

EFFECTO DEL NITROGENO, FOSFORO Y BORO EN LA PRODUCCION DE BROCOLI (BRASSICA OLERACEA VAR. ITALICA) EN ZARCERO.*

Emilio Chinchilla M.

Jesús Hernández L.**

Walter Canessa M.***

ABSTRACT

Nitrogen, phosphorus and boron fertilization and their interaction on broccoli yield (Brassica oleracea var. Italica) in Zarcero, Costa Rica. To study the broccoli response to nitrogen, phosphorus and boron fertilization; and assay was conducted in Palmira de Alfaró Ruiz, Alajuela, Costa Rica.

The cultivar used was Waltham 29 and the fertilizer rates were 0, 150 and 300 kg/ha of nitrogen; 0, 250 and 500 kg/ha of phosphorus and 0, 6, 8 and 13.6 kg/ha of boron. As sources of fertilizer ammonium nitrate, triple superphosphate and razorite were used, respectively.

Nitrogen showed a quadratic effect on the yield of flowers of first, second, third quality and lateral sprouts. Phosphorus had a linear positive effect on the yield of second class flowers, lateral sprouts and total weight.

Boron showed itself as an important element for broccoli, with a quadratic effect on the production of second class flowers and linear positive on lateral sprouting. No significant responses were found in the interactions of NP, NB, and NPB on any of the variables studied with respect to the leaf boron content, no significant effect was found with the nitrogen application; phosphorus showed a quadratic effect and when boron was applied, its foliar content increased.

*Extracto de la tesis del Ing. Agr., presentada por el primer autor a la Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

**Ing. Agr. Ministerio de Agricultura y Ganadería, C.A.R., Grecia.

***Ing. Agr. Sección Recursos Genéticos. Estación Experimental Fabio Baudrit, Apartado Postal 183-4050, Alajuela, Costa Rica.

INTRODUCCION

El cultivo del brócoli (*Brassica oleracea* var. *Italica*) en Costa Rica es una actividad que cuenta con posibilidades de desarrollo por su alto valor nutritivo y amplio potencial de industrialización. Tiene buenas perspectivas de exportación, principalmente a Estados Unidos, Canadá y Europa. Además es una alternativa para pequeños agricultores que cuentan con las condiciones necesarias para su explotación y que desean diversificar su producción.

Ensayos realizados en la Estación Experimental Fabio Baudrit, mostraron un efecto significativo sobre la producción de brócoli, con la aplicación de 0, 200 y 400 kg de N/ha, 0, 150 y 300 kg de P_2O_5 /ha y 0, 100 y 200 kg de K_2O /ha. También se encontró un efecto significativo para las interacciones NPK. El máximo rendimiento fue de 3,84 t/ha y se logró con una fertilización de 200 kg/ha de nitrógeno; cantidades inferiores y superiores del elemento disminuyeron la producción, mientras que las aplicaciones de fósforo y potasio no afectaron los rendimientos del brócoli (11).

En Cartago, (8) se probaron dosis de 0, 200, 300 y 400 kg/ha de N y 0, 150 y 300 kg/ha de P_2O_5 con una base general de 50 kg/ha de K_2O . Se obtuvo respuesta altamente significativa del fósforo para la producción de brotes y significativa para la producción total. El nitrógeno y su interacción con fósforo no influyeron significativamente sobre la producción de flores de primera, segunda, tercera y brotes, ni en la producción total. La mayor producción total de flores de primera categoría y de brotes se obtuvo cuando se aplicó 200 y 300 kg/ha de N y P, respectivamente.

En experimentos realizados por Hernández (6), se probaron dos fuentes de boro; razorita y poliboro. La primera se aplicó al suelo y la otra al follaje. Las dosis empleadas para la razorita fueron de 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 kg/ha y su aplicación se hizo 10 días después del trasplante. El poliboro se aplicó a razón de 0, 250, 500, 750, 1000, 1250 y 1500 ppm, a los 10, 25 y 40 días después del trasplante, respectivamente. Se obtuvo un efecto cuadrático para la producción total cuando se fertilizó con razorita y la mejor dosis fue la de 20 kg/ha. El poliboro no influyó en la producción total ni en las flores de primera, segunda y brotes; sólo fue significativo para las flores de tercera.

En la presente investigación se evaluó la respuesta del brócoli, a la fertilización con nitrógeno, fósforo y boro en la zona de Zarcero, ya que por sus condiciones agro-ecológicas ofrece grandes perspectivas para el desarrollo del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Se efectuó un ensayo en Palmira de Alfaro Ruíz, provincia de Alajuela, a 2.200 msnm para estudiar la respuesta del brócoli a la fertilización con nitrógeno, fósforo y boro. El suelo donde se sembró el ensayo se clasifica como Typic Dystrandept y sus características químicas se dan en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Características químicas del suelo de la parcela experimental.

pH	meq/100 ml de suelo				mg/ml de suelo					
	K	Ca	Mg	Al	P	Fe	Cu	Zn	Mn	B
5,3	0,20	1,37	0,27	0,36	11,2	98,0	10,0	13,4	11,0	1,2

Se utilizó el cv. Waltham 29, con un ciclo vegetativo de 75 días.

A los 38 días de establecido el semillero se efectuó el trasplante. La parcela experimental consistió de un área de 3,6 m². Las plántulas se sembraron en tres surcos separados a 0,5 m entre ellos y la separación entre plantas fue de 0,20 m, para una densidad de 47.880 plantas/ha.

En el ensayo se probaron tres dosis de nitrógeno, fósforo y boro: 0; 150 y 300 kg/ha de nitrógeno; 0, 250 y 500 kg/ha de fósforo, (triple superfosfato) y 0, 6,8 y 13,6 de boro (razorita).

Al momento del trasplante se aplicó al suelo todo el fósforo y el boro. El nitrógeno se fraccionó: 50% al trasplante y 50% 30 días después.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con arreglo factorial 3³, con cuatro repeticiones.

No hubo necesidad de aplicar riego debido a que la precipitación ocurrida durante el ensayo, fue suficiente para mantener un adecuado grado de humedad en el suelo (Cuadro 2). Se efectuó un combate de plagas y enfermedades en forma preventiva.

CUADRO 2. Datos climatológicos registrados en la Estación de Palmira, durante los meses en que se realizó el ensayo. Alfaro Ruíz, Alajuela, noviembre 1978 marzo 1979.

Mes	Precipitación* (mm)	TEMPERATURA**	
		Máxima °C	Mínima °C
Noviembre	76,8	18,8	12,8
Diciembre	143,7	17,6	11,8
Enero	48,9	17,4	9,2
Febrero	14,8	17,7	8,3
Marzo	13,8	19,0	9,6

*Total mensual

**Promedios mensuales

La cosecha se inició a los 75 días del trasplante. Se recolectó la inflorescencia central y los brotes laterales (su producción se estimula al hacer el corte de la flor central), que se clasificaron de acuerdo a su peso en primera, segunda y tercera; además se consideró la compactación y coloración de las mismas. La primera categoría incluyó flores con pesos de 200 g o más, la segunda categoría pesos mayores de 75 g y menores de 200 g y la tercera categoría flores con menos de 75 g.

También se realizó una determinación foliar de boro para cada uno de los tratamientos.

RESULTADOS

El máximo rendimiento de brotes fue de 4377 kg/ha y se obtuvo con la aplicación de 150 kg/ha de N; cantidades inferiores o mayores del elemento redujeron la producción, Figura 1.

El fósforo mostró una tendencia lineal positiva en la producción de flores de segunda, brotes y peso total (Figura 2). El mayor rendimiento fue de 4850 kg/ha al usar la dosis de 500 kg/ha de P_2O_5 . Para las variables brotes y peso total el comportamiento fue similar y los rendimientos fueron de 4680 y 12840 kg/ha respectivamente.

El boro mostró un efecto lineal positivo sobre el rendimiento de brotes y cuadrático en flores de segunda (Figura 3 y 4).

Las interacciones no mostraron un efecto significativo en las variables estudiadas.

De la determinación foliar de boro, se deduce que el nitrógeno no afectó el contenido de boro en las plantas de brócoli. El fósforo tuvo un efecto altamente significativo sobre el contenido foliar de boro y su tendencia fue cuadrática.

El nivel foliar de boro creció, al aumentar la cantidad de este elemento aplicado al suelo.

Las interacciones NP, PB y NB resultaron altamente significativas sobre el contenido foliar de boro, que varió de niveles tan bajos como 5 ppm a normales de 27 ppm, y la presencia del tallo hueco fue lo único que evidenció su deficiencia.

Con base en los resultados se deduce que en las condiciones de Palmira de Alfaro Ruíz, el cultivo de brócoli respondió notablemente a la aplicación de nitrógeno, boro y sobre todo al fósforo. Ninguna de las interacciones entre esos elementos mostró un efecto significativo en la producción total ni en la calidad de las flores.

DISCUSION

El nitrógeno afectó en forma significativa la producción de flores de primera calidad, tercera calidad y brotes, no así en flores de segunda calidad y producción total. En todos los casos su efecto fue cuadrático. Resultados similares encontraron Sánchez (11), Pérez (9), Cutcliffe y Munro (5) y otros autores (2, 4), quienes indican la importancia de la fertilización nitrogenada en la producción de brócoli.

Aunque la contribución de las flores de primera al peso total fue relativamente pequeña, debe considerarse la importancia de la aplicación de nitrógeno, puesto que su efecto sobre la producción de flores de tercera y brotes, contribuyó en gran parte en la producción total.

La respuesta del brócoli a la aplicación de fósforo se notó en la producción de flores de segunda y brotes, que fueron las variables que más influyeron en el peso total. Para el peso total también hubo efecto lineal

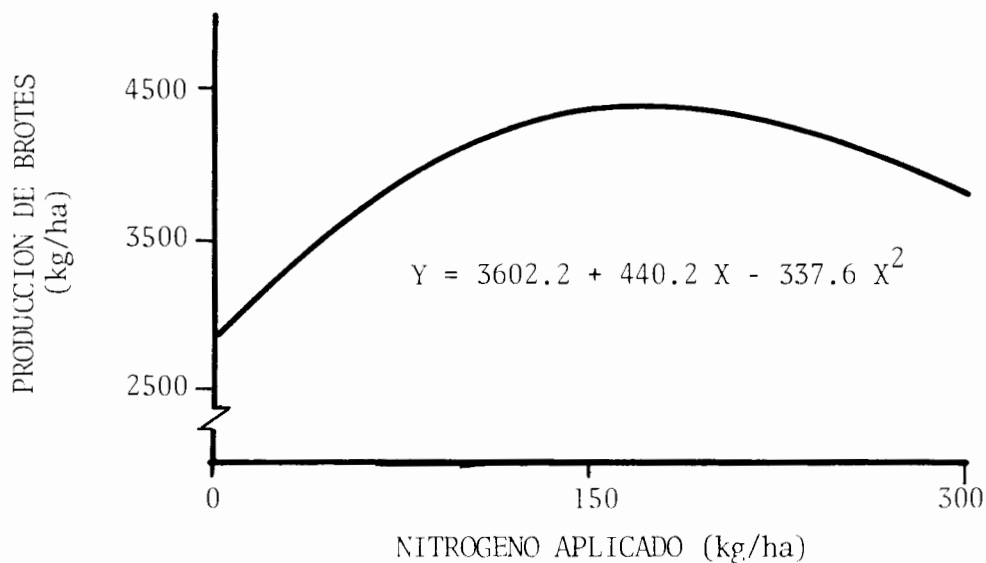


Figura 1. Efecto de las dosis de nitrógeno sobre la producción de brotes de brócoli cv. Walthan 29 en Palmira de Alfaro Ruíz, Alajuela. Noviembre 1978 - Marzo 1979.

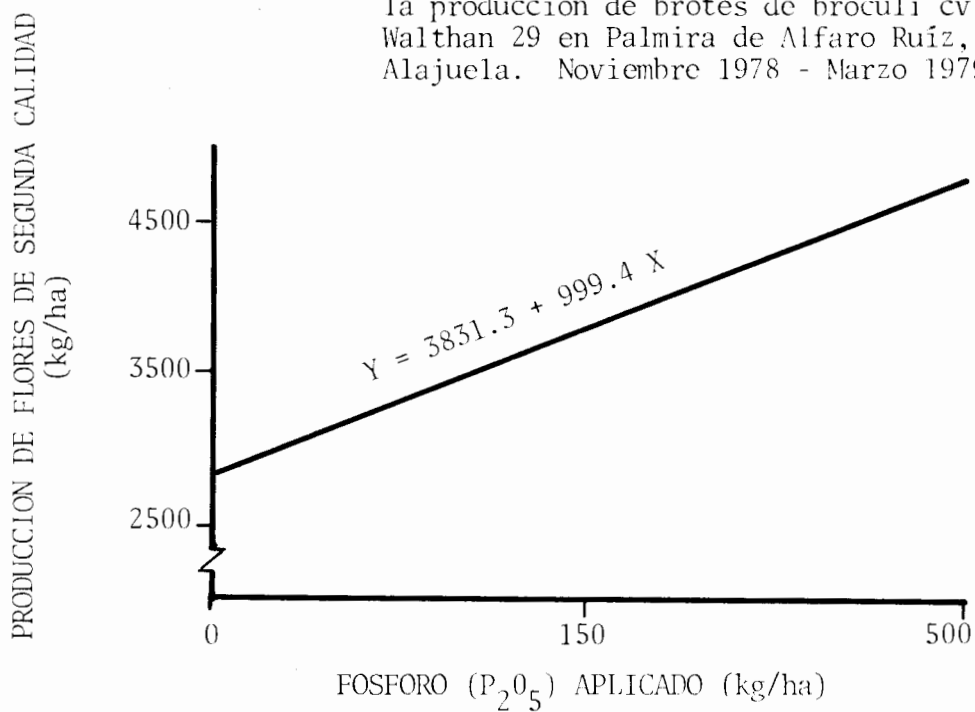


Figura 2. Efecto lineal de la aplicación de fósforo sobre la producción de flores de segunda. Palmira de Alfaro Ruíz, Alajuela. Noviembre 1978 - Marzo 1979.

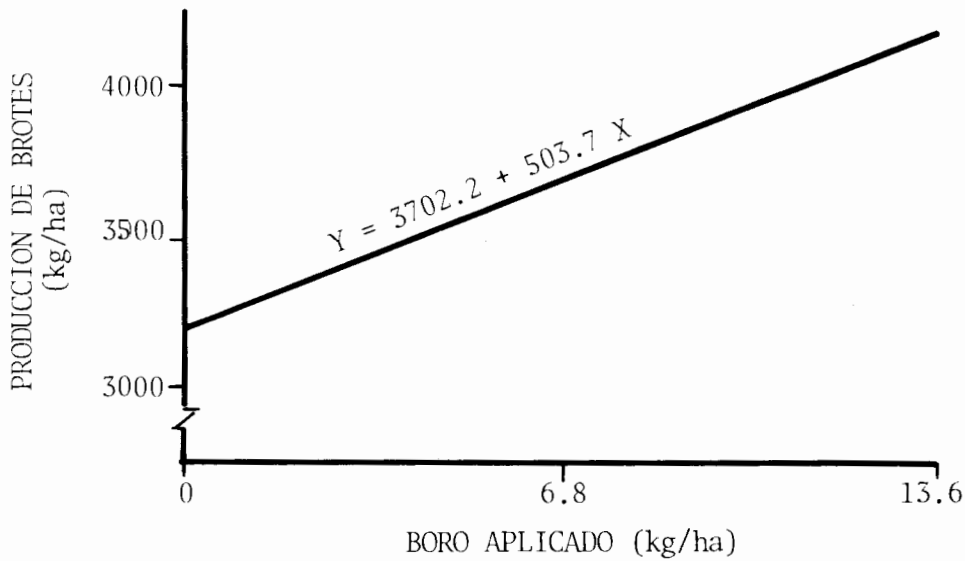


Figura 3. Efecto de las dosis de boro sobre la producción de brócoli cv. Waltham 29. Palmira de Alfaro Ruíz, Alajuela, Noviembre 1978 - Marzo de 1979.

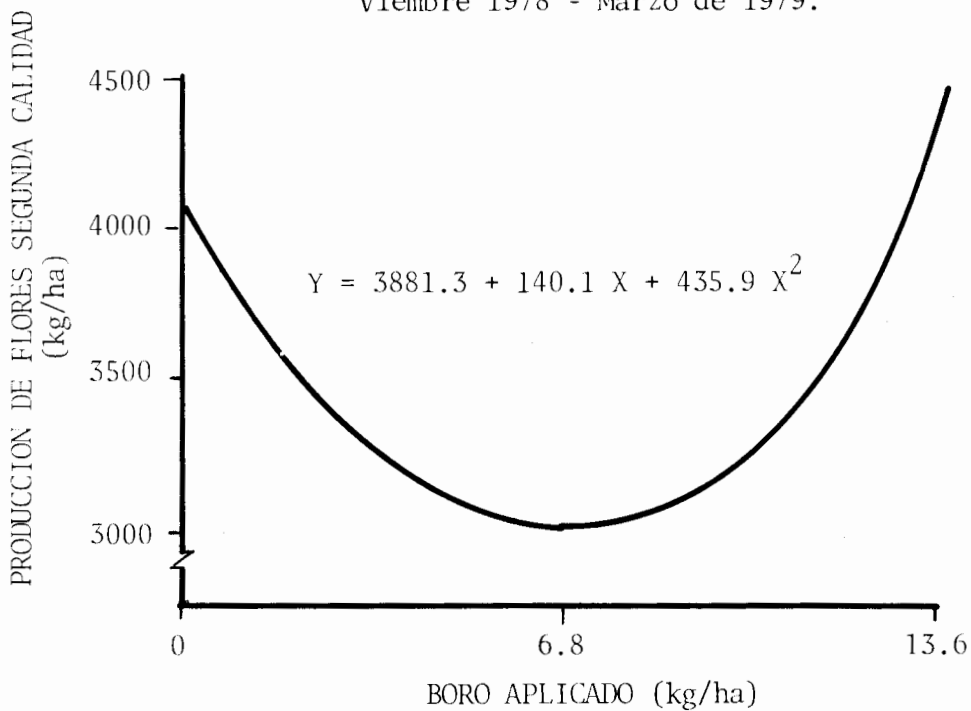


Figura 4. Efecto de las dosis de boro sobre la producción de flores de segunda de brócoli cv. Waltham 29. Palmira de Alfaro Ruíz, Alajuela, Noviembre 1978 - Marzo 1979.

positivo ($P \leq 0,05$) de las dosis de fósforo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Saibht y colaboradores (10) y Pereira (8), quienes en sus investigaciones mencionan la importancia del fósforo en la producción total de brotes.

Puesto que el fósforo mostró un efecto lineal en la producción de flores de segunda y brotes y por ser estas las variables que contribuyen en mayor proporción en el peso total, el fósforo fue el elemento que más aumentó la producción del cultivo.

El boro mostró un efecto lineal positivo en la producción de brotes y cuadrático en la producción de flores de segunda. Araya (1) indica que las aplicaciones de boro mejoran la calidad de la coliflor, pero no los rendimientos. Sin embargo, como resultado de esta investigación se puede concluir que el boro además de mejorar la calidad del brócoli también aumentó los rendimientos.

El nitrógeno no mostró ningún efecto sobre el contenido de boro foliar. El fósforo y el boro aplicados, lo mismo que las interacciones NP, NB y PB presentaron un efecto significativo sobre el contenido foliar de boro. La relación directamente proporcional entre la cantidad de boro aplicado y el contenido foliar del mismo es importante debido a que entre mayor fue la dosis aplicada, mayor fue su contenido foliar.

RESUMEN

Se realizó un ensayo para estudiar la respuesta del brócoli a la fertilización con nitrógeno, fósforo y boro en Palmira de Alfaro Ruíz, provincia de Alajuela.

Se usó el cv. Waltham 29 y se probaron dosis de 0, 150 y 300 kg/ha de nitrógeno, 0, 250 y 500 kg/ha de fósforo y 0, 6,8 y 13,6 kg/ha de boro. Como fuentes se emplearon: Nitrato de amonio, triple superfosfato y razorita respectivamente.

El nitrógeno mostró un efecto cuadrático en la producción de brotes y flores de primera, segunda y tercera calidad.

El fósforo presentó un efecto lineal positivo en la producción de flores de segunda, brotes y peso total.

El boro fue un elemento importante en el cultivo de brócoli, con un efecto cuadrático para la producción de flores de segunda calidad y un efecto lineal positivo en la producción de brotes.

No hubo respuesta las interacciones NP, NB, PB y NPB en ninguna de las variables estudiadas.

El contenido de boro en las hojas, no fue afectado significativamente con la aplicación de nitrógeno; el fósforo tuvo un efecto cuadrático sobre esta variable y la aplicación de boro causó un incremento lineal positivo en su contenido foliar.

LITERATURA CITADA

1. ARAYA, J.F. Efecto del boro sobre la calidad y producción de la coliflor (Brassica oleracea var. botrytis) en San Gerardo de Cot de Car tago. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1970. 48 p.
2. BAGGET, J.R. y MACK, H.C. Premature heading of broccoli cultivar as affected by trasplant size. Journal of American Society for Horticultural Science. 95 (4): 403-407. 1970.
3. BAKER, A.S. y MORTENSEN, W.P. Effect of soil acidity and phosphorus rate and yield of broccoli, cucumbers and sweet corn. Washington A gricultural Experimentl Station, Bulletin N° 668. 9 p. 1965.
4. CARUSO, P. La concimazione del cavolfiore in culture precose: resutati sperimentoli ottunuti in Sicilia. Reprint fron cocini é Concimaz 1:3-15. 1969.
5. CUTCLIFFE, J.A. nad MUNRO, D.C. Effects of nitrogen, phosphorus and potasium on yield and maturity of cauliflower. Canadian Journal of Plant Science 56 (1): 127-131. 1976.
6. HERNANDEZ, J.M. Efecto del boro en la producción y calidad de bróculi. (Brassica oleracea var. italica) Tesis Ing. Agr. San José, Costa Ri ca, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1975, 49 p.
7. MISHRA, D.P. In sambalpur cauliflower needs boron. Horticultural Abs- tracts 44: 42. 1976.
8. PEREIRA, G.E. Efecto del nitrógeno y fósforo en la producción de brócu li. (Brassica oleracea var. italica) en la zona de Juan Viñas. Te sis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Fa cultad de Agronomía, 1975. 37 p.
9. PEREZ, O.A. Efecto del nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones en la producción de coliflor en Costa Rica. Tesis Ing. Agr. Uni- versidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 1975. 37 p.
10. SAIBHT, M.S., SINGH, K. y PADDA, D.S. Influence of nitrogen and phosphorus fertilization on the yield and curd size of cauliflower, Punjab Horticultural Journal 9: 198-202. 1969.
11. SANCHEZ, C.E. Efecto del nitrógeno, fósforo, potasio y sus interaccio- nes en la producción de bróculi (Brassica oleracea var. italica). Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Fa cultad de Agronomía, 1974. 24 p.
12. WASH, L.M. y BEATON, J.D. Soil testing and plant analysis. Soil Science of American Inc. Madison. Wisconsin. 1973. 489 p.