

EFFECTO DEL NITROGENO, FOSFORO, POTASIO Y SUS INTERACCIONES

EN LA PRODUCCION DE COLIFLOR (Brassica oleracea

var. botrytis) EN COSTA RICA

Oscar A. Pérez Arguedas¹

INTRODUCCION

En Costa Rica la coliflor (Brassica oleracea var. botrytis) se ha sembrado tradicionalmente en las faldas del Volcán Irazú. Según el IFAM (7), en 1972 se sembraron 180 hectáreas para el consumo local en fresco y un pequeño porcentaje para la industria de encurtidos.

En la actualidad existen posibilidades de exportar la coliflor en forma fresca y congelada a los Estados Unidos y el Caribe. Hay dos compañías en el país con toda la infraestructura necesaria para procesar el producto en forma congelada y realizar los envíos a los mercados extranjeros.

Como se puede apreciar, la coliflor ofrece una buena posibilidad de aumentar las exportaciones, producir nuevas fuentes de trabajo y mejorar los ingresos de los empresarios agrícolas y trabajadores del campo.

¹ Coordinador Programa Cooperativo de Investigación en Hortalizas entre el Ministerio de Agricultura y la Universidad de Costa Rica. Jefe Sección Horticultura, Depto. de Agronomía, Ministerio de Agricultura y Ganadería.

La Universidad de Costa Rica, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y la Oficina del Café han dedicado conjuntamente parte de sus esfuerzos al mejoramiento de algunos aspectos de la producción de coliflor. El presente trabajo es una de las investigaciones realizadas en este campo.

REVISION DE LITERATURA

En la India, Mathur y Chauhan (7), compararon diferentes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados al suelo, en la producción de coliflor, variedad Sutton Snow ball. La mejor cosecha se obtuvo con el suministro de 140 Kg/ha de nitrógeno empleando como fuente el sulfato de amonio. El incremento en el rendimiento no fue significativamente superior al obtenido con 105 Kg/ha de nitrógeno, sin embargo, fue mayor que las producciones obtenidas con 35 y 70 Kg/ha de nitrógeno. El fósforo y el potasio no tuvieron efecto significativo en la producción, número de hojas por planta y diámetro de la inflorescencia.

En el mismo país Arora, Hoshi y Pandey (1) realizaron pruebas de fertilizantes con la variedad Snow ball 16. La mejor producción se obtuvo con la aplicación de 150 Kg/ha de nitrógeno, 60 de fósforo y 40 de potasio.

Sharma y Singh (9.) en sus trabajos con la variedad Snow ball, probaron combinaciones de 0, 68 y 136 Kg/ha de nitrógeno como sulfato de amonio; 0, 45 y 90 Kg/ha de P_2O_5 como superfosfato sencillo y 0, 1.20 y 2.40 Kg/ha de ácido molíbdico. Observaron que al aumentar las cantida

des de nitrógeno el rendimiento aumentó significativamente en forma lineal. El mismo efecto se presentó con el fósforo, pero la respuesta fue positiva en forma lineal y cuadrática. El molibdeno no presentó efecto alguno en el rendimiento.

Pimpini (11), encontró que al suministrar nitrógeno el porcentaje de coliflores de primera era mayor. Con la dosis de 100 Kg/ha de N. se obtuvo un porcentaje de flores de primera que no fue diferente al obtenido cuando se aplicaron 200 y 300 Kg/ha de N., respectivamente. También observó que al aumentar las cantidades aplicadas de fósforo la producción aumentó hasta el nivel de 80 Kg/ha de P., esta tendencia no se mantuvo con la dosis mayores.

Dhesi y colaboradores (5), investigaron la respuesta de la coliflor a: 0, 112, 168 y 224 Kg/ha. de nitrógeno; 0, y 56 Kg/ha de P_2O_5 y 0 y 142 Kg/ha de K_2O . El nitrógeno tuvo respuesta significativa, el rendimiento aumentó en forma lineal hasta 224 Kg/ha de nitrógeno. El fósforo y el potasio no tuvieron respuesta alguna.

Chaudhuri y Yawaltar (4), encontraron que al aumentar el nitrógeno de 67.25 Kg/ha a 134,50 Kg la cantidad de inflorescencia de primera calidad mejoró un 30 por ciento. Con el suministro de 89,66 Kg de P_2O_5 por hectárea, el rendimiento mejoró en un 23 por ciento en relación al testigo. No obtuvieron respuesta a la aplicación de potasio.

MATERIALES Y METODOS

Para estudiar la respuesta de la coliflor a la fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio se sembraron dos ensayos. El primero fue establecido el 26 de diciembre de 1972 en San Luis de Santo Domingo a 1250 metros de altitud. El promedio anual de precipitación en este lugar son 2100 mm. La temperatura mínima es 14.3 y la máxima 24.5 grados centígrados. Cuando el ensayo estuvo sembrado en el campo llovieron 259 mm.

El 18 de junio de 1973 se sembró el segundo ensayo en Santa Elena de San Isidro, a 1350 m.s.n.m. El promedio anual de precipitación son 3000 mm. y las temperaturas son 13 y 23 grados centígrados mínima y máxima, respectivamente. Durante el período del ensayo se presentó una precipitación pluvial de 1137 mm.

Ambos lugares pertenecen a la Provincia de Heredia, los suelos son de origen volcánico con una textura franco arenosa. En el Cuadro 1, se pueden observar las características químicas de cada suelo.

En el primer ensayo se usó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 3^3 y tres repeticiones. Las cantidades de fertilizante probadas en Kg/ha fueron: nitrógeno 0, 75 y 150; P_2O_5 0, 150 y 300 y K_2O 0, 60 y 120. Las parcelas consistieron de eras que medían 5 m x 0.4 situadas a 0.60 m. una de la otra y en las que se sembraron 20 plantas a 0.50 m. en dos hileras separadas por 0.30 m. Con este sistema se obtuvo una densidad aproximada de 40.000 plantas por hectárea.

CUADRO 1. Características químicas¹ de los suelos donde se sembraron los ensayos.

Análisis	Suelo de San Luis Sto. Domingo	Suelo Santa Elena San Isidro
Ph	5.6	5.7
P microgramos/mililitro	46.0	4.0
K mg/100 ml.	0.49	0.33
Ca de intercambio mg/100 ml	5.5	3.5
Mg de intercambio mg/100 ml	2.13	0.9
Al. de intercambio mg/100 ml	0.20	0.20
M.O (%)	3.0	1.35
Capacidad de fijación de fósforo	Alta	Alta

¹ Análisis realizados por el Laboratorio de suelos del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

En el segundo experimento se utilizó el diseño superficie de respuesta de composición central rotatable.

Las cantidades probadas en Kg/ha fueron: 23.85, 75, 150, 226 y 276.15 de nitrógeno; 47.70, 150, 300, 450 y 552.30 de P_2O_5 y 16.50, 100, 150 y 184 de K_2O . La parcela experimental consistió de tres eras de 2 m por 0.6 m. colocadas a 0.60 m. entre sí. En cada era se sembraron dos hileras donde se colocaron las plantas en posición alterna a 0.40 m entre hileras y plantas. La parcela se compuso de 30 plantas. Con estas distancias se obtuvo una densidad de 40.666 plantas por hectárea.

Las fuentes de fertilizante usadas fueron nitrato de amonio con 33.4% de nitrógeno, triple superfosfato con 46% de P_2O_5 y 13% de calcio y cloruro de potasio con 60% de K_2O . El nitrógeno se subdividió en tres aplicaciones de un tercio cada una: al transplante a los 20 y 30 días en el primer ensayo y al transplante 20 y 40 días en el segundo. El fósforo y el potasio se suministraron en forma total al transplante. La primera aplicación se hizo con espeque a los dos lados y a cuatro centímetros de la planta y las dos restantes en semiluna a un lado de las plantas.

En el primer experimento se usó la variedad Snow ball "A", de un ciclo de 65 días. El segundo se sembró con la variedad Snow ball "X" que se comportó bien en las pruebas de variedades y reúne las características demandadas por los mercados extranjeros. El ciclo de esta variedad en nuestro medio son 90 días.

Las siembras se hicieron por transplante y los almácigos se hicieron de acuerdo a las recomendaciones de la Estación Experimental Agrícola Fabio Baudrit M.

El primer ensayo se cosechó seis veces entre los 47 y 74 días después del transplante y el segundo siete veces entre los 68 y 108 días. El material cosechado fue la inflorescencia que se cortó en su estado ótimo para la industria. Para blanquear la inflorescencia se unieron las hojas inferiores por sus extremos cubriendo la flor en el momento en que el botón blanco se hacía visible.

En el ensayo preliminar se tomó el peso total de la cosecha y en el segundo las inflorescencias cosechadas se clasificaron en tres categorías: primera, con un peso mínimo de 400 gramos, de color blanco nítido y apariencia compacta; segunda, iguales a la primera pero con tonalidades amarillas; tercera se incluyó el resto de la producción de coliflores de todos tamaños pero con daños de formación o coloración. Todos estos datos se sometieron al análisis estadístico para evaluar el efecto de los fertilizantes.

RESULTADOS

Primer experimento:

Según el análisis de variancia hubo respuesta altamente significativa para el nitrógeno y al hacer el rompimiento de los grados de libertad se observa que el efecto del nitrógeno en el rendimiento total es lineal positivo.

Se observó que el fósforo también presentó un efecto lineal positivo en este parámetro.

También se notó que el potasio afectó en forma significativa y al igual que el nitrógeno y el fósforo obtuvo una respuesta lineal positiva.

Las interacciones de los elementos no presentaron respuesta.

El efecto lineal positivo del nitrógeno se encuentra representado en la Figura 1, en ella se nota que el testigo produjo 11.4 Ton/ha de coliflor

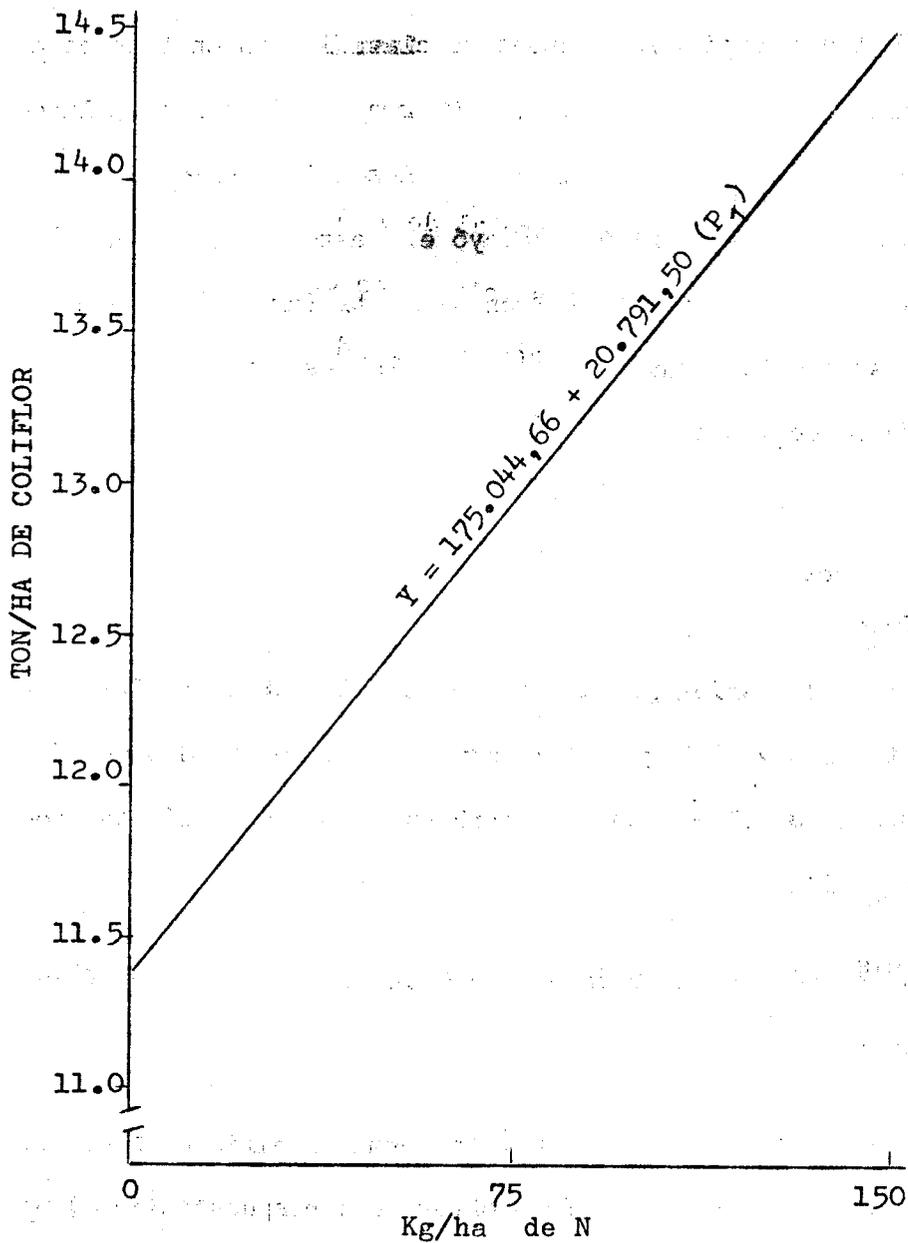


FIGURA 1. Efecto lineal del nitrógeno sobre la producción total de Coliflor. Variedad Snow ball "A". San Luis de Santo Domingo. Heredia. Diciembre-marzo 1972-1973.

y que 150 Kg/ha de nitrógeno aumentaron el rendimiento a 14.5 Ton/ha. de coliflor. Es decir, que el incremento en producción por cada 75 Kg/ha de nitrógeno agregado al suelo, fue de 1.54 Ton/ha de coliflor.

En la Figura 2, se presenta el efecto lineal positivo del fósforo en la producción total de coliflor. Se puede notar que sin fósforo el rendimiento fue 12.20 Ton/ha. de coliflor y, con 300 Kg/ha de P_2O_5 fue de 13.74. O sea que por cada adición sucesiva de 150 Kg/ha de P_2O_5 , la producción aumentó en 0.77 Ton/ha de flor.

El rendimiento también fue afectado en forma lineal positiva por el K_2O . En la Figura 3, se observa que el rendimiento máximo de 13.87 Ton/ha. de coliflor se consiguió al adicionar al suelo 120 Kg/ha de K_2O . Lo que quiere decir que por cada adición de 60 Kg/ha de K_2O se obtuvo un aumento de 0.90 Ton/ha de coliflor.

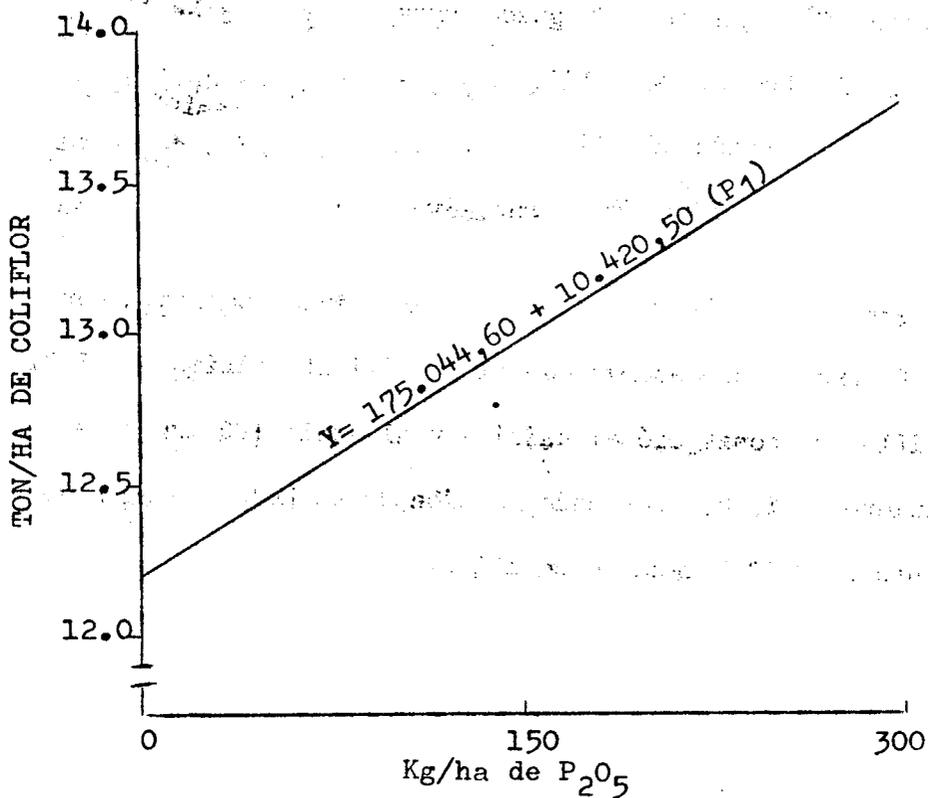


FIGURA 2. Efecto lineal del fósforo sobre la producción total de coliflor, variedad Snow Ball "A", San Luis de Santo Domingo de Heredia Diciembre a marzo. 1972-1973.

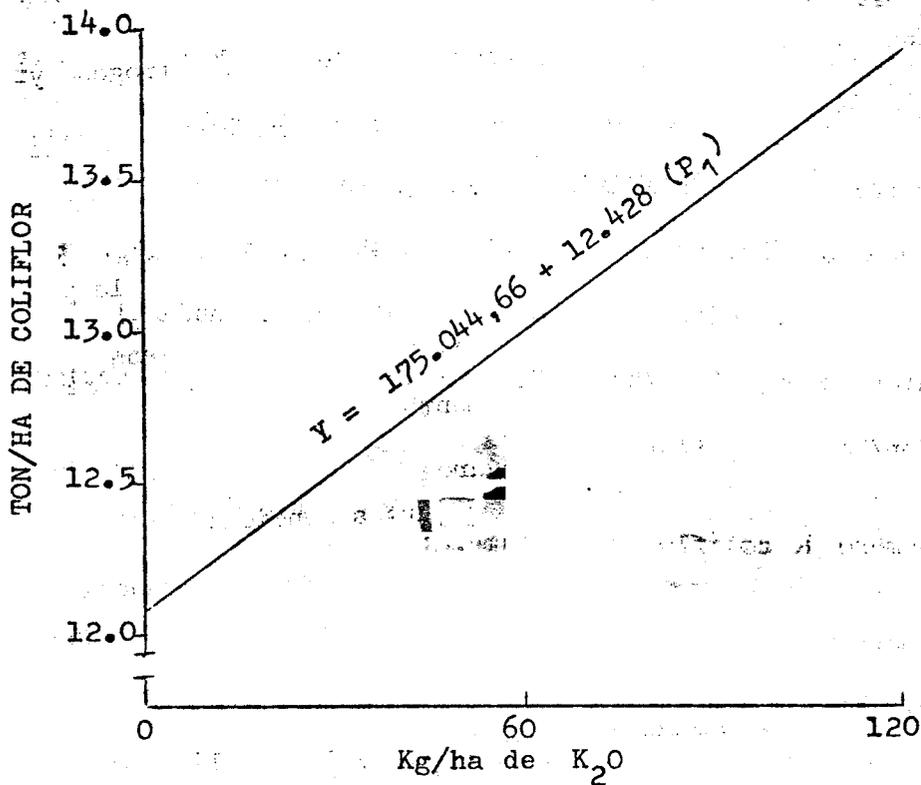


FIGURA 3. Efecto lineal del potasio sobre la producción total de coliflor, variedad Snow ball "A". San Luis de Santo Domingo de Heredia. Diciembre-marzo. 1972-1973.

Segundo experimento:

Producción total en peso de las coliflores:

El fósforo mostró un efecto cuadrático significativo. El nitrógeno y el potasio no obtuvieron respuesta. La respuesta al fósforo se produjo cuando este elemento se aplicó acompañado con una base de 168 Kg/ha de nitrógeno y 90 Kg/ha de K_2O . En la Figura 4, se observa que la producción mínima 15.87 Ton/ha de flor se obtuvo cuando se aplicaron 47.70 Kg/ha de fósforo. El rendimiento aumentó en forma cuadrática hasta 34.04 Ton/ha de flor cuando se agregaron 450 Kg/ha de P_2O_5 . Es decir que con la base de nitrógeno y potasio antes mencionada al aumentar el fósforo en 402.30 Kg/ha de P_2O_5 el incremento de producción fue de 18.17 Ton/ha de coliflor.

Producción y número de coliflores de primera:

Estos dos parámetros fueron afectados en forma cuadrática positiva por el fósforo. En la Figura 5, se observa que con una base de 118 Kg/ha de nitrógeno y 24.77 Kg/ha de potasio, cuando se aplicaron 47.70 Kg/ha de P_2O_5 la producción fue 4.26 Ton/ha de coliflor de primera, y al adicionar 450 Kg/ha de este mismo nutriente se aumentó a 19.17 Ton/ha. Es decir, con el incremento de 402.30 Kg/ha de P_2O_5 se aumentó en 14.91 Ton/ha la cosecha de primera.

Se puede notar en la Figura 6, que con una base de 178.03 Kg/ha de nitrógeno y 21.72 Kg/ha de potasio, el porcentaje de coliflores de primera fue de 23.26 cuando se aplicaron 47.70 Kg/ha de P_2O_5 . Este por-

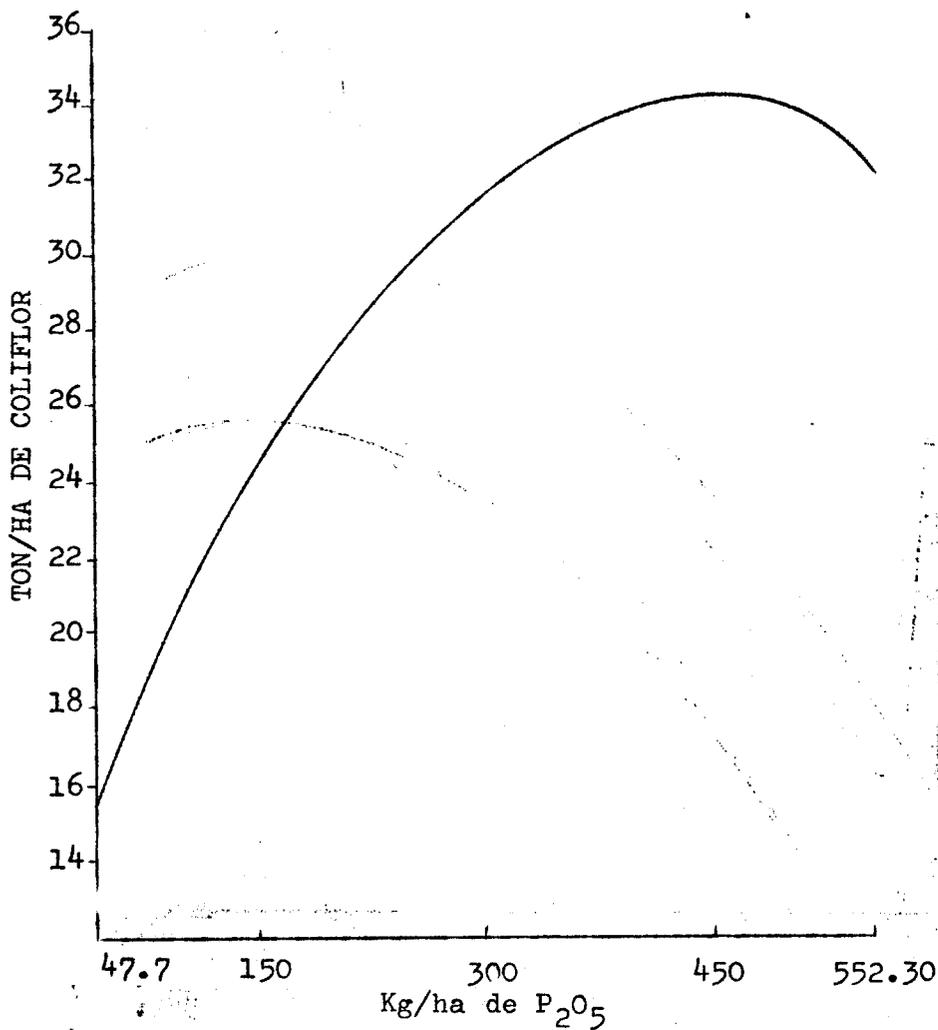


FIGURA 4. Efecto cuadrático del fósforo en el rendimiento total de coliflor con una base de 168 Kg/ha de nitrógeno y 90 Kg/ha de potasio, variedad Snow ball "X", Santa Elena de San Isidro de Heredia. Junio-setiembre 1973.

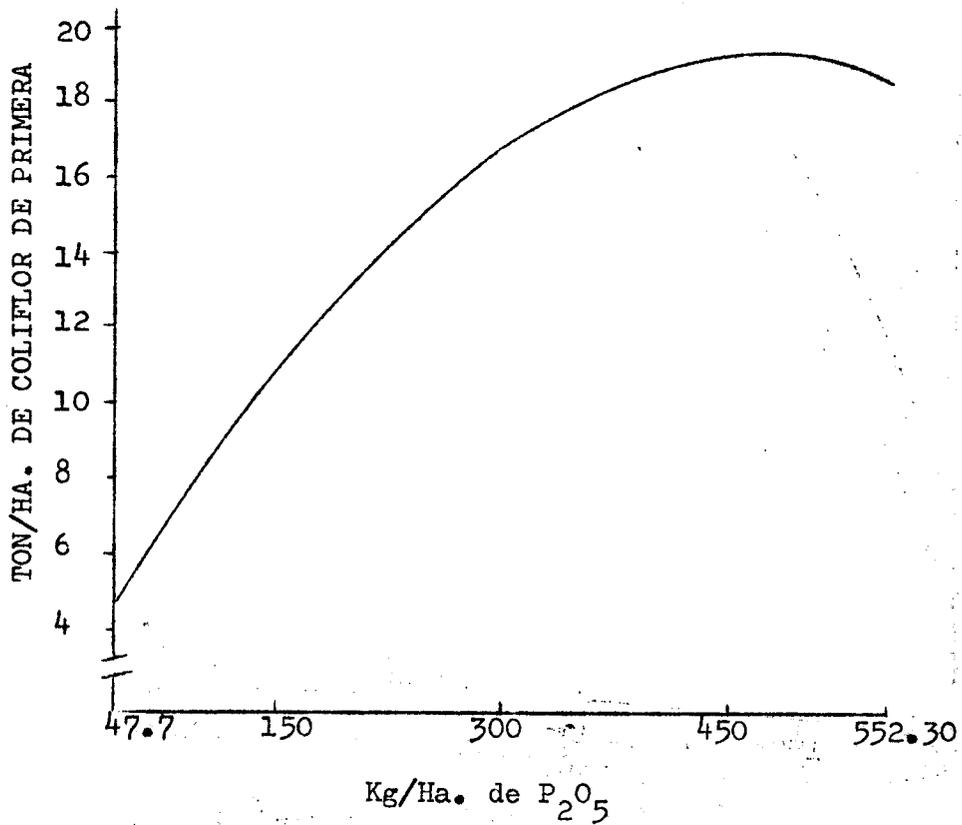


FIGURA 5. Efecto cuadrático del fósforo en el rendimiento de coliflor de primera con una base de 118 Kg/ha. de nitrógeno y 24.77 Kg/ha. de potasio. Variedad Snow ball "E". Santa Elena de San Isidro de Heredia. Junio - setiembre. 1973

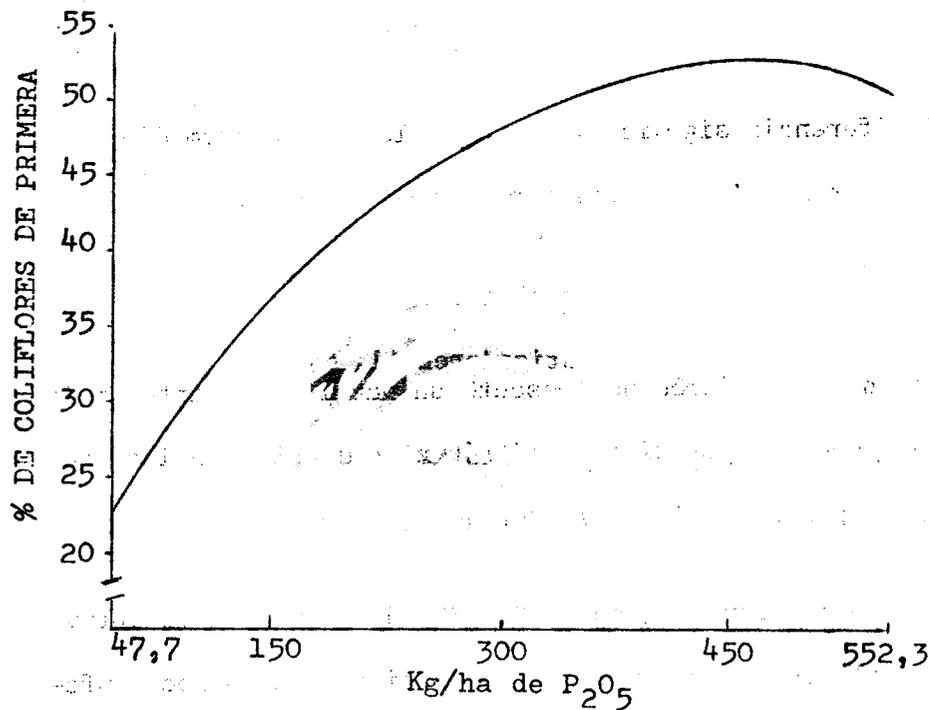


FIGURA 6. Efecto cuadrático del fósforo en el porcentaje de coliflores de primera con una base de 178.03 Kg/ha de nitrógeno y 21.72 Kg/ha. de potasio. Variedad Snow ball "X". Santa Elena de San Isidro de Heredia, junio-setiembre 1973.

centaje aumentó a 52.01 cuando la dosis de P_2O_5 aplicada fue de 450 Kg/ha.

No se presentó diferencia significativa entre los pesos promedios de las coliflores de primera de los diferentes tratamientos.

DISCUSION

En ambos experimentos el nitrógeno presentó un papel importante en la producción. La respuesta positiva al nitrógeno coincide con los resultados obtenidos por otros investigadores (1, 4, 5).

Como se presenta en la Figura 5, con 118 Kg/ha de nitrógeno se obtuvo el mayor peso de flores de primera. Esta cantidad fue un poco inferior a la que se aplicó cuando se obtuvo la mayor producción total y el mayor número de flores de primera. Esto es debido a que cantidades altas de nitrógeno estimulan el crecimiento vegetativo lo que produce cabezas blanco nítido de un tamaño menor y en otros casos retarda el ciclo con lo que se obtiene coliflores más grandes pero de baja calidad. Estas observaciones deben ser investigadas más a fondo.

En las dos oportunidades el fósforo afectó el rendimiento total. Esta información coincide con los resultados obtenidos por Sharma y Sing (9), y Chaudhuri y Yawaltar (4), aunque en ambos casos las dosis de fósforo con las que se obtuvieron los mejores rendimientos fueron inferiores.

Los suelos derivados de cenizas volcánicas en nuestro país contienen mi

nerales de arcilla amorfos con alta capacidad de fijación de fósforo y esta es la razón de usar dosis altas de este elemento.

En el primer ensayo el aumento de la producción al aplicar fósforo es menos notable que en el segundo. Las posibles causas son la diferencia en el fósforo presente en cada suelo y la precipitación. En San Luis el contenido de P del suelo fue de 46 ppm, probablemente por efecto residual de aplicaciones previas de fertilizante. En Santa Elena este elemento se encuentra en el suelo en la cantidad de 4 ppm, que es muy poco pero característico de los suelos vírgenes en esta zona.

El potasio es un elemento que es absorbido en cantidad apreciable por la coliflor y en mayor cantidad que el nitrógeno. Los resultados de ambos ensayos demostraron que el potasio fue un elemento importante para aumentar la producción de coliflor. Este resultado concuerda con las observaciones de Arora, Joshi y Pandey (1).

Los resultados demuestran que es necesario usar fórmulas que contengan nitrógeno, fósforo y potasio para obtener mejor rendimiento y calidad de la coliflor.

RESUMEN

Para estudiar la respuesta de la coliflor al nitrógeno fósforo, potasio y sus interacciones se realizaron ensayos en San Luis de Santo Domingo y en Santa Elena de San Isidro, ambos en la provincia de Heredia.

En el primer experimento se usó la variedad Snow Ball "A" y se probaron tres dosis de cada elemento, N 0, 75 y 150 Kg/ha; P_2O_5 0, 150 y 300 y K_2O 0, 60 y 120 Kg/ha.

La producción total fue afectada en forma lineal positiva por cada uno de los tres elementos y no hubo efecto de interacciones. Por cada aplicación adicional de 75 Kg/ha de nitrógeno, 150 de P_2O_5 y 60 de K_2O se aumentó la producción en 1.54, 0.77 y 0.90 Ton/ha de coliflor, respectivamente.

En el segundo experimento se usó la variedad Snow Ball "X" y se probaron cinco dosis de cada elemento: 23.85, 75, 150, 225 y 276.15 Kg/ha, de nitrógeno, 47.70, 150, 300, 400 y 552.30 de P_2O_5 y 16, 50, 100, 150 y 184 de K_2O .

El fósforo presentó un efecto cuadrático. No se observó respuesta al nitrógeno ni al potasio. La respuesta al fósforo se produjo cuando este elemento se aplicó acompañado por una base de 168 Kg/ha de nitrógeno y 90 de K_2O . Con esta base cuando se aplicaron 47.70 Kg/ha de P_2O_5 el rendimiento total fue de 15.87 Ton/ha de coliflor sin embargo al aumentar la cantidad de fósforo hasta 450 Kg/ha de P_2O_5 la producción aumentó a 34.04 Ton/ha. El rendimiento de coliflores de primera también fue afectado por el fósforo, la mayor producción de 19.20 Ton/ha se obtuvo cuando se aplicaron 450 Kg/ha de P_2O_5 con una base de 118 Kg/ha de nitrógeno y 24.77 Kg/ha de K_2O .

LITERATURA CITADA

- 1- ARORA, P.N., JOSHI, B.S., PANDEY, S.L. Tips for raising the yield of cauliflower. Indian Horticulturist, 1970, 15 (3): 19-20.
- 2- BIANCHINI G., R. Ensayos de fertilización química en el cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en Costa Rica. Tesis de Grado. San Pedro de Montes de Oca. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1973. 61 p.
- 3- BRICEÑO SALAZAR, J.R. Equilibrio del potasio en algunos suelos cafetaleros de Costa Rica. Tesis Lic. Química, San Pedro de Montes de Oca. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias y Letras. Departamento de Química. 1970. 71 p.
- 4- CHAUDURI, B.B., YAWALTAR, K.S. Effect of nitrogen, phosphorus and potash along with farm yard manure on cauliflower. Horticultural Science, Calcutta, 1969, 1:33-37.
- 5- DHESI, N.S., OTROS. Effect of nitrogen, phosphate and potash on the yield of cauliflower. Punjab Horticultural Journal, 1964, 4: 176-179'
- 6- I.F.A.M.. Identificación de zonas productoras y épocas de cosecha de las principales hortalizas y frutas que se producen en Costa Rica. Serie Investigaciones 212, San José, Costa Rica.
- 7- MATHUR, K.L. CHAUHAN, K.S. A note on response of cauliflower to different levels of nitrogen, phosphorus and potassium. Indian Journal of Agronomy, 1971, 15(4) 406-407.
- 8- PIMPINI, F. The effects of mineral and organic fertilizing on the size of cauliflower curds. Revista Ortoflorofrutic, 1965, 49: 356-368.
- 9- SHARMA, J.N. , SINGH, M. Response to levels of nitrogen, doses phosphorus and levels of molybdenum in cauliflower. Indian Journal Agronomy, 1963, 7: 285-290.