

NITROGENO, FOSFORO Y POTASIO PARA LA PRODUCCION
DE BROCOLI EN ALAJUELA

Carlos Eduardo Sánchez Chaves*

Willy Loria Martínez**

INTRODUCCION

El brócoli (Brassica oleracea var. italica) tiene un alto contenido de calcio, fósforo, ácido ascórbico y riboflavina (5). Es una crucífera de sabor parecido a la coliflor, pero no ha alcanzado la popularidad de aquella especialmente por razones culturales. Se puede sembrar en Cartago, Zarceró y en la zona norte de Heredia, con el propósito de exportar principalmente a Estados Unidos de diciembre a marzo.

Es muy escasa la investigación que existe en el país sobre distintos aspectos que afectan la producción de las crucíferas. En el caso del cultivo del brócoli, se considera conveniente iniciar pruebas para obtener información sobre fertilización, variedades y densidades de siembra.

En el presente trabajo se estudió el efecto de nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones en la producción del brócoli, variedad Waltham 29.

* Ingeniero Agrónomo. Banco Nacional de Costa Rica.

** Profesor de Olericultura y Director de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., Facultad de Agronomía, Universidad de C.R.

REVISION DE LITERATURA

Sánchez (6), en Costa Rica, hizo pruebas de fertilización con nitrógeno fósforo y potasio en repollo. Las fuentes usadas fueron urea, triple superfosfato y cloruro de potasio. Se aplicaron en kilogramos por hectárea: 0, 30 y 60 de N; 0, 50 y 100 de P_2O_5 y 0, 20 y 40 de K_2O . En dos ensayos iniciales no se obtuvo respuesta a la aplicación de potasio; el nitrógeno respondió significativamente y sólo hubo respuesta al fósforo en un ensayo.

El mismo autor Sánchez (6) en una tercera prueba con solo N y P_2O_5 hasta cantidades máximas de 150 kilogramos por hectárea, el nitrógeno resultó altamente significativo dando un efecto cúbico y no hubo respuesta a la aplicación de fósforo solo, ni en la interacción con nitrógeno. La producción de repollo fue mayor cuando se aplicaron 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea con un rendimiento total de 63.79 toneladas por hectárea. Con la aplicación de 150 kilogramos de nitrógeno, la producción fue de 60.83 toneladas de repollo por hectárea.

Baker y Mortensen (2) utilizaron el triple superfosfato en un aluvion para evaluar la fertilización fósforica en maíz dulce, pepino y brócoli. Observaron que el brócoli es muy eficiente en absorber fósforo del suelo pero que responde menos que el maíz y el pepino a la fertilización fósforica o a la forma de aplicar el fertilizante.

En Canadá, Cutcliffe, Munro y Mackay (5) compararon nitrógeno, fósforo y potasio para determinar su efecto en la producción y madurez del brócoli. La respuesta de la producción total a la aplicación de nitrógeno y fósforo fue altamente significativa en los tres ensayos. El incremento de 84 a 112 kilogramos de nitrógeno por hectárea produjo aumentos de la producción en todas las localidades e igual tendencia tuvo el incremento de 112 a 148 kilogramos de P_2O_5 por hectárea. La interacción del nitrógeno y fósforo fue altamente significativa en dos ensayos y significativa en uno. Las aplicaciones de potasio no afectaron la producción total.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. La Estación se encuentra a una altitud de 840 m, su temperatura media anual es de 21.6 °C y la precipitación anual promedio es de 2.014 mm.

El suelo donde se trabajó pertenece a la serie Baudrit. Los suelos de esta serie son de color pardo grisáceo oscuro a pardo oscuro, con elevado contenido de materia orgánica, de textura franco a franco arcilloso, medianamente profundos, sobre material arcilloso fino, gris verdusco, muy impermeable, expansivo, que empieza a profundidades variables entre los 40 y 100 cm. El suelo superficial se desarrolló por aportes de material coluvial y deposición de cenizas volcánicas sobre un suelo antiguo de tipo vertisol.

Los drenajes recientes han permitido una mayor aeración del suelo con las consiguientes ventajas para los cultivos. Este se ha cultivado con hortalizas en forma intensiva y por lo tanto ha recibido fuerte fertilización química e incorporación de materia orgánica.

Los análisis químicos fueron efectuados en el Ministerio de Agricultura y Ganadería sobre muestras tomadas de 0 a 25 cm. de profundidad con estos

resultados: 19 ppm de fósforo, 250 ppm de potasio, 1200 ppm de calcio, 245 ppm de magnesio y 0,10 meq de aluminio por 100 cc de suelo; pH de 5.7.

Se usó la variedad Waltham 29, que bajo condiciones favorables de clima requiere desde el trasplante a la madurez un período promedio de 75 días. Es apta tanto para el mercado fresco como para la industria. Las plantas son cortas, compactas, con ramajes considerable y abundante cosecha de brotes laterales durante un período largo. La semilla fue producida por Niagara Chemical División FMC. Corporation; Modesto, California, U.S.A.

Se prepararon dos eras para el almácigo y se sembró el 19 de noviembre de 1971. En el fondo del surco se aplicó triple superfosfato mezclado con Thimet, Captan y PCNB. La germinación fue normal.

Se usó un diseño de Bloques al Azar con arreglo factorial 3^3 y tres repeticiones. Las medidas de las parcelas fueron 10 m. de largo por 3.6 m. de ancho y la distancia de siembra fue de 1.20 m. entre surcos y 0.5 m. entre plantas, con un total de 60 plantas por parcela de 36 m^2 .

El trasplante se hizo el 19 de diciembre de 1971 aplicándose en kilogramos por hectárea: 0, 200 y 400 de N; 0, 150 y 300 de P_2O_5 y 0, 100 y 200 de K_2O . Las fuentes fueron urea con 46 por ciento de nitrógeno, triple superfosfato con 46 por ciento de P_2O_5 y 13 por ciento de

calcio y sulfato de potasio con 50 por ciento de K_2O y 17 por ciento de azufre. El fósforo y el potasio se aplicaron a la siembra, el nitrógeno mitad a la siembra y el resto a los 30 días cuando se efectuó la aporca. La fertilización inicial se efectuó con espeque a dos lados de la planta a 10 cm. de distancia y la aplicación de nitrógeno en banda antes de aporcar.

El riego se efectuó por gravedad y su profundidad de aplicación fue de 30 cm.

El gusano falso medidor (Trichoplusia ni) Orden Lepidoptera, atacó durante todo el ciclo del cultivo dañando el área foliar en las plantas. Muchos productos se emplearon para su control, pero fue notable la eficacia del Lannate combinado con Rhotano (DDD).

La pudrición bacterial blanda causada por la bacteria (Erwinia carotovora o Pectobacterium carotovora) se localizó en el corte de la inflorescencia central, el ataque fue disperso y de incidencia moderada. Cuando permitió la cosecha de los brotes laterales se tomaron precauciones para no diseminar el patógeno.

El material cosechado fue la inflorescencia central y las laterales, cuyo desarrollo se estimula por la decapitación de la planta al cortar la primera. Cada inflorescencia se cortó en su estado compacto, cuando es apta para venderla en el mercado. La longitud del eje de las inflorescencias fue de aproximadamente 5 cm., aunque esta característica varió

dependiendo de la mayor o menor ~~suc~~ulencia de cada brote.

En un principio **la** cosecha se hizo una vez por semana y posteriormente se aumentó a dos cuando la producción fue mayor. La recolección se inició el lunes 7 de febrero y se terminó el 24 de abril de 1972, realizándose un total de 17 cosechas.

RESULTADOS

Según el análisis de variancia que se presenta en el Cuadro 1 hubo respuesta altamente significativa para el nitrógeno y significativa para la interacción de nitrógeno, x fósforo x potasio.

El rompimiento de los grados de libertad de los tratamientos de nitrógeno indica que el efecto (cuadrático) resultó altamente significativo. El gráfico de la ecuación de predicción para el efecto cuadrático del nitrógeno en la producción de brócoli se detalla en la Figura 1. El máximo rendimiento fue de 3.84 ton/ha. y se obtuvo con la fertilización de 200 Kg/ha de nitrógeno. Cantidades inferiores o superiores del elemento bajaron la producción.

El fósforo y el potasio no aumentaron la producción del brócoli. Con las aplicaciones de 0, 150 y 300 Kg/ha de P_2O_5 se obtuvieron producciones promedio de 3.16, 3.56 y 3.52 Ton/ha de brócoli respectivamente. Con relación al potasio, el testigo tuvo una producción promedio de 3.47 Ton/ha y las adiciones de 100 y 200 Kg/ha. de K_2O produjeron 3.46 y 3.31 Ton/ha de brócoli respectivamente.

El efecto de la interacción de nitrógeno, fósforo y potasio en la producción se ilustra en la Figura 2. Cuando las cantidades aplicadas de

fósforo y potasio se mantienen constantes y se incrementa la cantidad de nitrógeno, la producción aumenta, con 200 Kg/ha pero con 400 se produce un efecto detrimental. Solo el tratamiento de 300 de P_2O_5 y 0 de K_2O aumentó la producción a 5.11 Ton/ha de brócoli con la cantidad máxima de 400 Kg/ha de N.

Los tratamientos 400, 150, 100 y 400, 0, 200 produjeron 4.09 y 3.88 Ton/ha de brócoli respectivamente. Producciones también altas de 4.37 y 4.24 Ton/ha de brócoli se lograron con los tratamientos 200, 150, 0 y 200, 300 y 100 respectivamente.

Cuadro 1. Análisis de variancia de los efectos del nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones en la producción de brócoli, variedad Waltham 29. Estación Experimental Agrícola " Fabio Baudrit Moreno." Verano 1971-72.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios
Repeticiones	2	2725.42	545.08
Tratamientos	26	2306.25	88.70
N	2	464.22	232.11 *
1	1	6.26	6.26
q	1	457.96	457.96 **
P	2	162.09	81.05
1	1	108.06	108.06
q	1	54.03	54.03
K	2	27.28	13.64
1	1	20.81	20.81
q	1	6.47	6.47
NP	4	32.06	8.01
1 x 1	1	12.79	12.79
1 x q	1	2.89	2.89
q x 1	1	8.28	8.28
q x q	1	8.10	8.10
NK	4	237.14	59.29
1 x 1	1	78.71	78.71
1 x q	1	146.98	146.98
q x 1	1	8.21	8.21
q x q	1	3.24	3.24
PK	4	298.09	72.27
1 x 1	1	136.58	136.58
1 x q	1	23.54	23.54
q x 1	1	20.25	20.25
q x q	1	108.72	108.72
NPK	8	1094.37	136.80 *
Error	52	2727.68	52.46
Total	80	7759.35	96.99
Coeficiente de variación			27.13 %

* Significativo al 5%

** Significativo al 1%

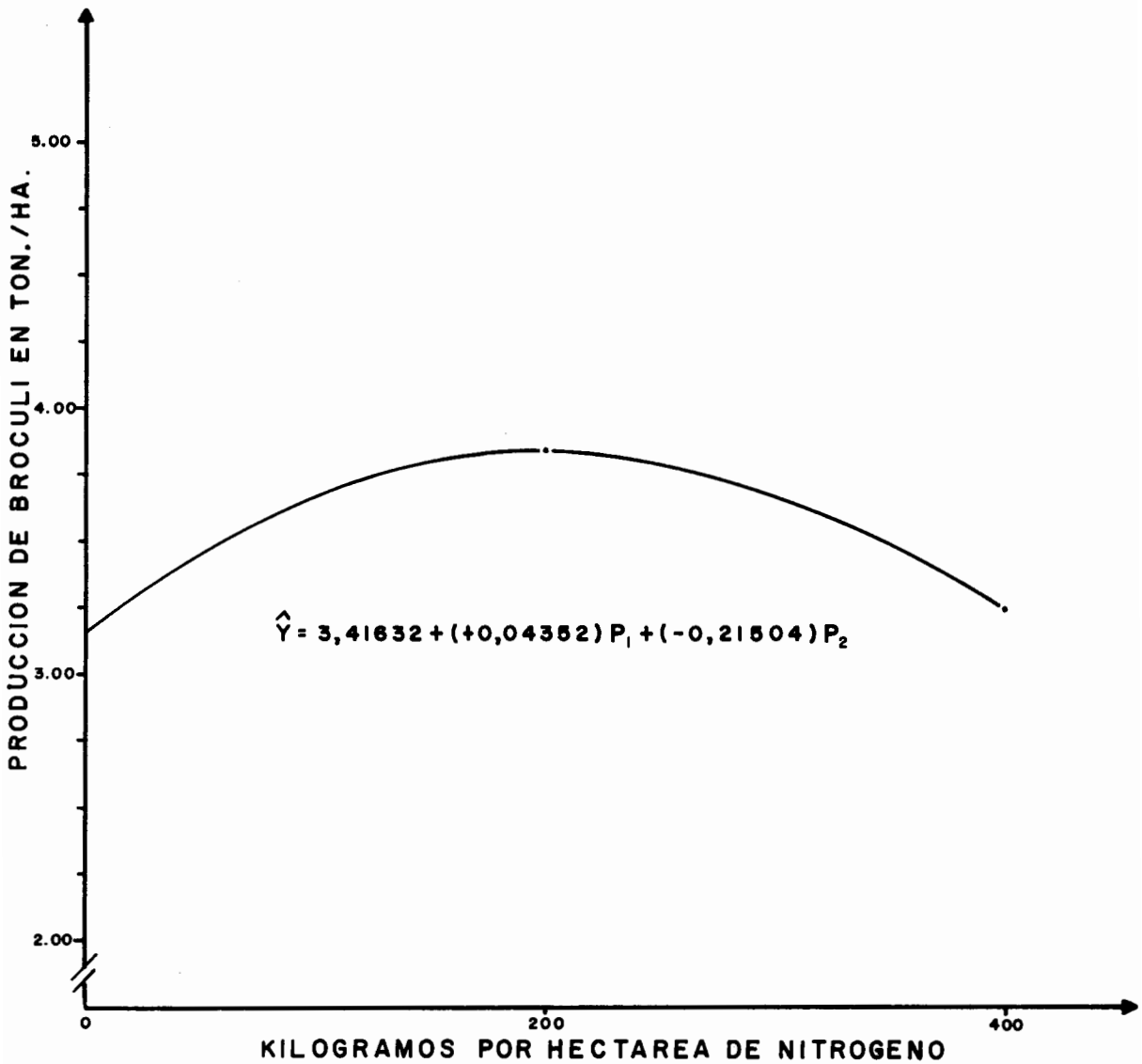


Fig 1. Efecto de la aplicación de nitrógeno en la producción de brócoli, variedad Waltham 29. Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit M." Verano 1971-72.

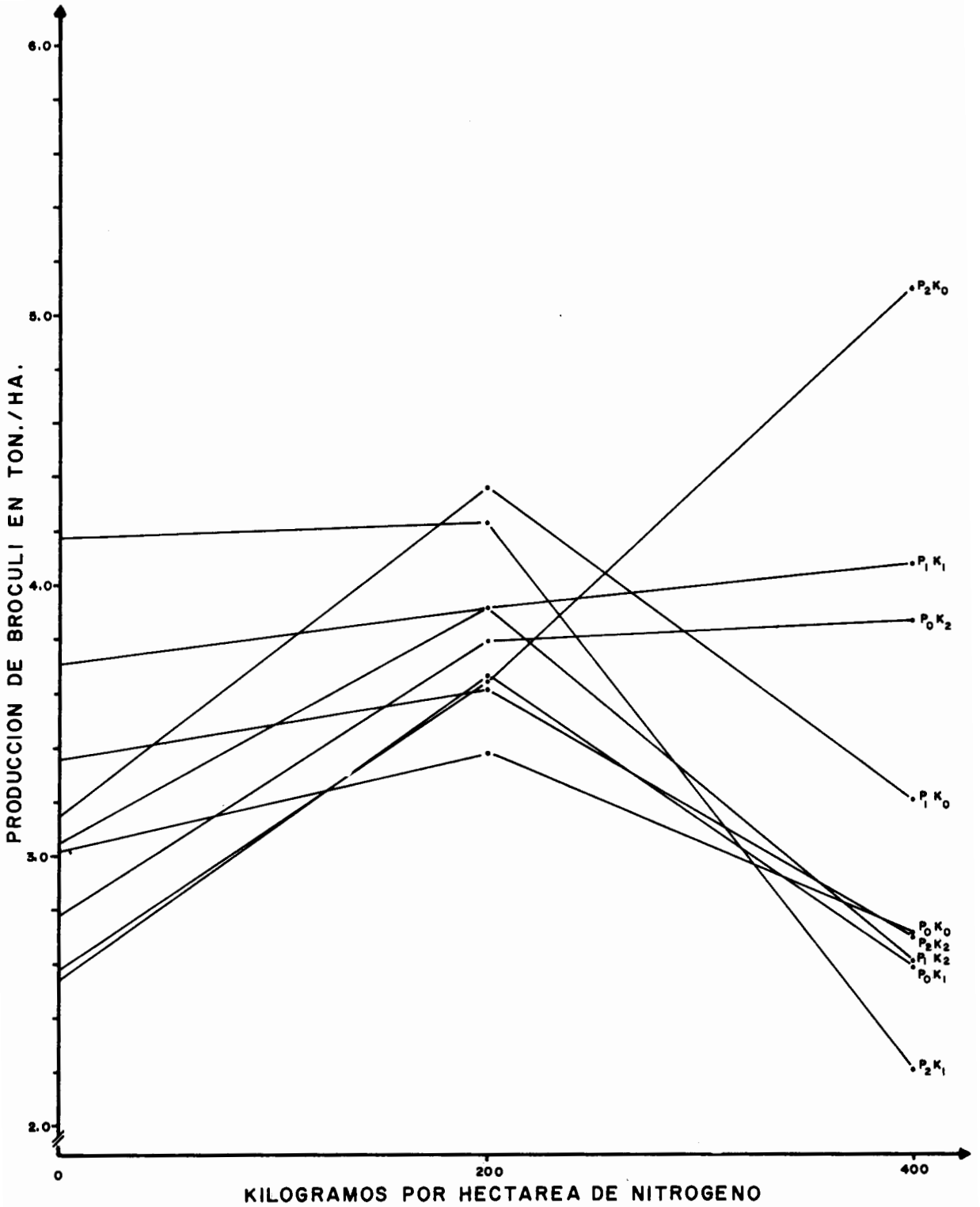


Fig 2. Efecto de la aplicación de nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones en la producción de brócoli, variedad Waltham 29. Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit M." Verano 1971-72

DISCUSION

La fertilización nitrogenada aumentó la producción de brócoli. La mejor producción promedio fue de 3.84 Ton/ha y se obtuvo con el abonamiento de 200 Kg/ha de nitrógeno. Esta cantidad aplicada coincide con las señaladas por Cutcliffe, Munro y Mackay (4) como necesarias para obtener el mayor rendimiento en brócoli. También Sánchez (6) en repollo obtuvo respuesta en la producción con la fertilización nitrogenada, pero logró el máximo rendimiento con 100 Kg/ha de nitrógeno.

El abonamiento con 400 Kg/ha de nitrógeno disminuyó la producción promedio. Este efecto detrimental ocurre porque el exceso de nitrógeno produce un abundante crecimiento vegetativo y un desbalance en la relación con los otros nutrientes. Esto representa un atraso en la madurez y se disminuye, con frecuencia, la cantidad y calidad del producto.

Debido al lavado y a la utilización del nitrógeno por parte de las plantas y microorganismos, este nutriente no se acumula en forma iónica en los suelos de los trópicos, y su reserva depende principalmente de la presencia de materia orgánica que exhibe el suelo. Por tal razón, los suelos minerales en su mayoría son pobres en nitrógeno, reaccionando favorablemente a su suministro adicional en forma mineral, u orgánica.

El fósforo y el potasio no afectaron la producción de brócoli, cuando

se aplicaron cantidades máximas de 300 y 200 Kg/ha de P_2O_5 y K_2O respectivamente. Resultados análogos fueron obtenidos por Sánchez (9) en repollo, al no lograr respuesta en la producción con la aplicación de ambos elementos. Cutcliffe, Munro y Mackay (4) obtuvieron en brócoli resultados semejantes con relación al potasio, cuando se aplicó hasta cantidades máximas de 334 Kg/ha de K_2O . Sin embargo, el fósforo aumentó la producción, que fue máxima, con el abonamiento de 229 a 343 Kg/ha de P_2O_5 .

El suelo donde se plantó el ensayo tiene un contenido bajo de fósforo. Sin embargo, el brócoli es muy eficiente en absorber fósforo del suelo y responde menos que el maíz y el pepino a la fertilización fósforica o a la forma de aplicar el fertilizante. Los resultados obtenidos por Aguilar (1) confirman lo anterior, al trabajar en un suelo de la misma serie donde se efectuó este experimento y observar que la fertilización fosfórica fue muy importante en la producción de pepino.

La relación del potasio con el calcio y el magnesio en el suelo donde se efectuó el ensayo es normal de acuerdo con las magnitudes dadas por Briceño (3) para suelos cafetaleros en donde no hubo respuesta a potasio. Por lo tanto, la aplicación del potasio pudo haber afectado ese equilibrio con un efecto detrimental leve en la producción del brócoli.

Así mismo las pruebas realizadas por Sánchez (6) en repollo indican que las crucíferas no requieren mucho potasio para su desarrollo. Cutcliffe, Munro y Mackay (4) coinciden con lo anterior, al afirmar que los

requerimientos potásicos para el brócoli son bastante moderados. Sin embargo, recomiendan aplicar cantidades pequeñas del elemento como medida de seguridad en el cultivo.

La interacción de los elementos mayores tuvo efecto significativa en la producción. Aunque el fósforo y el potasio no incrementaron la producción, el resultado anterior demuestra la necesidad de incluir estos elementos en la fertilización. Su dosificación debe satisfacer la demanda de la planta y armonizar simultáneamente con las exigencias de nitrógeno.

RESUMEN

El efecto de nitrógeno, fósforo, potasio y sus interacciones en la producción de brócoli, variedad Waltham 29, se evaluó en la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M., Alajuela, Costa Rica.

Se compararon 0, 200 y 400 Kg/ha de nitrógeno: 0, 150 y 300 de P_2O_5 y 0, 100 y 200 de K_2O . Las fuentes fueron urea, triple superfosfato y sulfato de potasio respectivamente.

El nitrógeno aumentó la producción, lo mismo que la interacción de nitrógeno x fósforo x potasio. Una producción promedio de 3.84 Ton/ha. de brócoli se obtuvo con 200 Kg/ha de nitrógeno, cantidades superiores o inferiores bajaron este rendimiento. El fósforo y el potasio en forma separada no afectaron la producción. Se consideran como los mejores tratamientos 200 - 150 - 0 con 4.37 Ton/ha de brócoli y 400 - 300 y 0 con 5.11 Ton/ha.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1- AGUILAR, M. 1970. Efecto de niveles e interacciones de nitrógeno y fósforo en el pepino. Tesis. Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 40 p.
- 2- BAKER, A.S. and W.P. MORTENSEN. 1965. Effect of soil acidity and phosphorus rate and placement on yield of beccoli, cucumbers and sweet corn. Washington State Univ. Bull. 668. 8 p.
- 3- BRICEÑO J.A. 1970. Equilibrio del potasio en algunos suelos cafetaleros de Costa Rica. Tesis Lic. Química. Univ. de Costa Rica. Fac. de Ciencias y Letras, Dep. de Química. 71 o.
- 4- CUTCLIFFE, J.A., DC. MUNRO and D.C. MACKAY. 1968. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium, and manure on terminal, lateral, and total yields and maturity of broccoli. Canadian J. of Plant Sci. 48: 439-446.
- 5- McLESTER, J.S. and W.J. DARBY. 1952. Nutrition and diet in health and disease. 6th ed. Philadelphia, Saunders, 710 p.
- 6- SANCHEZ F. 1966. Estudio sobre el efecto del nitrógeno, fósforo y potasio y comparación de variedades en el rendimiento de repollo en Zarcero. Tesis Ing. Agr. Univ. de Costa Rica. Fac. de Agr. 50 p.

w.o.j.s.
24-6-1974