

RESPUESTA DEL CHILE DULCE (Capsicum spp)  
A LA APLICACION FOLIAR DE ELEMENTOS NUTRICIONALES

Eduardo Blanco V. 1

Carissima M. 2



INTRODUCCION

El cultivo de chile dulce (Capsicum spp) es una actividad agroindustrial de suma importancia en Costa Rica como consecuencia de la introducción de variedades mejoradas.

La capacidad de conservación en almacenamiento, su poder de industrialización y su alto contenido en vitamina C, lo sitúan como un cultivo de gran potencial agrícola. Actualmente es un producto con posibilidades de exportación, con buen mercado interno y con muy buenas perspectivas para la industria de colorantes vegetales.

El concepto tradicional de considerar que las sustancias minerales agregadas al suelo son el único medio de aumentar el aprovisionamiento de las mismas para las plantas ha evolucionado gracias al descubrimiento de la capacidad de éstas de poder nutrirse también a través de las hojas y otros órganos. Esta propiedad le permite a la parte aérea de la planta absorber materiales aplicados en forma de aspersiones constituyendo el fundamento del empleo foliar de fertilizantes. Este sistema permite una absorción y utilización de los microelementos rápida, evita la lixiviación y la fijación de los elementos aplicados en los suelos; fenómeno que se puede presentar cuando son agregados a ellos.

El objetivo de esta investigación básicamente consiste en determinar la res

1 Ingeniero Agrónomo

2 Encargado Sección Recursos Genéticos, Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica.

puesta del chile dulce a diferentes dosis de Boro, Zinc, Molibdeno, Calcio y Magnesio, aplicados foliarmente.

#### REVISION DE LITERATURA

Navrot y Levin (11), indican que en un experimento llevado a cabo en invernadero para examinar la respuesta de plantas de chile a la aplicación de boro, obtuvieron un incremento significativo en la producción comparado con el testigo y además notaron que el boro junto con otros micronutrientes influyeron en la coloración del chile.

Vaganov y Kulík (16), al asperjar tres veces con boro al 0.01% notaron que se incrementaba la capacidad de retención de agua por parte de las hojas durante todas las fases de crecimiento excepto en la floración y observaron que el boro aumentaba la transpiración en chile durante las mañanas. Zubanova y Nezhev (18), en prueba con plantas de tomate y chile aplicaron boro foliarmente durante la floración y obtuvieron los mejores resultados en cuanto a aumento en producción cuando fue comparado con otros elementos menores.

Hernández (15), al estudiar el efecto de las aplicaciones foliares de poliboro en el número y peso de chiles no encontró diferencias significativas entre las diferentes dosis usadas para ninguna de las variables estudiadas.

Según Lingle (8), las aplicaciones foliares para corregir la deficiencia del zinc en tomate son usualmente efectivas; logró determinar que el zinc absorbido foliarmente no era trasladado hacia las raíces; en su lugar, parece que el zinc se acumula en mayor cantidad en los tejidos nuevos en la parte superior de la planta.

Zubanov y Nezhnev (18), obtuvieron muy buenos resultados en Chile con aplicaciones foliares de zinc. De igual manera Fekete (7), logró incrementos significativos en la producción y en el peso promedio del fruto, con escaso aumento en el contenido de vitamina C.

Según Anderson y Meyer (1), de todos los minerales que se consideran esenciales para las plantas, el molibdeno es el que se requiere en menor cantidad. Su ingreso a la planta se produce en forma de ión molibdato.

Mortvedt, Giordano y Lindsay (10), observaron que el fósforo incrementó la absorción y translocación de molibdeno en plantas de tomate y agregan en su informe que se ha sugerido que el fósforo puede estimular la absorción del molibdeno debido a la formación de complejos aniónicos P-Mo siendo más fácilmente absorbido por la planta.

Vegh, Kovacs y Rada (17), notaron que dentro de las plantas de paprika, el molibdeno se movía más rápidamente hacia los frutos; lo que indica que este elemento juega un rol en la formación del fruto en estas plantas.

Chandler (4), señala que el calcio es requerido especialmente por los meristemas apicales radicales o aéreos, aunque se acumula en especial en las hojas adultas por lo que el contenido en hojas jóvenes, frutos y semillas es reducido.

Southam y Nettles (13), al hacer aplicaciones foliares de calcio en tomate comprobaron que las hojas absorben rápidamente este elemento, pero su translocación es insignificante. La absorción del calcio por los frutos del tomate fue inversamente proporcional a su edad. Los agentes tensioactivos, no parecen aumentar la absorción de calcio al follaje o a los frutos.

Emblenton y Jones (5), en California, con aspersiones de magnesio sobre na ranjo, lograron aumentar en forma sustancial la concentración foliar de este ele mento y prácticamente eliminaron los síntomas de deficiencia del mismo en seis meses.

Oland (12), trabajando con manzanos en Dinamarca determinó que la hora de aspersión es importante porque puede influir sobre la absorción del magnesio ya que ésta se debe a intercambio iónico. Aspersiones diurnas de magnesio no fueron absorbidas significativamente mientras que las nocturnas sí lo fueron y en forma altamente significativa.

#### MATERIALES Y METODOS

##### Descripción de la zona

El trabajo de campo se llevó a cabo en los terrenos de la finca propiedad de la señora Elena de Benavides, ubicada en el distrito de Santo Domingo del Roble, perteneciente al cantón de Santa Bárbara, provincia de Heredia a una altura de 1329 m.s.n.m.

##### Clima y Suelo

Tosi (14), clasifica la zona como de bosque húmedo premontano. Los datos climatológicos prevalecientes en el ensayo se muestran en el cuadro 1. Se hizo de los datos registrados en la estación meteorología de Setillal, por ser la más cercana al lugar donde se efectuó el ensayo. Las características físico químicas del suelo donde se realizó el experimento, así como las fuentes de los elementos menores utilizados se pueden observar en los cuadros 2 y 3 respectivamente.

Cuadro 1. Datos climatológicos registrados en la Estación de Señal\* durante los meses en que se realizó el experimento.

Mes	Lluvia ** (mm)	Humedad relativa *** (%)	Temperatura *** °C
Enero	0	72.4	19.7
Febrero	0	74.6	19.9
Marzo	4.5	74.5	20.6
Abril	56.4	72.7	20.8
Mayo	364.6	85.1	19.6
Junio	321.7	87.9	19.2
Julio	73.7	78.0	20.2

\* Estación meteorológica ubicada en el cantón de Santa Bárbara provincia de Heredia a 1.170 metros sobre el nivel del mar.

\*\* Dato reportado como total mensual.

\*\*\* Datos promedios mensuales

Cuadro 2. Características físico-químicas del suelo donde se efectuó el ensayo.

Características	Valor
pH (en agua)	4.8
P (ug/ml)*	2.0
K (meq/100 ml)**	0.21
Ca (meq/100 ml)	1.5
Mg (meq/100 ml)	0.4
Al (meq/100 ml)	0.3
Fe (ug/ml)	66.0
Cu (ug/ml)	15.0
Zn (ug/ml)	2.8
Mn (ug/ml)	6.0
Arena (%)	43.0
Limo (%)	42.0
Arcilla (%)	15.0
Nombre textural	Franco

\* ug/ml = Microgramos del elemento por mililitro de suelo.

\*\* meq/100 ml = Miliequivalentes por 100 mililitros de suelo.

Cuadro 3. Fuente de los elementos fertilizantes y la concentración usada.

Elemento	Fuente	Dosis	Concentración del producto comercial		
			ppm	g/l	g/4ql
		1	0	0	0
		2	3310	3,31	50
Zinc	Nu-Z	3	6610	6,61	100
		4	9920	9,92	150
		1	0	0	0
Molibdeno	Molibdato de Sodio	2	132,28	0,13	2
		3	260	0,26	4
		4	400	0,40	6
		1	0	0	0
Boro	Poliboro	2	1980	1,98	30
		3	3970	3,97	60
		4	5920	5,92	90
		1	0	0	0
Magnesio	Sulfato de Magnesio	2	2650	2,65	40
		3	5290	5,29	80
		4	7940	7,94	120
		1	0	0	0
Calcio	Cloruro de calcio	2	2650	2,65	40
		3	5290	5,29	80
		4	7940	7,94	120

El cultivar evaluado fue el chile dulce (Capsicum spp), variedad California Mild, de la compañía Kalsec. La distancia de siembra utilizada fue de 40 cm en tre plantas y 80 entre surcos, para un total de 24 plantas por parcela. El diseño empleado fue de bloques completos al azar, con cinco repeticiones, para un total de 100 tratamientos.

Al transplante se remojaron las raíces en una solución de fungicida constituida por captan (10 g/3.78 L). Se colocó furadán al hueco del transplante para prevenir el ataque de nemátodos y otros insectos del suelo. A los 2 días del transplante se hizo una primera aplicación de solución de arranque al pie de la planta constituida por abono 21-53-0 (60 g/16L), fungicida fermate (45 g/16 L) e insecticida (Lannate 10 g/16 L). A los 4 días del transplante se hizo una segunda aplicación de esta solución. Se utilizó fertilizante químico aplicando N 200 kg/ha, en tres aplicaciones y  $P_2O_5$  300 kg/ha y  $K_2O$  75 kg/ha, todo a la siembra. La incidencia de plagas y enfermedades durante todo el experimento fue leve y se controlaron con productos de uso corriente en el mercado. El control de malas hierbas se llevó a cabo por métodos manuales. Los primeros meses después del transplante correspondió a la época seca y se hizo uso del riego por goteo para mantener la humedad adecuada para el desarrollo del cultivo.

Las aplicaciones foliares de microelementos se efectuaron en intervalos de 18 días; iniciándose a los 20 días después del transplante. En total se realizaron 4 aspersiones, utilizándose una bomba de espalda de 16 L. de capacidad. El ensayo se empezó a cosechar el 23 de julio de 1977 y se finalizó el 6 de agosto con un total de 3 cosechas, cuando los chiles estaban casi secos en las plantas.

## RESULTADOS

### Molibdeno:

Los distintos valores de molibdeno aplicados como molibdato de sodio en la concentración de 0,0, 0,13, 0,26 y 0,40 g/l afectaron la producción de las plantas de chile; obteniéndose una producción promedio en peso seco de 181, 637, 280 y 225 kg/ha respectivamente.

En base a la figura 1, se puede observar que la dosis de 0,13 g/l aumentó a preciablemente la producción mientras que dosis mayores la disminuyeron.

### Boro:

En análisis de variancia de los datos de campo en el ensayo de boro indican que las cantidades usadas de poliboro 0,0, 1,98, 3,97 y 5,92 g/l no afectaron el rendimiento en la cosecha de chile.

### Zinc:

Los resultados obtenidos muestran que las concentraciones aplicadas de zinc afectaron en forma significativa la producción de chile obteniéndose un efecto lineal positivo en la producción como se puede observar en la figura 2. No obstante los datos reales, indican que la mejor dosis resultó ser la de 6,61 g/l para una producción de 186 kg/ha.

### Calcio:

El análisis de variancia indica que las dosis usadas en las aplicaciones con cloruro de calcio que fueron 0,0, 2,65, 5,29, y 7,94 g/l no afectaron el cultivo en su rendimiento en forma significativa.





$$Y = 201,28 + (-8,52) (X_1) + (-97,95) (X_2) + 42,41 (X_3)$$

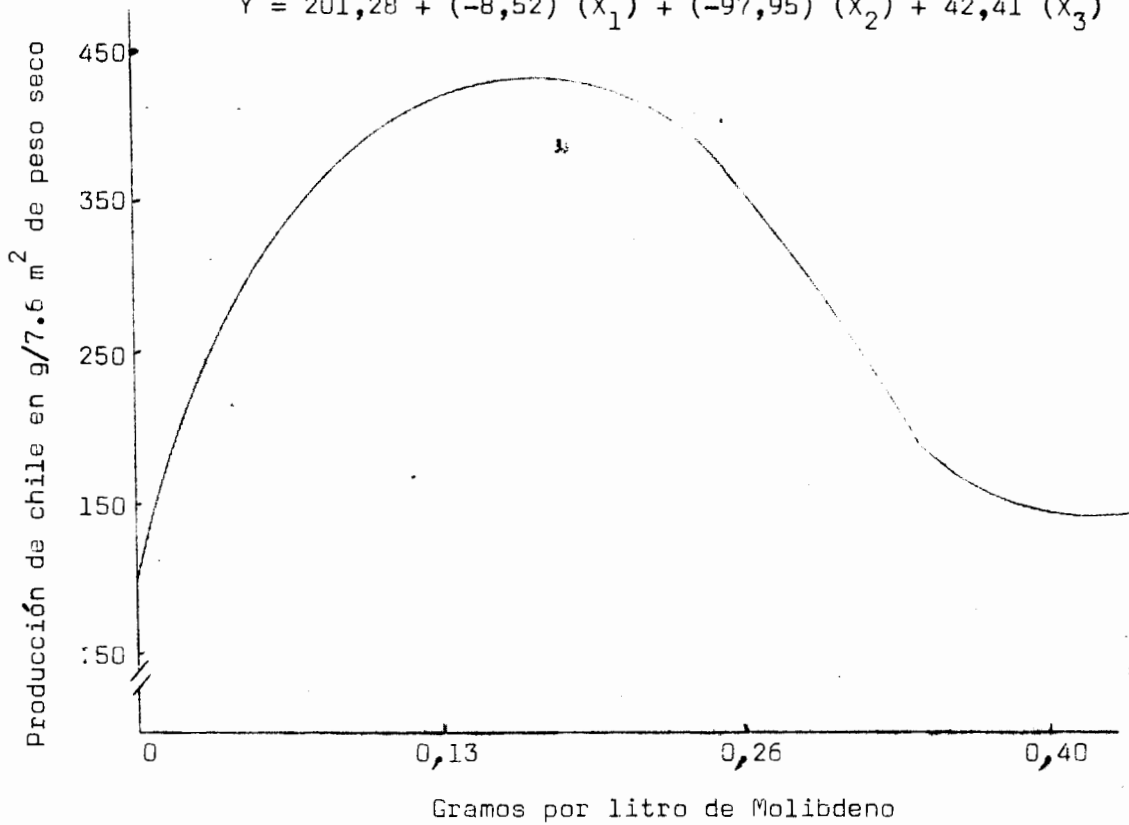


Fig. 1. Efecto cúbico de las dosis de Molibdeno en el rendimiento de chile dulce.

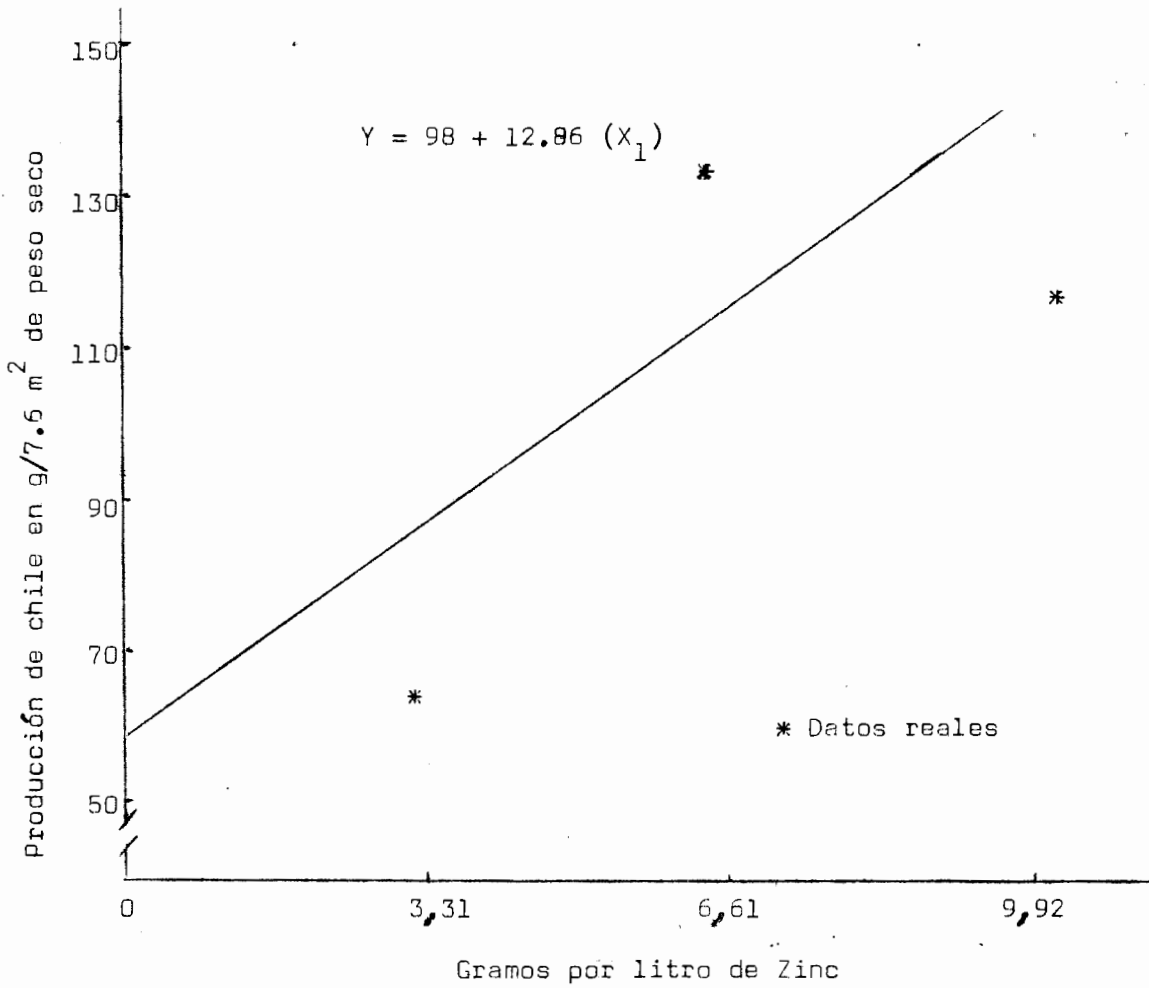


Fig. 2. Efecto lineal de las dosis de Zinc en el rendimiento de chile dulce.

Magnesio:

El análisis de variancia de los datos de campo indican que las dosis de magnesio afectaron el rendimiento de las plantas de chile.

Con el magnesio aplicado como sulfato de magnesio en las cantidades de 0.0, 2,65, 5,29 y 7,94 g/l se obtuvieron rendimientos promedio de 125, 265, 146 y 241 kg/ha respectivamente.

Se puede observar en la figura 3 que la dosis de 2,65 g/l, aumentó considerablemente la producción, la siguiente dosis de 5,29 g/l disminuyó la producción y la dosis de 7,94 g/l la volvió a incrementar.

DISCUSION

En base a los resultados observamos que el molibdeno aplicado como molibdato de sodio, resultó efectivo en el aumento del rendimiento del chile, la mejor dosis usada resultó ser la de 0,13 g/l para una producción promedio de 637 kg/ha. Las condiciones de reacción del suelo en donde se plantó el ensayo según el cuadro 2 reportan un pH de 4.8. Esta condición de acidez añadida a la condición de insaturación prevalente en verano aún bajo riego, es la que puede ocasionar respuestas significativas en el aumento de producción de chile ante las aplicaciones foliares de molibdeno, como lo indican los rendimientos obtenidos en este ensayo.

El boro aplicado como poliboro, resultó no significativo en el aumento de la producción de chile, este resultado coincide con el trabajo de Hernández (15), el cual tampoco obtuvo respuesta a las aplicaciones de boro de plantas de chile, sin embargo, en suelos ligeros y sometidos a cultivos intensivos y altamente extractores de nutrientes, el boro puede ser un factor limitante en el rendimiento de las cosechas.

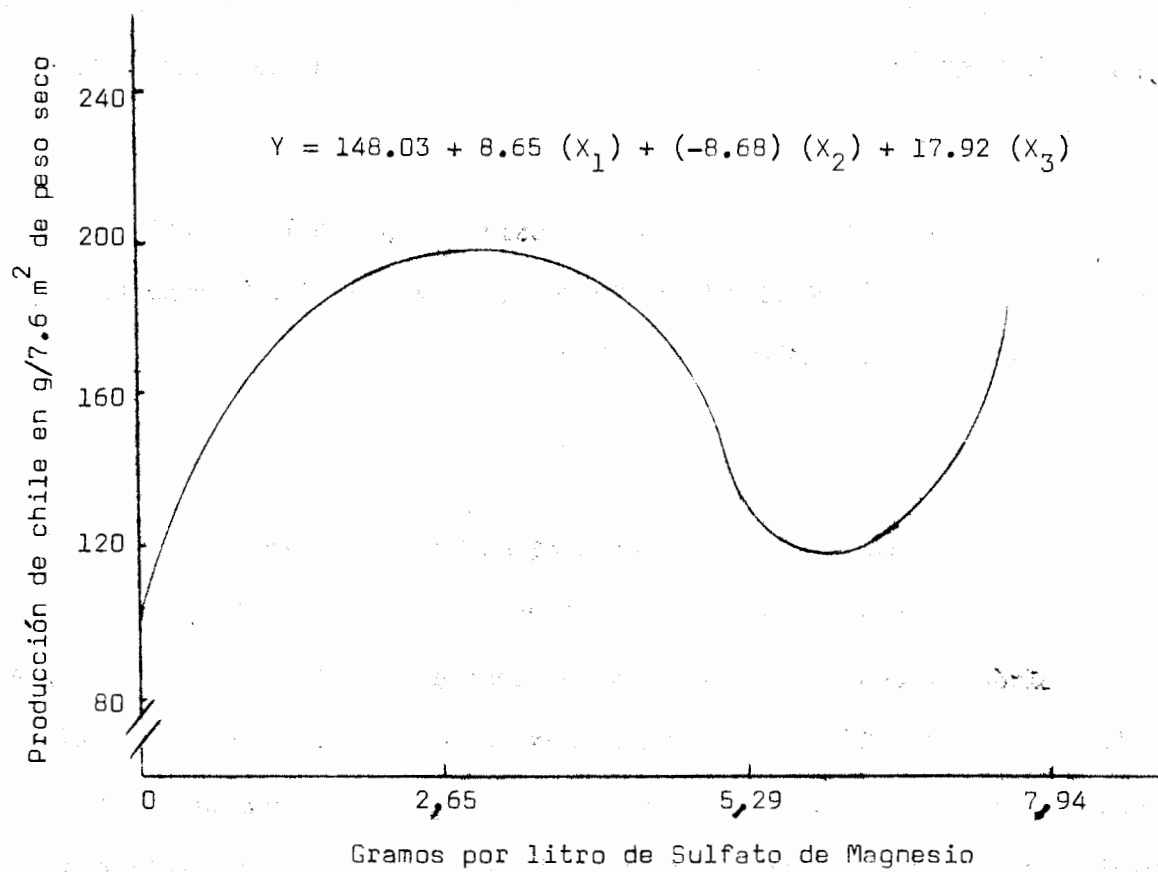


Fig. 3. Efecto cúbico de las dosis de Magnesio en el rendimiento de chile dulce

El zinc aplicado como sulfato de zinc resultó ser efectivo en el aumento del rendimiento del chile. A pesar de que en el terreno en el cual se trabajó, el pH es muy bajo, al aplicar zinc se encontró respuesta, lo cual indica que este elemento es en general carente en forma asimilable para las plantas.

Buckman y Fassbender (3, 6), señalan que la reacción del suelo influye en la disponibilidad del magnesio, y añadida esta situación a la baja concentración del elemento en el suelo es lo que pudo hacer posible que las aplicaciones foliares suplieran los requerimientos de magnesio por parte de las plantas de chile para este ensayo.

El magnesio aplicado como sulfato de magnesio, resultó significativo en el rendimiento del chile. Como se observa en la figura 3, la primera dosis de 2,65 g/l. aumentó considerablemente la producción, al aplicar 5,29 baja la producción y la dosis de 7.94 g/l incrementó los rendimientos en forma inexplicable, de allí que es conveniente realizar otros experimentos y lograr datos más concretos.

El calcio aplicado como cloruro de calcio en las dosis de 0,0, 2,65, 5,29 y 7,94 g/l resultaron no significativos en el aumento de la producción de chile dulce. No obstante que el contenido de calcio en el suelo que se montó el ensayo es bajo, era de esperarse una respuesta ante la aplicación de este elemento cosa que no ocurrió. Es posible que la disminución en la absorción de calcio por efecto del potasio tenga influencia en la aparición de deficiencias de calcio en plantas que crecen en suelos pobres en nutrimentos tal como lo expresa Barke (2).

## RESUMEN

Se realizó un ensayo en Santo Domingo del Roble, provincia de Heredia, para determinar la respuesta del cultivo de chile dulce Capsicum spp. var California Mild a la aplicación foliar de elementos nutricionales.

Los elementos evaluados fueron molibdeno, boro, zinc, calcio y magnesio a cuatro dosis cada uno, con cinco repeticiones para un total de 100 tratamientos. El diseño empleado fue el de bloques al azar. Se efectuaron cuatro aplicaciones foliares en intervalos de 18 días a partir de los 20 días del trasplante. Se trasplantó el 8 de febrero y se terminó de cosechar el 6 de agosto de 1977.

Con el molibdeno aplicado como molibdato de sodio se obtuvo diferencias significativas entre tratamientos, el mayor rendimiento se logró con la dosis de 0,13 g/l, cantidades superiores o inferiores disminuyen el rendimiento.

Las dosis utilizadas de boro, aplicadas como poliboro no mostraron diferencias significativas entre sí y no se encontró respuesta a su aplicación.

Se detectó diferencias significativas a las dosis de zinc, presentándose un efecto lineal en el rendimiento a medida que se aumentó la cantidad de este elemento.

Para el calcio los datos de cosecha no mostraron respuesta significativa ante las aplicaciones de este elemento.

Las aplicaciones de magnesio mostraron diferencias significativas entre sí obteniéndose la máxima producción con las dosis de 2,65 g/l.

LITERATURA CITADA

- 1- ANDERSON, J.A. Molybdenum as fertilizer. *Advances in Agronomy* 8: 163-202. 1956.
- 2- BARKE, R.E. Absorption and translocation of calcium foliar spray in relation to incidence of blossom and rot in tomatoes. *Queensland Journal of Agricultural and Animal Science* 25: 179-196. 1968.
- 3- BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. *Naturaleza y propiedades de los suelos*. Traducción de R. Salord, Barcelona, Sexta Edición, 1966. 567 p.
- 4- CHANDLER, W.H. *Deciduous Orchards*. 3 th. ed Philadelphia, Lea & Febiger. p: 166-176. 1957.
- 5- EMBLENTON, E.W. y JONES, W.W. Correction of magnesium deficiency of orange trees in California. *American Society for Horticultural Science Proceeding*, 74:280-287. 1959.
- 6- FASSBENDER, W.H. *Química de suelos*. Turrialba. Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. 1975. 380 p.
- 7- FEKETE, L. The effect of foliar nutrition on eating capsicum yields and vitamin C content. *Resumen del Horticultural Abstracts*, 46 (9): 728. 1976. También en *Agrartudományi, Egyten Kozlemenyei* 201-209. 1974.
- 8- LINGLE, J.L. Foliar absorption of zinc by tomato plants. *California Agriculture* 1 A (7): 4 1970.
- 9- MEYER, S.B., ANDERSON, D.E. y BOHNING, R.H. *Introducción a la Fisiología Vegetal*. 2 and. ed. Buenos Aires, Editorial Universitaria 1970, 579 p.
- 10- MORTVEDT, H.J., GIORDANO, P.M. y LINDSAY, W.L. (ed.) *Micronutrients in Agriculture*. Madison, Wisconsin, Soil Science Society of America 1973. 666 p.
- 11- NAVROT, J. y LEVIN, I. Effect of micronutrientes on pepper (Capsicum annuum) grown in peat soil under greenhouse and field conditions. *Expl. Agr.* 12:127-133. 1975.
- 12- OLAND, K. y OPLAND, B. Uptake of Mg by leaves. *Physiologia Plantarum* 9 (3) 401-411. 1956.
- 13- SOUTHAM, W. J. y NETTLES, V. F. Effect of various foliar sprays on the maturity of tomato. *Resumen del Horticultural Society* 83:212-216. 1970.

- 14- TOSI, J.A. Mapa ecológico de Costa Rica. Centro Científico Tropical, 1969.
- 15- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. Facultad de Agronomía. En Informe Anual de Labores 1977. Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., 1977. pp: 49-50.
- 16- VAGANOV, A.P. KULIK, N.I. y VINICHENKO, N.V. The effect of minor elements in the water regime in capsicums and eggplants Resumen del Horticultural Abstracts 45 (9): 1975. También en Trudy Khaf Kivskogo Sel's Kokohos Yaistvnnogo Institute 194: 37-44. 1974.
- 17- VEGH, G., KOVACS, J. y RADA, K. Problems of nutrient supply to forced pa prika and tomato with special reference to molybdenum mobility, Resu men del Horticultural Abstracts, 39 (4): 829. 1969. También en Keszthlyi Agrartud Foisk, Kaidványai, 9 (8): 1-24. 1967.
- 18- ZUBANOVA, L.S. y NEZHENEV, Y.B. Methods of application of minor elements. Resumen del Horticultural Abstracts 46 (12): 995-, 1976. También en Referativnyi Zhurnal. (1976).