

EFFECTO DE LA FERTILIZACION CON NITROGENO Y FOSFORO DEL FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris*) EN UN SUELO DE UPALA ¹

Gerardo Ramírez *

ABSTRACT

Effect of fertilization with nitrogen and phosphorus on common bean (*Phaseolus vulgaris*) in a soil at Upala, Costa Rica. The effect of different doses of nitrogen, (0 to 200 kgN/ha) and phosphorus (0 to 120 kgP₂O₅/ha) on the growth of common bean were studied using a 5 x 4 factorial design.

The nitrogen had a significant lineal effect at 0.01%, meanwhile the phosphorus was at 0.1%. The major production found of 1364 kg/ha with levels of 200 kg of N and 120 kg of P₂O₅/ha, represented an increase of 109% in respect to the evidence, of 652 kg/ha. On the basis of the results obtained, it is determined that the fertilization is one of the important factors in the increase of the production of this grain in Upala.

INTRODUCCION

El frijol común es un componente fundamental de la alimentación del costarricense, ya que contiene cantidades considerables de carbohidratos y proteínas.

En general, el frijol responde a las aplicaciones de nitrógeno y fósforo (3, 4, 5, 8, 18, 19), pero raramente a potasio (6, 14, 22). El alto precio de los fertilizantes y su gran influencia en el aumento de los rendimientos de esta leguminosa, indican la importancia de hacer un uso racional de esos insumos, de acuerdo con las necesidades de cada suelo y cultivo en las distintas zonas, razón por la cual se estableció el presente experimento de fertilizantes NP en Upala, zona frijolera importante en el noroeste del país.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se instaló en los alrededores de la población de Upala, en los terrenos del Consejo Nacional de Producción. El clima corresponde a la zona de vida Bosque Húmedo Tropical con transición a Perhúmedo y el suelo a un Typic Eutropept. En un diseño de bloques al azar y en arreglo factorial se estudió el efecto de 5 dosis de nitrógeno (0 a 200 kg N/ha y 4 de fósforo (1 a 120 kg P₂O₅/ha), en la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Cuadro 1). La parcela experimental constó de 4 surcos de 5 m de longitud separados 0,50 m entre sí. Para evaluar la producción se cosecharon los dos surcos centrales. Se empleó la variedad México-80, precoz y de grano color rojo. El fósforo se aplicó todo al momento de la siembra y el nitrógeno, mitad a la siembra y el resto 4 semanas después. Durante todo el ciclo de crecimiento se mantuvo el experimento libre de insectos por los métodos convencionales. En el Cuadro 2 se presentan las principales características del suelo experimental.

1/ Recibido para su publicación el 5 de abril de 1983.

* Unidad de Suelos, Ministerio de Agricultura y Ganadería San José, Costa Rica.

Cuadro 1. Dosis de nitrógeno y fósforo estudiados

Nivel	Nitrógeno kg N/ha	Nivel	Fósforo kg P ₂ O ₅ /ha
1	0	1	0
2	50	2	40
3	100	3	80
4	150	4	120
5	200		

Se tomaron muestras foliares al inicio de la floración, en cuyo análisis químico se procedió de acuerdo con Waugh y Fitts (20).

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 3 se muestran los datos de producción encontrados para los diferentes tratamientos. La mejor producción de 1364, 3 kg/ha fue para el tratamiento No. 20, que representó un incremento de 109% respecto a la encontrada para el testigo, con 625,3 kg/ha.

En el Cuadro 4 se muestra los efectos separados de nitrógeno y del fósforo en la producción de frijol. En ambos casos se encontraron efectos lineales significativos, a 0,01 y 0,1 por ciento, respectivamente. No se encontró interacción significativa entre el nitrógeno y el fósforo. En general, la producción fue baja, incluso la alcanzada por las dosis más altas de NP, si se considera que se obtuvo en condiciones de manejo experimentales.

Por otra parte, los resultados obtenidos indican una tasa relativamente baja de incremento de la producción, al aumentar las dosis de nitrógeno y fósforo, lo cual indica que algún otro factor, además de las variables estudiadas incidió en la producción. A este respecto, se debe anotar la presencia de un ataque de mediana intensidad del hongo *Sclerotium rolfsii* en la fase tardía del cultivo a partir de la floración, lo cual repercutió en la manifestación de todo el potencial productivo de cada tratamiento. Los efectos lineales encontrados, dejan pensar en la posibilidad de obtener aún mayores incrementos en la producción con cantidades más altas de nitrógeno y fósforo que las empleadas. Lo anterior indica la necesidad de efectuar nuevas investigaciones en la zona experimental con

Cuadro 2. Algunas características del suelo experimental*

pH	P	Ca	Mg	K	Al	Fe	Cu	Zn	Mn
(H ₂ O)	ppm	meq/100 ml suelo			ppm				
6,1	5	10,5	3,15	1,19	0,15	62	9	6,4	9

* P, K, Fe, Cu, Zn, Mn: extracción en solución NaHCO₃ 0,5 N+ EDTA
Ca, Mg y Al: extracción en KCl 1 N.

el fin de estudiar un mayor espectro de distintas dosis de nitrógeno y fósforo y poder determinar así con precisión las dosis óptimas tanto desde el punto de vista fisiológico como el económico.

Las dosis de fertilizantes a recomendar, dependen en buena medida del grado de tecnología que emplee el agricultor pues entre más alta sea ésta, mayor será la posibilidad de un mejor aprovechamiento de los elementos nutritivos empleados, al aumentar el potencial productivo del cultivo. De esta manera, los agricultores avanzados pueden emplear con mayor éxito dosis más altas de fertilizantes, que aquéllos que hacen un menor uso de prácticas culturales adecuadas.

Los resultados de los experimentos de fertilización, especialmente lo que respecta al nitrógeno, son erráticos y un tanto contradictorios. Esto se atribuye a diferencias climáticas, varietales, edáficas, manejo experimental y condiciones fitosanitarias. De esto se explica la diversidad de recomendaciones de fertilización, que para Costa Rica han sido de 12 a 100 kg N/ha y de 19 a 150 kg P₂O₅/ha (2). Para el resto de Centroamérica las correspondientes cifras han sido 12 a 45 kg N/ha y de 20 a 90 kg P₂O₅/ha. Así por ejemplo, Barrios *et al.* (1), en algunos de sus ensayos no encontraron respuesta a nitrógeno, mientras que en otros sitios sí la hubo a 80 kg N/ha. Miyasaka *et al.* (12) en Brasil, únicamente encontraron pocos lugares con respuesta a nitrógeno. Molina (14), en México, concluyó que 60 kg N/ha, era la dosis más adecuada desde el punto de vista económico. Stollberg-Wernigerode (18), coincidió en general con el anterior autor, al realizar varios experimentos en Colombia. A su vez, Edge *et al.* (7) y Ramírez (17), este último en relevo con maíz, no encontraron abatimiento de la curva de producción a 200 kg N/ha en forma similar a lo encontrado en el presente trabajo. Bazán (2) indicó que aplicaciones mayores de 400 kg N/ha podrían ser perjudiciales para el frijol. Aunque es conocida la capacidad de fijación simbiótica de nitrógeno del frijol con bacterias nitrificantes específicas,



RAMIREZ: Fertilización NP en frijol

Cuadro 3. Producción de frijol en función de distintas dosis de nitrógeno y fósforo

Trat. No.	Nitrógeno kgN/ha	Fósforo kgP ₂ O ₅ /ha	Producción kg/ha
1	0	0	652,3
2	0	40	994,3
3	0	80	741,2
4	0	120	975,9
5	50	0	1064,7
6	50	40	1022,6
7	50	80	1082,3
8	50	120	1300,8
9	100	0	808,3
10	100	40	1037,6
11	100	80	1244,6
12	100	120	1259,9
13	150	0	973,6
14	150	40	1134,2
15	150	80	1272,2
16	150	120	1278,2
17	200	0	1231,6
18	200	40	1316,0
19	200	80	1311,9
20	200	120	1364,3

Cuadro 4. Efecto del nitrógeno y el fósforo en la producción del frijol

Fósforo		Nitrógeno	
kg N/ha	Producción kg/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	Producción kg P ₂ O ₅ /ha
0	900	0	965
50	1000	40	1055
100	1101	80	1146
200	1301	120	1237
Efecto Lineal 0,01%		Efecto Lineal 0,01%	

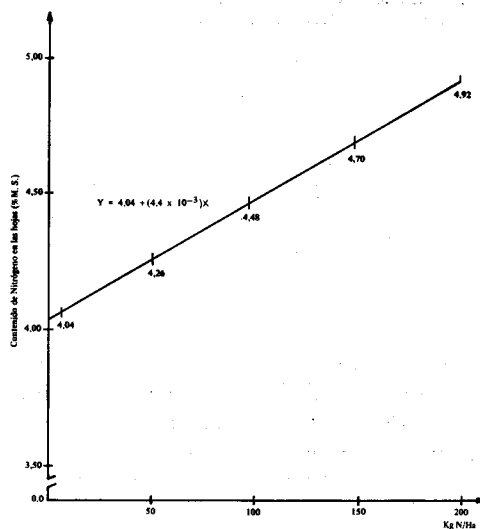


Fig. 1. Influencia del abonamiento nitrogenado en el contenido foliar de nitrógeno. Contenido de nitrógeno en las hojas (% M.S.).

raramente se han encontrado inoculaciones exitosas en condiciones de campo. En Costa Rica la inoculación de semillas de frijol con bacterias nitrificantes ha sido ineficaz en mejorar la nutrición nitrogenada del cultivo (6, 10, 15). Respecto a fósforo, en la mayoría de los suelos el frijol responde a este elemento nutritivo, desde dosis bajas (8, 9, 19), a dosis que alcanzan 400 kg P₂O₅/ha (4). Baraga *et al.* (3) encontraron en suelos de Minas Gerais, Brasil, una respuesta lineal positiva a fósforo empleando dosis hasta 120 kg P₂O₅ / ha.

El mismo resultado fue obtenido por Miyasaka *et al.* (13) en suelos de Arenito Bauru, Brasil coincidiendo con los resultados del presente experimento. Por otra parte en algunos suelos de Colombia, se ha encontrado respuesta a altas cantidades de fósforo del orden de 200, 300 y 400 kg P₂O₅/ha (18, 5, 4, respectivamente). Herrera (9) realizó ensayos de fertilización en Acosta y Aserri, Costa Rica, y concluyó que las dosis más recomendables era 50 kg N/ha y 70 kg P₂O₅/ha.

Respecto a los contenidos de nitrógeno y fósforo en las hojas, el primero mostró un efecto lineal significativo al 0,1 por ciento en función de dosis crecientes de nitrógeno (Fig. 1), mientras que no se encontró efecto significativo en el tenor de fósforo al incrementarse la fertilización fosfórica. El contenido promedio de fósforo total estuvo alrededor de 0,30%. El tenor de nitrógeno en las hojas experimentó un aumento de alrededor de una unidad, de cerca de 4% en el nivel 0 de nitrógeno a cerca de 5% con la dosis de 200 kg N/ha. En condiciones de solución nutritiva, Ramírez (16) encontró un tenor de nitrógeno en láminas foliares de 5,18% en plantas normales, mientras que el correspondiente contenido en plantas deficientes fue de 2,12%. Mackay y Leefe (11) a su vez indicaron un nivel crítico de 5,10% de nitrógeno en

las hojas. Los valores de esas investigaciones son similares al de presente experimento con la dosis más alta de nitrógeno.

Un ensayo de fertilización está sujeto a una serie de variables intrínsecas y extrínsecas, de tal manera que los resultados difieren de año a año, y de zona a zona en un mismo tipo de suelo. Para tener resultados confiables, es necesario realizar experimentos en una misma localidad durante varios años y así obtener un promedio reflejo de los cambios, especialmente climáticos, que ocurren en el área, en un período considerable. En el futuro inmediato se deben instalar nuevos ensayos en Upala, para llegar a conclusiones definitivas sobre las necesidades de fertilización del frijol común en esa importante zona frijolera.

RESUMEN

En un arreglo factorial 5 x 4 se estudió el efecto de diferentes dosis de nitrógeno, de 0 a 200 kg N/ha y fósforo, de 0 a 120 kg P₂O₅/ha, en el crecimiento del frijol común, en un suelo de Upala. El nitrógeno tuvo un efecto lineal significativo al 0,01%, mientras que para el fósforo fue lineal significativo al 0,1%. La mayor producción encontrada, de 1364 kg/ha con niveles de 200 kg de N y 120 kg de P₂O₅/ha, representó un incremento de 109% respecto a la del testigo, de 652 kg/ha. Con base en los datos obtenidos, se concluye que la fertilización es uno de los factores importantes en el aumento de la producción de este grano en el cantón de Upala.

LITERATURA CITADA

- BARRIOS, A., *et al.* Resultados de ensayos de fertilización en caraota (*Phaseolus vulgaris* L.) Agronomía Tropical (Venezuela) 20 (5): 355-369. 1970.
- BAZAN, R. Fertilización con nitrógeno y manejo de leguminosas de grano en América Central In E. Bornemisza y A. Alvarado, eds. Manejo de suelos en la América Tropical. Seminario sobre Manejo de Suelos y el Proceso de Desarrollo en América Tropical. CIAT, Cali, Colombia. Soil Science Department North Carolina State University. Raleigh, U.S.A. 1974. pp. 234-252.
- BRAGA, J. M. *et al.* Vinte ensaios de abundação N-P-K da cultura do feijão na zona da Mata, Minas Gerais. Revista Ceres 2 (111): 370-380. 1973.
- CIAT. Sistemas de producción de frijol. In Informe Anual 1975, Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 1976.
- CIAT. Sistemas de producción de frijol. In Informe Anual 1976. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 1977.
- CHACON, M. E. Ensayo sobre fertilización nitrogenada e inoculación de frijoles. Tesis. Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 1961. 72 p.
- EDGE, O. T., MUGHOGHO, L. K. y AYONOADU, U.W.U. Responses of dry beans to varying nitrogen levels. Agronomy Journal 67: 251-254. 1975.
- GUAZELLI, R. J., *et al.* Efeitos agronomicos e economicos do calcario, nitrogenio, fosforo, potasio, enxofre e micronutrientes nos rendimientos de soja, feijão e arroz em Uberaba. Minas Gerais; Pesquisa Agropecuaria Brasileira, Serie Agronomia 8: 29-37. 1973.
- HERRERA, M. A. Ensayos de fertilización en frijoles (*Phaseolus vulgaris* L.) en cinco distintas localidades de los cantones de Acosta y Aserrí. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 1964. 84 p.
- IGLESIAS, G. E. Ensayo sobre fertilización nitrogenada e inoculación. In Reunión Latinoamericana de Fitotecnia, 5^o, Buenos Aires, INTA. v. 2. 1962.
- MACKAY, D. C. y LEEFE, J. S. Optimum leaf levels of nitrogen, phosphorus and potassium in sweet corn and snap beans. Canadian Journal of Plant Science 42: 238-246. 1962.
- MIYASAKA, S., FREIRE, E. S. y MASCARENHAS, H. A. A. Modo e época de aplicação de nitrogenio na cultura do feijoeiro. Bragantia 22 (4): 511-519. 1963.
- MIYASAKA, S. *et al.* Adubação verde, colagem e adubação mineral do feijoeiro em solo com vegetação de cerrado. Bragantia 24 (26): 321-338. 1965.
- MOLINA, O. Efecto de la fertilización nitrogenada, sobre algunos componentes fisiológicos del rendimiento y el contenido de nitrógeno en la planta, en seis variedades de frijol *Phaseolus vulgaris* L. Tesis Mag. Sci. Chapingo, México, Escuela Nacional de Agricultura, Colegio de Posgraduados, 1975, 109 p.
- QUIRCE, C. Ensayo de fertilización NPKCa e inoculación de frijoles. Tesis Ing. Agrónomo.

Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 1960. 67 p.

16. RAMIREZ, G. F. Síntomas de deficiencia de minerales en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y sus relaciones nutritivas específicas. Tesis Ing. Agrónomo. Facultad de Agronomía. Universidad de Costa Rica. 1969. 66p.
17. RAMIREZ, G. *et al.* Nitrogen fertilization of beans in relay-intercrop corn and beans in Alajuela, Costa Rica *In* Agronomic-economic Research on Tropical Soils. Annual Report for 1975. Soil Science Department. North Carolina State University. Raleigh, U.S.A. 1976. pp.200-204.
18. STOLBERG-WERNIGERODE, A. GRAF ZU. Einfluss der N/P Duengung auf Ertrag und Protein von Buschbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) auf verschiedenen Standorten in Kolumbien. Tesis Doctoral. Universidad Justus-Liebig. Giessen, República Federal de Alemania. 1977. 196 p.
19. VALLE, R. DEL. Efecto de siete niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada sobre el rendimiento del frijol, bajo condiciones del Jalpatagua. XX Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula. Honduras, 1974.
20. WAUGH, D. L. y FITTS, J. W. Estudios de interpretación de análisis de suelo, laboratorio y macetas. Estación Experimental Agrícola de la Universidad Estatal de Carolina del Norte. Serie del Proyecto Internacional de Análisis de Suelo. Boletín Técnico No. 3. 1966.