_ . Effect of foliar applied mixtures of boron, hormone, and sugar on the fruiting of tomatoes and other crops. In Kentucky Agricultural Experiment Station. Results of Research in 1955. 68th Annual Report. Lexington 1955. p.81
20. \_\_\_\_\_ . & KLINKER, J.E. Spraying tomato foliage with sucrose to increase carbohydrates and protect against injury by urea sprays. Kentucky Agricultural Experiment Station. Lexington. Bulletin 550. 1950 6 p.
21. ESPINOZA, F.M. El análisis Foliar en el diagnóstico del estado nutricional del cafeto. Santa Tecla, El Salvador, C.A. Inst. Salv. de Investi. del Café. Boletín Informativo suplemento No 2. 1960. 20 p.
22. FERGUSON, J.D. & STREET, H.E. The carbohydrate nutrition of tomato. VI-The inhibition of excised root growth by galactose and mannose and its reversal by dextrose and xylose. Annals of Botany 22(88):525-539. 1958.
23. \_\_\_\_\_ & DAVID, S.D. The carbohydrate nutrition of tomato roots. The promotion and inhibition of excised root growth by various sugars and sugar alcohols. Annals of Botany. 22(88):513-523. 1958.

24. FIGUEROA, Z.R. Efecto de aspersiones con el ácido giberelico y azúcar en el desarrollo de plantas de café (*Coffea arabica* L.) Tesis. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas 1959. 36 p.
- \* 25. \_\_\_\_\_ . Aplicaciones foliares de sucrosa uniformemente marcada con C 14 en plantas de café (*Coffea arabica* L.). Programa Cooperativo de Experimentación Agropecuaria (P.C.E.A.) Boletín Trimestral de Experimentación Agropecuaria 9(2):2-7 Abril-Junio 1960.
- 26. GAUCH, H.G. & DUGGER JR., W.M. The role of boron in the translocation of sucrose. *Plant Physiology* 28(3):457-466. 1953.
27. \_\_\_\_\_ . The physiological action of boron in higher plants: a review and interpretation. University of Maryland. Bulletin A-80(technical). 1954. 43 p.
- 28. GONZALEZ, C. & CAMACHO, C. Síntomas de la deficiencia del boro en el cafeto. San José, Costa Rica. Ministerio de Agricultura e Industrias. Boletín Técnico N° 11. 1952. 12 p.
- 29. HAAS, A.R.C. & KLOTZ, L.J. Some anatomical and physiological change in citrus produced by boron deficiency. *Hilgardia* 5(8):175-197. 1931.
- 30. HUMPHRIß E.C. Effect of boron on production of adventitious roots. In Rothamsted Experiment Station. Report for 1956. Harpenden, England. 1957. 79 p.
- 31. JOHNSTON, E.S. & DORE, W.H. The influence of boron on the chemical composition and growth of the tomato plant. *Plant Physiology* 4(1):31-62. 1929.
32. JIMENEZ, E. Estudios preliminares del efecto del ácido giberelico sobre el crecimiento del cafeto. Comunicaciones de Turrialba N° 64. 1959. 33 p.
33. KITCHEN, H.B. Diagnostic techniques for soil and crops. Their value and use in estimating the fertility status of soil and nutritional requirements of crop. Washington, D.C. The American Potash Institute. 1948. p. 65-66.
34. LINDEN, R. & TILKIN, N. Les pulverisations de sucre sur les plantes. *Bulletin Horticole (Belgique) (N.S.)* 8(6):172-175. 1953.
35. LOTT, W.L., NERY, J.P., GALLO, J.R. et. al. Técnica del análisis foliar en los estudios del café. IBEC Research Institute(IRI). New York. Boletín N° 9. 1956. 29 p.
- 36. Mc ILRATH, W.J. Boron and sugar translocation in plants. *Science* 132(3431):898-899. 1960.

37. Mc ILRATH, W.J. & PALSER, R.P. Responses of tomato-I-Physiological responses. Botanical Gazette 118(1):43-52. 1956.
- 38. \_\_\_\_\_, & PRESLEY, H. & PALSER, B.F. Boron nutrition and carbohydrate metabolism of turnip and tomato plants. Plant Physiology 30(suppl):33. 1955.
39. MILLER, L.E. The influence of cobalt and sugars upon the elongation of etiolated pea stem segments. Plant Physiology 29(1):79-82. 1954.
40. MULLER, L.E. Algunas deficiencias minerales comunes en el cafeto. (*Coffea arabica* L.). Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Boletín Técnico N° 4. 1959. 40 p.
41. NEALES, T.F. The boron requirement of flax roots grown in sterile culture. Journal of Experimental Botany 10(30):426-436 1959.
42. \_\_\_\_\_. Effects of boron supply on the sugars soluble in 80 per cent ethanol in flax seedlings. Nature 183(4659):483. 1959.
43. NELSON, C.D. & GORHAMP, P.R. Uptake and translocation of C 14 labelled sugars applied to primary leaves of soybean seedlings. Canadian Journal of Botany 35(3):1339-1347. 1957.
44. NUTMANN, F.J. Studies of the physiology of *Coffea arabica*-I-Photosynthesis of coffee leaves under natural conditions. Annals of Botany (N.S.). 1(3):353-367. 1937.
45. O'KELLEY, J.C. Boron effects on growth oxygen uptake and sugar absorption by germinating pollen. American Journal of Botany 44(3):239-244. 1957.
- 46. PALSER, B.F. & Mc ILRATH, W.J. Responses of tomato, turnip and cotton to variations in boron nutrition-II-Anatomical responses. Botanical Gazette 118(1):53-71. 1956.
- 47. PARKS, R.Q., LYON, C.B. & HOOD, S.L. Some effects of boron supply on the chemical composition of tomato leaflets. Plant Physiology 19(3):404-419. 1944.
- 48. PEREZ, V.M., CHAVERRI, G. & BORNEMISZA, E. Algunos aspectos del abonamiento de cafeto con boro y calcio en las condiciones de la Meseta Central de Costa Rica. San José, Costa Rica. Servicio Técnico Interamericano de Cooperación Agrícola (STICA). Información Técnica N° 1. 1956. 14 p.

49. SCOTT, E.G. Effect of supra-optimal boron levels on respiration and carbohydrate metabolism of Helianthus annuus. Plant Physiology 35(5):653-661. 1960.
50. SCRIPTURE, P.N. & Mc HARGUE, J.S. Boron supply in relation to carbohydrate metabolism and distribution in the radish. Journal of the American Society of Agronomy 37(5):360-364. 1945.
51. SIEV, D. Sugar solution sprays to help establishment of young tomato plants. Original not available for examination; abstracted in Hort. Abst. 24:73. 1954.
52. \_\_\_\_\_. & SHMUELI, E. The effect of spraying with sugar solution on the establishment of tomato transplants and on subsequent growth. Original not available for examination; abstracted in Hort. Abst. 24:397. 1954.
53. SISLER, E.C., DUGGER JR., W.M. & GAUCH, H.G. The role of boron in the translocation of organic compounds in plants. Plant Physiology 31(1):11-17. 1956.
54. SKOK, J. Relationship of boron nutrition to radiosensitivity of sunflower plants. Plant Physiology 32(6):648-658. 1957.
55. \_\_\_\_\_. The substitution of complexing substances for boron in plant growth. Plant Physiology 32(4):308-312. 1957.
56. SMITH, P.F. Relation of boron level to the production of fruit quality of grapefruit and oranges. Original not available for examination; abstracted in Hort. Abst. 26:453. 1956.
57. \_\_\_\_\_. & REUTHER, W. The response of young valencia orange trees to differential boron supply in sand culture. Plant Physiology 26(1):110-114. 1951.
58. SMITH, P.G. & ZINK, F.W. Effect of sucrose foliage spray on tomato transplants. American Society for Horticultural Science Proceedings 58:168-178. 1951.
59. SOMMER, A.L. & HELEN SOROKIN. Effects of the absence of boron and of some other essential elements on the cell and tissue structure of the root tips of Pisum sativum. Plant Physiology 3(2):237-254. 1928.
60. SPURR, A.R. Boron in morphogenesis of plant cell walls. Science 126(3263):78-80. 1957.
61. SYLVAIN, P.G. La asimilación del carbono o fotosíntesis del (Coffea arabica L.). Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1958 13 p.

62. TAKIMOTO, A. Effects of sucrose on flower initiation of Pharbitis nil in aseptic culture. Plant and Cell Physiology 1(4): 241-246. 1960.
63. THOMAS, W., MARK, W. & FAGAN, F.N. Foliar diagnosis: Boron in relation to the major elements in apple trees. American Society for Horticultural Science Proceedings 46:26-34. 1946.
64. TORSSÉLL, K. Chemistry of arylboric acids-VI-Effects of arylboric acids on wheat roots and the role of boron in plants. Physiologia Plantarum 9(4):652-664. 1956.
65. TOTH, S.J. & OTHERS. Rapid quantitative determination of eight mineral elements in plant tissue by a systematic procedure involving use of a flame photometer. Soil Science 66(6): 459-466. 1948.
66. TURKINA, M.V. The transformation of sucrose in the fibrovascular bundles of sugar beet. Fiziologiya Rastanii (translation) 6(6):710-719. 1960.
67. VAN KOOT & CAMFFERMANN, J. Spraying strawberries under glass with growth promoting substances and with sugar. Original not available for examination; abstracted in Hort. Abst. 22:500. 1952.
68. WENT, F.W. & CARTER, M. Growth response of tomato plant to applied sucrose. American Journal of Botany. 35(2):95-106. 1948.
- 69. WHITE-STEVENSON, R.H. Carbohydrate metabolism in the relation to boron nutrition. American Society for Horticultural Science Proceedings 36:537-543. 1938.
70. WHITTINGTON, W.J. The effect on general growth seed production and cytological behaviour. Journal Experimental Botany 8(24): 353-367. 1957.
- 71. \_\_\_\_\_ . The role of boron in plant growth-II-The effect on growth of the radicle. Journal Experiment Botany 10(28): 93-104. 1959.
- 72. ZURBICKII, Z.I. & VARTAPETJAN, S.M. The influence of boron on the movement of nutrient elements in plant. Original not available for examination; abstracted in Hort. Abst. 25:17. 1955.

A P E N D I C E



Gráfico No 1.

Incremento de la longitud de las ramas marcadas de las plantas adultas.

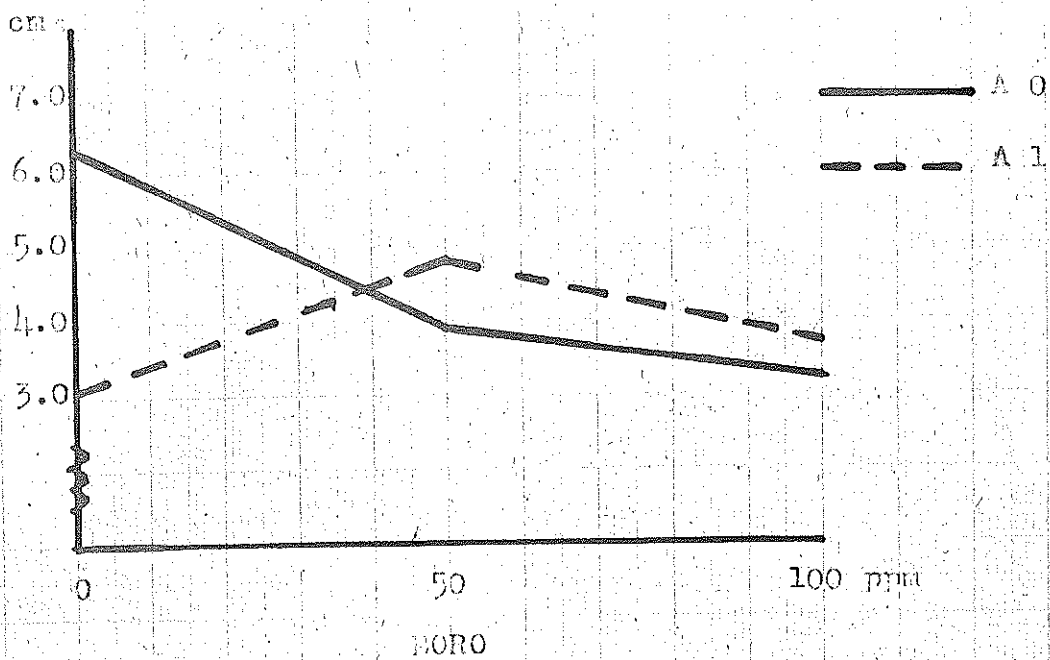


Gráfico No 2.

Incremento del número de nudos de las ramas marcadas de las plantas adultas.

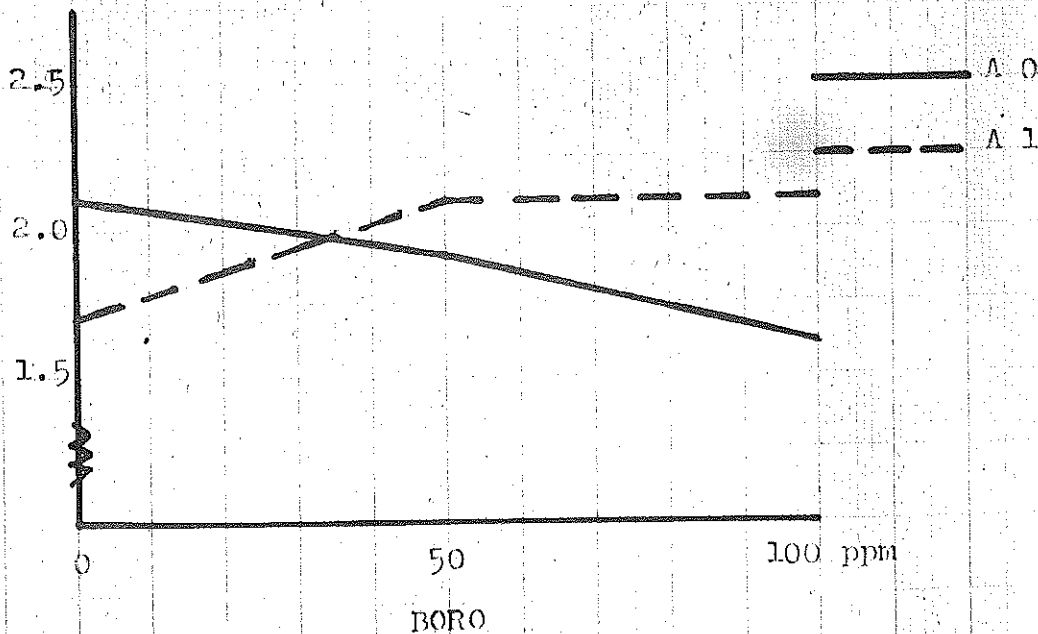


Gráfico No 3

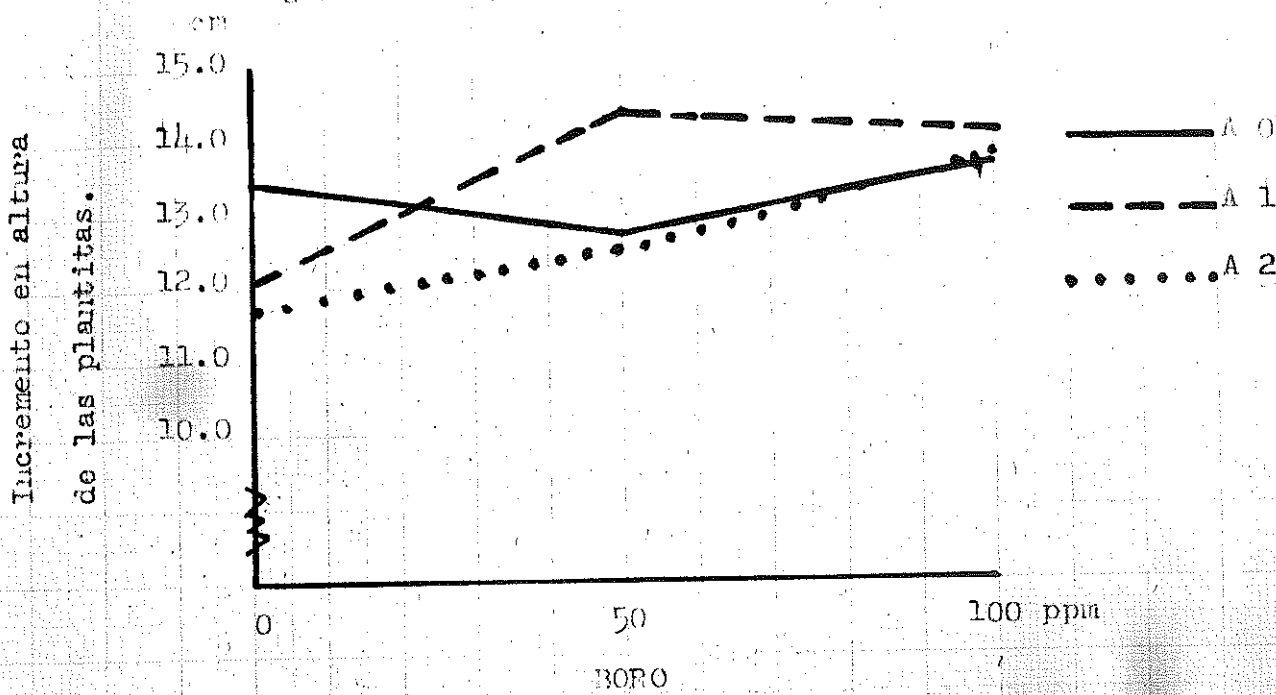


Gráfico No 4

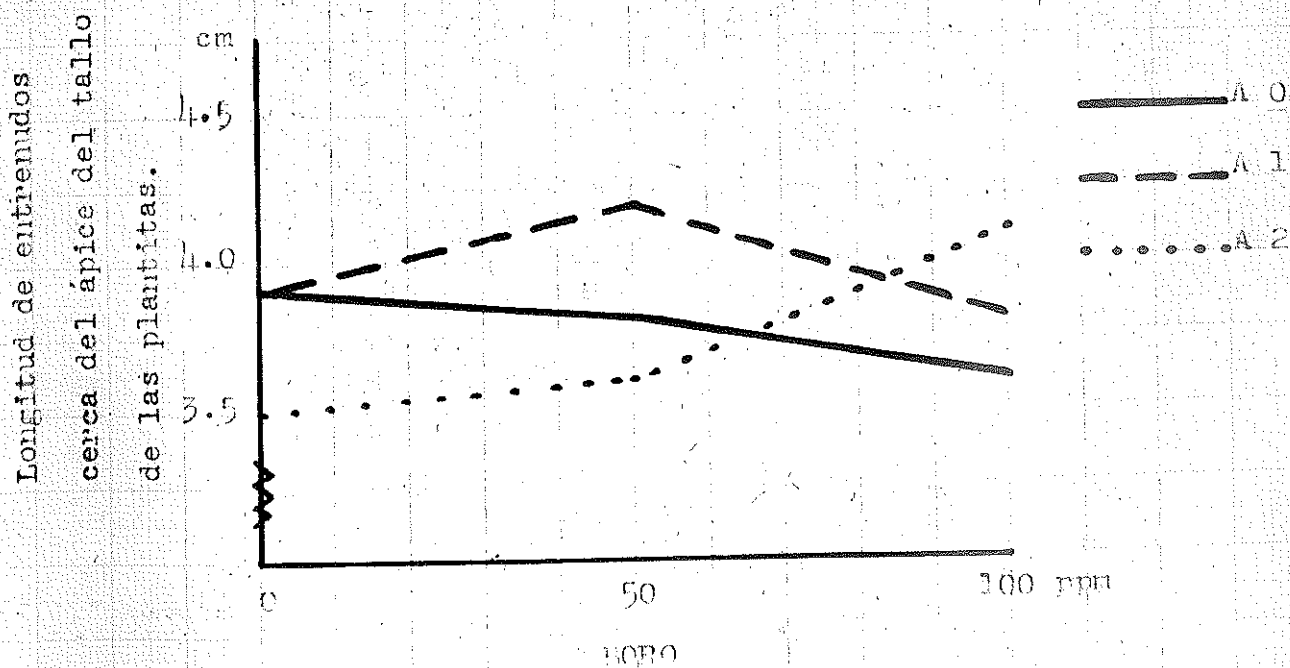


Gráfico No 5

Diámetro del tallo de las plantitas.

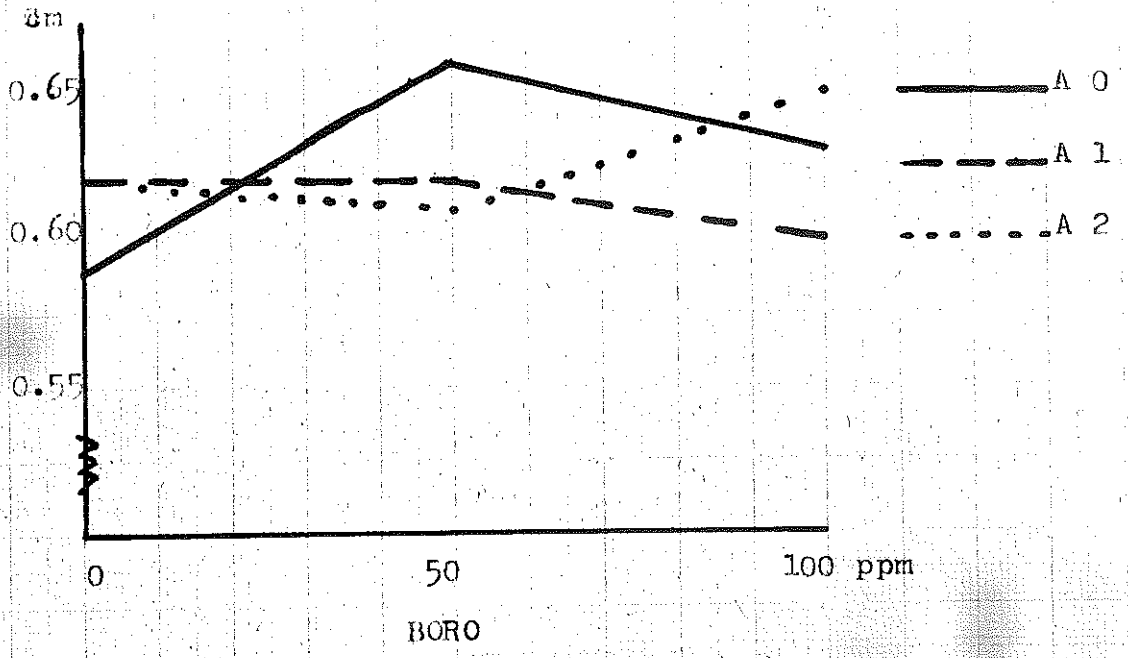


Gráfico No 6

Incremento del número de ramas laterales de las plantitas.

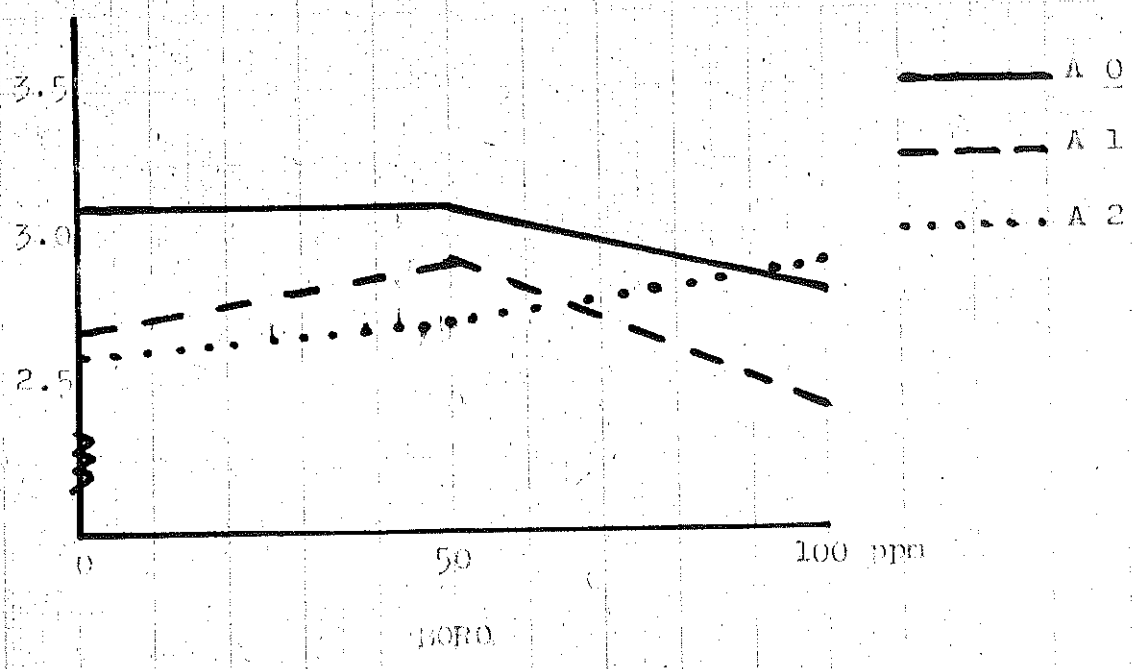


Gráfico No 9

Porcentaje de materia seca  
de las raíces de las plan-  
titas.

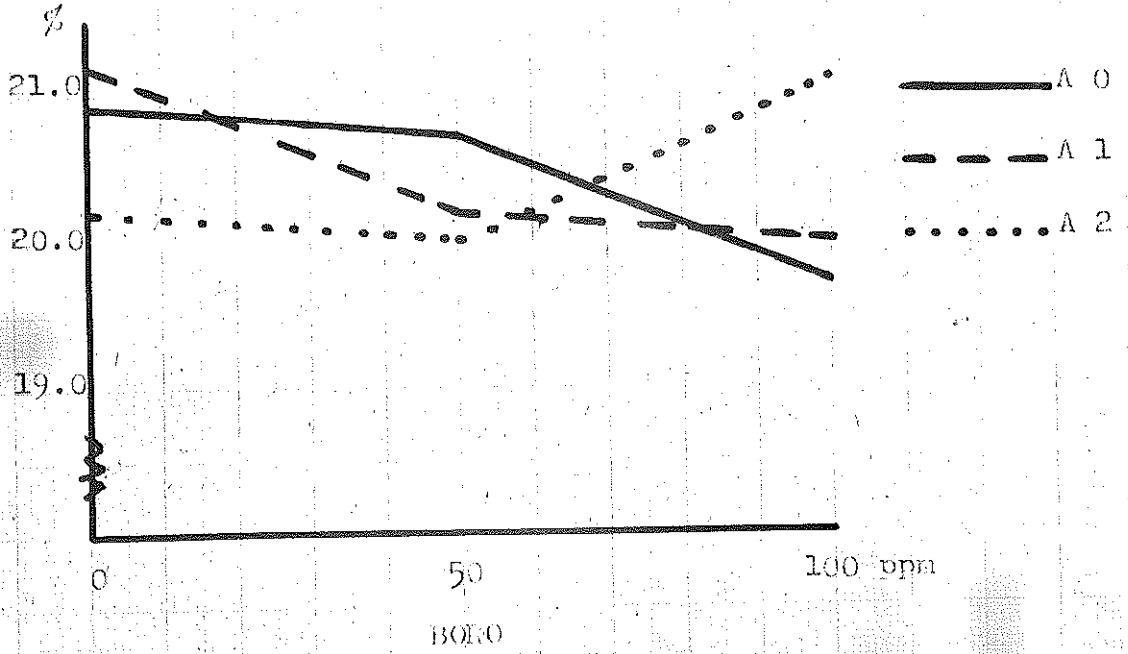


Gráfico No 10

Contenido de boro de las  
hojas de las plantitas.

