

EFEECTO DEL NITROGENO Y FOSFORO EN LA PRODUCCION
DE BROCOLI (Brassica oleracea var. Italica)
EN LA ZONA DE JUAN VINAS, COSTA RICA.

Guillermo E. Perera¹
Willy Loría Martínez²
Oscar A. Pérez A.³

INTRODUCCION

El brócoli (Brassica oleracea var. Italica) es uno de los cultivos con mayores posibilidades de desarrollo en Costa Rica. Esta crucífera, que posee un alto valor nutritivo, cuenta en el país con las condiciones agro-ecológicas favorables para su explotación y los canales de comercialización necesaria para hacerla llegar hasta el mercado consumidor interno y externo.

En el presente trabajo se estudio el efecto del nitrógeno y fósforo y sus interacciones en la producción de brócoli; se uso el híbrido Bem.

REVISION DE LITERATURA

En Costa Rica, (6) probó dosis de 0, 200 y 400 kg/ha de nitrógeno, 0, 150 y 300 kg/ha de P_2O_5 y 0, 100 y 200 kg/ha de K_2O . Encontró un efecto significativo para el nitrógeno y sus interacciones con fósforo y potasio en la producción de brócoli; sin embargo el fósforo y el potasio por si solos no dieron respuesta. Cuando usó 200 kg/ha de nitrógeno ob

-1-

1 Ingeniero Agrónomo

2 Profesor de Olericultura y Director de la Estación Experimental Fabio Baudrit de la Universidad de Costa Rica.

3 Encargado del Programa en Horticultura M.A.G. - U.C.R.

tuvo una producción de 3.34 ton/ha, pero cantidades superiores o inferiores bajaron el rendimiento. La mejor cosecha se consiguió con el tratamiento 400, 300 kg/ha de N, P_2O_5 y K_2O respectivamente, con lo que logró una producción de 5,11 toneladas de brócoli por hectárea.

En dos ensayos de fertilización del coliflor realizadas en Costa Rica por Pérez (3), se probaron; en un primer ensayo 0, 75 y 150 kg/ha de N, 0, 150 y 300 kg/ha de P_2O_5 y 0, 60 y 120 kg/ha de K_2O . En el segundo experimento, se aprobaron dosis de 23, 85, 75, 150, 225, 276.15 kg/ha de nitrógeno, 47.70, 150, 300, 450 y 552.30 kg/ha de P_2O_5 y 16, 50, 100, 150 y 184 kg/ha de K_2O . Se encontró un efecto cuadrático para el fósforo, mientras que el nitrógeno y el potasio no dieron respuestas. El efecto del fósforo se produjo cuando se aplicó acompañado de una base, cuando se aplicaron 47.70 kg/ha de P_2O_5 el rendimiento fue de 15,87 ton/ha, mientras que al aumentar la cantidad de fósforo hasta 450 kg/ha la producción aumentó a 34.04 ton/ha.

Al utilizar triple superfosfato, Baker y Mortensen (1) en un aluvión, para evaluar la fertilización fosfórica en maíz dulce, pepino y brócoli, observaron que el brócoli es muy eficiente en absorber fósforo del suelo, pero que responde menos a este elemento que los otros dos cultivos.

En igual forma Saibbi, Singh y Padda (5), en un experimento en co

liflor por dos años consecutivos, con una variedad tardía, para determinar el efecto de 112, 168, 224, 280 kg/ha de N y 28 y 56 kg/ha de P_2O_5 , observaron que al aumentar las aplicaciones de nitrógeno no se afectaba la maduración ni la producción de coliflor, mientras que al aumentar de 28 a 56 kg/ha la cantidad de fósforo, se producía un marcado mejoramiento en la producción y la maduración. Por otra parte, la interacción nitrógeno por fósforo tampoco fue significativa.

De los trabajos realizados por Coward (2), para la determinación de fósforo en diferentes suelos de Costa Rica, se deduce que los suelos de Juan Viñas son de mediana fertilidad con un contenido inicial de fósforo entre 10 y 25 ppm y en general con una amplia respuesta a este elemento.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó en la Hacienda Juan Viñas, del Cantón Jiménez de la Provincia de Cartago, localizada a una altitud de 1220 m, con una temperatura media anual de 21 °C y una precipitación de 3.800 mm distribuida en ocho meses.

El suelo donde se trabajó pertenece a la serie Birrisito. Estos suelos son muy orgánicos, negros, porosos y muy permeables. Clasifican según la séptima aproximación como un Oxic dystrandept, ashy, ischiper

termico.

Del análisis físico-químico del suelo, realizado sobre muestras to
madas de 0 a 30 cm de profundidad, se deducen los siguientes resultados:
textura franco limosa, pH de 6, 20 por ciento de materia orgánica, 0,22
por ciento de nitrógeno total, 6 ppm de fósforo, 0.41 meq de potasio por
100 g de suelo, 1.50 meq de calcio por 100 gr de suelo, 0.37 meq de mag-
nesio por 100 gr de suelo. Relación Ca/Mg, 4.05, relación Ca/K, 3.66,
relación Mg/K, 0.90, relación (Ca + Mg)/K, 4.56, relación 100 K/(Ca + Mg
+ K), 17, 98.

El ensayo se inició el 29 de enero de 1975 con la siembra del almá-
cigo en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit Moreno, de la U
niversidad de Costa Rica, en la Provincia de Alajuela, situada a una altu
ra de 840 m sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 25 °C
y precipitación de 1.850 mm distribuida desde mediados de mayo hasta fina
les de diciembre.

Con el fin de prevenir el ataque de enfermedades y plagas, se desin
fectó el almácigo con Vapan. Se usó semilla de híbrido Gem, la cual se
distribuyó a chorro corrido con una separación de 0,20 m entre surcos.
Se emplearon aproximadamente 2,4 g de semilla por metro de almácigo.

Al momento de la siembra se fertilizó con triple superfosfato, colo

cado al fondo del surco. A los 22 días se aporcó una segunda fertilización con úrea; posteriormente se hicieron aplicaciones de cloruro de calcio, molibdato de sodio, sulfato de magnesio y poliboro en forma de atomizaciones al follaje.

Durante los primeros días después de la germinación se presentaron algunos casos de Rhizoctonia sp. que afectaron el cuello de las plantitas, se controló la enfermedad con Ferban.

En cuanto a las plagas se presentó un ataque moderado de falso medidor (Trichoplusia ni) y de áfidos (Brevicoryne brassicae), los cuales se controlaron con aspersiones o base de Parathion. El trasplante se realizó el 6 de marzo de 1975 un mes después de la siembra.

Las plantitas se colocaron a 0.60 m entre surcos y 0.40 m entre plantas, para una densidad de siembra de 41.750 plantas por hectárea. Al momento del trasplante se efectuó la primera fertilización con espeque, a cada lado de la planta. Se aplicó todo el fósforo, el potasio y la mitad del nitrógeno el resto del fertilizante nitrogenado se suministró al mes del trasplante al momento de la aporca.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El ensayo consistió de 48 parcelas de cuatro surcos cada una con 10.08 m².

Las dosis de nitrógeno empleado fueron: 0, 200, 300 y 400 kg/ha, combinadas en un factorial 4x3. Se usó además una base de potasio para todas las parcelas, de 50 kg/ha de K_2O . Como material fertilizante se empleó úrea (46% de N), triple superfosfato (46% de P_2O_5) y cloruro de potasio (60% de K_2O).

En el transcurso del experimento se realizaron dos deshierbas a mano y se aplicó riego por aspersión durante los primeros 35 días después del trasplante.

Para mantener el ensayo en un estado de sanidad satisfactoria se realizó un control preventivo de las enfermedades con atomizaciones de base de Ferbam y Manéb, sin embargo se presentaron algunos casos aislados de Rhizoctonia sp, mildiu lanoso (Peronospera parasitica y Erwinia carotovora).

Con respecto a las plagas de importancia el gus no cortador (Agrotis sp) cuyo ataque fue muy severo y de difícil control. Se logró combatir con aplicaciones de Thimet al momento del trasplante y posteriormente del trasplante y posterior empleo de Heptacloro, Sevín y Lannate suministrados en forma de cebos o aspersiones.

De manera generalizada en todo el ensayo se presentó un síntoma de deficiencia en el tallo de las plantas, el cual se identificó poste

riormente como deficiente de boro.

Esta anomalía afectó principalmente la base de la inflorescencia central lo que ocasionó la formación de una llaga acuosa café oscuro y una cavidad en la médula del tallo.

Este hecho se produjo significativamente la calidad de las cabezas para el mercado, pero no la producción. Para evitar que el problema avanzara se atomizó Poliboro al follaje en dosis de 2,5 kg/ha. Transcurridos 45 días después del trasplante se inició la cosecha de flores o cabezas, operación que se prolongó por 30 días.

Posteriormente se realizó la recolecta de brotes, labor llevada a cabo aproximadamente en un mes. El corte de ambas partes de la planta se hizo con una longitud de 15 cm desde la parte superior de la inflorescencia al punto de corte, el cual debe ser inclinada para evitar la acumulación del agua por ser medio propicio para el desarrollo de enfermedades.

Durante el proceso de cosecha se consideraron varias categorías de flores de acuerdo a su peso. Además, se toma en cuenta en forma general, el estado de madurez, la compactación y las formas de las cabezas. Estas características, también se consideraron para los brotes.

Los límites de las categorías de flores fueron los siguientes: flores de primera con peso de 200 gramos o más, flores de segunda con peso mayor de 75 gramos o menos de 200 gramos y flores de tercera con peso de 75 gramos o menos.

Resultados

Según el análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 1, hubo una respuesta del fósforo altamente significativa en la producción de brotes y significativa en la producción total.

El nitrógeno y su interacción con fósforo no respondieron significativamente en la producción de flores, brotes, ni en la producción total. El rompimiento de los grados de libertad del fósforo muestra una tendencia lineal positiva significativa al uno por ciento, tanto en la producción de brotes como en la producción total.

En la fig. 1, se aprecia como aumenta la producción de brotes conforme aumenta la dosis de P_2O_5 . Se observa un incremento de 2.51 ton/ha por cada aumento de 150 kilogramos de P_2O_5 aplicado con un rendimiento de 9,60 toneladas cuando no se aplicó 150 kilogramos de P_2O_5 . En la fig. 2 se muestra el efecto lineal positivo del fósforo en la producción total de brócoli, se observa como aumenta el rendimiento en 3.34 ton/ha por cada aplicación de 150 kg/ha de P_2O_5 .

Cuadro 1. Análisis de varianza de las variables estudiadas en el esnayo de fertilización de brócoli, en la zona de Juan Viñas.

Fuente de variación	G.L.	Cuadrados Medios				
		Flores			Brotos	Total
		Primera ^a	Segunda ^b	Tercera ^c		
Repeticiones	3	546,93	19,48	3,34	3.817,34	6.322,34
Tratamientos	11	405,73	16,32	2,68	979,99	1.707,20
Nitrógeno	3	208,75	30,62	2,09	837,78	421,67
N1	1	530,22	50,10	0,03	1.678,35	467,60
Nq	1	66,80	2,09	1,07	75,15	29,22
Nc	1	29,23	39,66	5,18	759,85	768,20
Fósforo	2	404,98	10,44	1,27	3.586,32	5.492,22
P1	1	793,25	20,88	1,49	5.389,92	9.189,18
Pc	1	16,70	00,00	1,05	1.782,73	1.795,25
N x P	6	504,48	11,13	3,44	182,31	1.088,25
Error	33	341,34	12,27	3,68	502,52	1.146,73
Total	47					
C.V. (%)		53,09	38,53	148,17	30,57	28,50

a flores de primera cuando el peso promedio de la flor era mayor de 200 gr.

b flor de segunda un peso promedio entre 75 y 200 gr.

c flor de tercera en peso promedio de la flor menor de 75 gr.

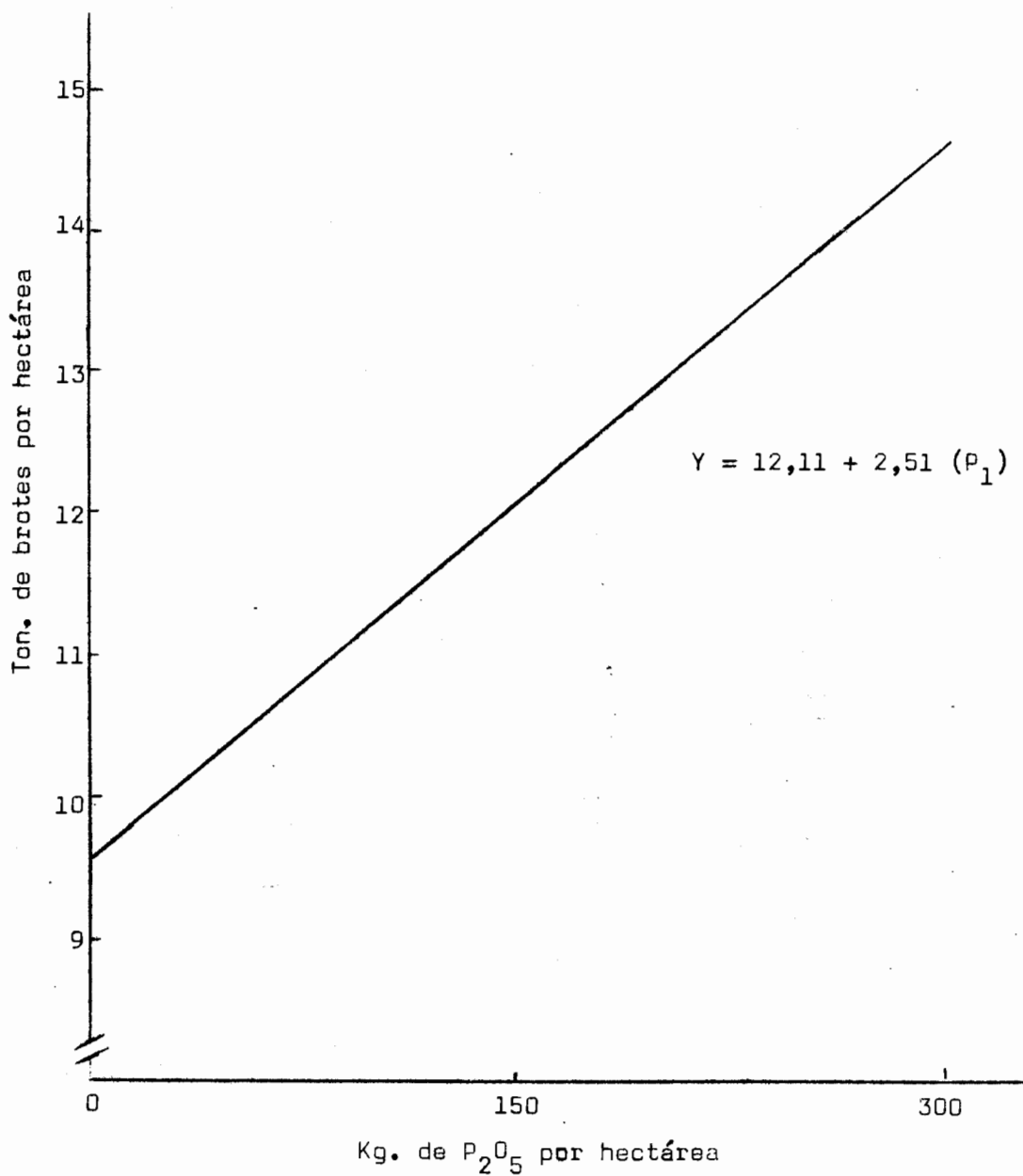


Fig. 1. Efecto lineal del fósforo en la producción de brotes.

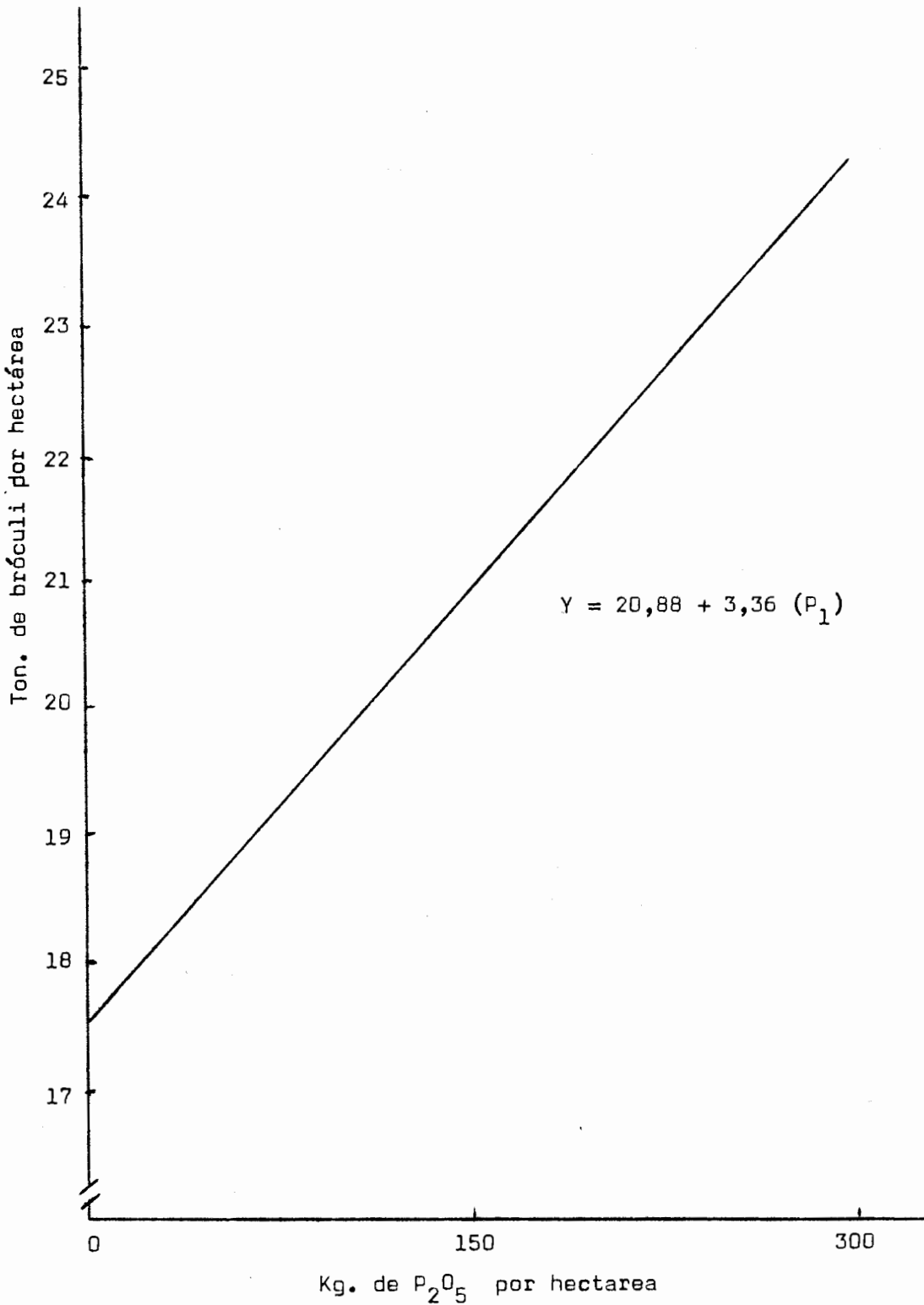


Fig. 2. Efecto lineal del fósforo en la producción total de brócoli

Con una producción de 17.54 toneladas cuando no se suministró fósforo, 20,88 toneladas cuando se aplicó 150 kg/ha de P_2O_5 y 24.22 toneladas cuando se aplicó 300 kg/ha de P_2O_5 . De acuerdo con los datos suministrados por el análisis económico con relación a la producción total y de brotes, el tratamiento que obtuvo el más alto rendimiento fue N_0P_2 , con una producción total de 24.220 kg/ha y una producción de brotes de 14.220 kg/ha y una producción de brotes de 14.620 kg/ha.

El testigo resultó ser el tratamiento con menor producción total, la cual alcanzó 17.540 kg/ha y una producción de brotes de 9.600 kg/ha. La relación costo de fertilización/valor del incremento sobre el testigo, muestra valores de 1: 2,16 para N_0P_1 y 1: 2,66 para N_0P_2 , en la producción de brotes de estos valores fueron 1: 1,37 y 1: 1,75 para N_0P_1 y N_0P_2 respectivamente.

En el cuadro 2 se observan los rendimientos para cada categoría de flores, brotes y producción total. Se aprecia como los brotes fueron los que en mayor medida contribuyeron a la producción total, con 140,54 ton/ha para todo el ensayo; seguido por flores de primera, segunda y tercera, con 70, 11, 17, 33 y 23 ton/ha respectivamente.

La mayor producción de flores de primera, brotes y total se consiguió cuando se aplicaron 200 kg/ha de nitrógeno y 300 kg/ha de fósforo como P_2O_5 ; se obtuvieron 9, 90, 16, 41 y 27 ton/ha respectivamente.

Cuadro 2. Rendimientos^a obtenidos en el ensayo de fertilización del brócoli con nitrógeno y fósforo en la zona de Juan Viñas.

Tratamientos NP	Flores			Brotes	total
	Primera ^b	Segunda ^c	Tercera ^d		
00	3,68	1,65	0,30	6,92	12,55
01	7,57	1,12	0,02	11,01	19,72
02	6,78	1,00	0,18	11,24	19,20
10	6,08	1,28	0,24	10,18	17,78
11	4,44	1,33	0,29	11,36	17,42
12	9,90	0,92	0,18	16,41	27,41
20	5,30	1,71	0,18	9,35	16,54
21	5,78	1,67	0,12	12,85	20,42
22	6,24	1,90	0,04	13,31	21,49
30	6,19	1,81	0,14	12,41	20,55
31	3,06	1,25	0,38	11,10	15,79
32	5,09	1,69	0,16	14,40	21,34
Total	70,11	17,33	2,23	140,54	230,21

a rendimiento expresado en ton/ha

b peso de cada flor mayor de 200 gr.

c peso de la flor entre 75 y 200 gr.

d peso de cada flor menor de 75 gr.

La aplicación de 300 kg/ha de nitrógeno y 300 kg/ha de P_2O_5 produjo la mayor cantidad de flores de segunda, con 2,90 ton/ha, mientras que al aplicar 400 kg/ha de nitrógeno y 150 kg/ha de fósforo se obtuvo la mayor cantidad de flores de tercera, con 0,38 ton/ha.

El nitrógeno no aumentó significativamente la producción de flores de primera, segunda, tercera, brotes, ni la producción total.

DISCUSION

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente ensayo, se deduce que el brócoli responde en forma notable a la aplicación de fósforo, no así al suministro de nitrógeno, ni a la interacción nitrógeno por fósforo.

La respuesta del fósforo se notó en la producción total y en la de brotes, siendo estos últimos los que en mayor medida contribuyen al rendimiento total, debido a que el híbrido Gem se caracteriza por dar cosecha con alta producción de brotes (4).

El nitrógeno no resultó significativo en la producción, pero posiblemente sirvió de base para que el fósforo actuara, sobre todo en este tipo de hortaliza en las que su cosecha se sustenta exclusivamente en la producción de flores, no obstante que la interacción nitrógeno por

fósforo no fue significativo. Con relación a la no significancia del nitrógeno en la producción, es posible que los resultados hayan sido afectados por la probable deficiencia de boro observado.

También es factible que las dosis de nitrógeno probadas estén por encima del rango de respuesta del brócoli o este elemento. Sería conveniente para posteriores ensayos probar dosis de nitrógeno intermedio entre 0 y 200 kg/ha, así como también diferentes cantidades de boro.

El fósforo resultó altamente significativo con un efecto lineal al positivo. Su importancia en los rendimientos del brócoli y otras crucíferas similares es apuntada por investigadores como Pérez (3), en Costa Rica, Saimbbi y colaboradores (5), en la India y Baker y Mortensen (1) en Estados Unidos, determinando estos últimos una gran eficiencia del brócoli para absorber fósforo del suelo. Por su parte Coward (2), encontró que los suelos de Juan Viñas son de una amplia respuesta a este elemento.

Según el análisis económico realizado, con cero nitrógeno y 300 kg/ha de P_2O_5 , se obtuvo la mayor ganancia en la producción total, coincide con el mayor rendimiento por hectárea, con un ingreso neto de 31.349, colones y una relación costo de fertilización/valor del incremento sobre el testigo de 1: 2,66; también este tratamiento fue el que requirió la mayor inversión por hectárea de 2.556,18 colones.

Situación similar se presentó en la producción de brotes, donde la máxima producción obtenida con el tratamiento N_0P_2 , correspondiente con el máximo ingreso neto, el cual fue de 17.909,82 colones, con una relación costo/valor de 1: 1,75. Como el efecto obtenido para el fósforo fue el de tendencia lineal no es posible saber hasta cuánto es económico la aplicación de fertilizante fosforado, por lo que sería conveniente para futuros ensayos, probar dosis de fósforo mayores de 300 kg/ha.

RESUMEN

Para estudiar la respuesta del brócoli al nitrógeno y fósforo se realizó un ensayo en la zona de Juan Viñas, Provincia de Cartago.

Se usó el híbrido Gem y se probaron dosis de 0, 200, 300 y 400 kg/ha de N y 0, 150 y 300 kg/ha de fósforo como P_2O_5 . Se empleó como fuentes úrea y triple superfosfato. El fósforo tuvo un efecto lineal positivo en la producción total y de brotes, con un incremento de 3,34 y 2.51 ton/ha respectivamente, por cada 150 kg/ha de P_2O_5 aplicado.

El máximo rendimiento en la producción total y de brotes se obtuvo cuando se aplicaron 300 kg/ha de P_2O_5 .

No hubo respuesta al nitrógeno ni a su interacción con fósforo ninguna de los parámetros estudiados: flores de primera, segunda, tercera, brotes y producción total.

Es probable que los resultados hayan afectado por la posible deficiencia de boro o que las dosis de nitrógeno probadas estén por encima del rango de respuestas del brócoli a este elemento.

LITERATURA CITADA

- 1- BAKER, A.S. y MORTENSEN, W.P. 1965. Effect of soil acidity and phosphorus rate and placement on yield of broccoli, cucumbers and sweet corn. Washington Agricultural Experiment Station Bulletin No 668 9 p.
- 2- COWARD, H.C. 1975. Correlación y calibración de métodos empleados en la determinación de fósforo del suelo. Tesis Lic. en Química, San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica Escuela de Química. 67 p.
- 3- PEREZ, O.A. 1975. Efecto de nitrógeno, fósforo y potasio y sus interacciones en la producción de coliflor en Costa Rica. Tesis Ing. Agr., San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 37 p.
- 4- RAMOS, L.G. 1975. Distancia de siembra y variedades en brócoli en la zona de Juan Viñas. Tesis Ing. Agr., San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 37p.
- 5- SAIMBHI, M.S, SINGH, K. y PADDA, D.S 1969. Influence of nitrogen and phosphorus fertilization on the yield and curd size of cauliflower. Punjab Horticultural Journal. 9: 198-200.
- 6- SANCHEZ, C.E. 1974. Efecto del nitrógeno, fósforo y potasio y sus interacciones en la producción de brócoli. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 24 p.