

## Respuesta del frijol en su crecimiento y rendimiento tras aplicar un fertilizante multinutricional sólido soluble

Luz LI. Cázarez Flores<sup>1</sup>, Leopoldo Partida Ruvalcaba<sup>1</sup>, Leidy Cortegaza Ávila<sup>2</sup>, Tomás Díaz Valdés<sup>2</sup>, Norma D. Zazueta Torres<sup>3</sup>, Moisés G. Yáñez Juárez<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa, Culiacán, México.

<sup>2</sup>Universidad Central del Este; San Pedro de Macoris, República Dominicana,

<sup>3</sup>Facultad de Agricultura del Valle del Carrizo, Sinaloa, México,

<sup>4</sup>Tecnológico Nacional de México/ ITS El dorado, Culiacán, Sinaloa, México.

Responsable de correspondencia, Mail: [norma.zt@eldorado.tecnm.mx](mailto:norma.zt@eldorado.tecnm.mx)

Recibido: 6 nov.

Aceptado: 7 ene. 2024

### RESUMEN

Para conocer las diferencias de expresión de caracteres entre poblaciones de frijol cultivado con nitrógeno proveniente de urea y frijol manejado con fertilizante multinutricional. El 16 de noviembre de 2017 se sembró el cultivar 'Higuera' en hileras sencillas. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones; las parcelas experimentales tuvieron cinco surcos de 150 m de largo, separación entre surcos de 0.80 m, y parcela útil con los tres surcos centrales de la parcela experimental. Los tratamientos aplicados fueron un fertilizante multinutricional compuesto por N (39.5%), P (21.4%), K (21.4%), S (17.3%), Mg (0.3%), Mn (0.02%), Fe (0.011%), B (0.018%), Zn (0.007%) y Cu (0.014%) y la urea, de los cuales se aplicaron 250 kg de N ha<sup>-1</sup> en una sola ocasión, más los kilogramos correspondientes a los otros macro y micro nutrientes del fertilizante multinutricional, en el fondo de un surco de aproximadamente 7.0 cm de profundidad que se formó a un lado de las hileras de plantas, el mismo día de la fertilización (11 de Diciembre de 2017) se aplicó el primer riego de auxilio por gravedad para diluir el fertilizante y facilitar su absorción por parte de las plantas. El fertilizante multinutricional, compuesto por diez elementos, ocasionó ligero incremento sin diferencias estadísticas en casi todas las variables de respuesta evaluadas, en comparación con los promedios obtenidos de las parcelas cultivadas solamente con urea; sin embargo, todas las variables se incrementaron y eso indicó una tendencia a la expresión de mejores respuestas debido al fertilizante multinutricional.

**PALABRAS CLAVE:** Nutrientes; Respuestas del frijol; Crecimiento; Contenido de clorofila; Rendimiento

### ABSTRACT

Response of beans in its growth and yield after applying a soluble solid multinutritional fertilizer. To know the differences in trait expression between bean populations grown with nitrogen from urea and beans managed with multinutritional fertilizer. On November 16, 2017, the 'Higuera' cultivar was planted in simple rows. The experimental design was complete randomized blocks with three repetitions; The experimental plots had five furrows 150 m long, separation between furrows of 0.80 m, and a useful plot with the three central furrows of the experimental plot. The treatments applied were a multinutritional fertilizer composed of N (39.5%), P (21.4%), K (21.4%), S (17.3%), Mg (0.3%), Mn (0.02%), Fe (0.011%), B (0.018%), Zn (0.007%) and Cu (0.014%) and urea, of which 250 kg of N ha<sup>-1</sup> were applied on a single occasion, plus the kilograms corresponding to the other macro and micronutrients of the fertilizer multinutritional, at the bottom of a furrow approximately 7.0 cm deep that was formed on one side of the rows of plants, on the same day of fertilization (December 11, 2017) the first gravity help irrigation was applied to dilute the fertilizer and facilitate its absorption by the plants. The fertilizer multinutritional composed of ten elements, caused a slight increase without statistical differences in almost all the response variables evaluated, compared to the averages obtained from the plots cultivated only with urea; However, all variables increased, and this indicated a tendency towards the expression of better responses due to the multinutritional fertilizer.

**KEYWORDS:** Nutrients; Bean responses; Growth; Chlorophyll content; Yield

### INTRODUCCIÓN

En México, el frijol tiene la cuarta posición en importancia por la superficie que ocupa, después del maíz, pastos y sorgo. Durante el año agrícola 2015 se cosecharon 1.56 millones de hectáreas, de las cuales el 90 por ciento se cultivaron en condiciones de temporal. Debido a lo anterior, la cantidad y distribución de la precipitación es

uno de los principales factores que afectan la productividad del cultivo. En 2014, la producción nacional de frijol se redujo a una tasa anual de 4.2 por ciento, mientras que en 2015 disminuyó 23.9 por ciento con respecto al año previo, para ubicarse en 969.1 miles de toneladas (Reyes, 2014), mientras que en el 2015 la superficie sembrada con frijol fue de 220,163 ha, y se cosecharon 196,431, con una producción total de 192,518 t y un rendimiento promedio de 0.980 t ha<sup>-1</sup> (SIAP, 2017).

Para saber qué cantidad de fertilizante o cual fertilizante se utilizará, el primer paso es el análisis del suelo para saber qué fertilidad tiene y de ahí partir para determinar que fertilizante se utilizará. Debe tomarse en cuenta la posible fijación de nitrógeno atmosférico por bacterias del género *Rhizobium*. Es conveniente verificar la nodulación alrededor de los 30 días después de la siembra. En casos de escasa o nula nodulación, agregar la cantidad que puede aprovecharse por este proceso, siempre que el análisis del suelo indique baja disponibilidad de N en el suelo, la cantidad puede variar de 60 a 120 kg ha<sup>-1</sup> de N (Reyes, 2014).

El peso, volumen y rendimiento de grano son características que están relacionadas con sustancias como el almidón, aminoácidos y proteínas que, según Freifelder (1988), Lea y Leegood (1993), forman parte de las células vegetales, mismas que para su síntesis se necesita de mensajes contenidos en el código genético que conforman los codones del ADN.

Diferentes alternativas de fertilización provocan un efecto directo en el crecimiento de las plantas de frijol, nodulación, rendimiento y sus componentes, por lo que es recomendable la utilización de combinaciones de fertilizantes químicos, orgánicos y biofertilizantes para la obtención de altos rendimientos de forma sostenible (Ramírez y Ramos, 2010). El objetivo de esta investigación fue determinar los efectos que ocasiona un fertilizante multinutricional (constituido con diez nutrimentos) en el crecimiento y rendimiento de grano de las plantas de frijol, en comparación a las respuestas que induce la urea que sólo contiene nitrógeno.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en campo abierto de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Sinaloa, ubicada en el km 17.5 de la Carretera Culiacán-Eldorado, con coordenadas 24° 37' 29" N y 107° 26' 36" O, con una altura de 38 m sobre el nivel del mar. El clima es semiárido, con lluvias en verano y una precipitación media anual de 800 mm (García, 1988).

La siembra se realizó el 16 de noviembre de 2017, se sembró el cultivar 'Higuera', con separación de 10 cm entre semillas.

El diseño experimental fue bloques completos al azar, con tres repeticiones; las parcelas experimentales constaron de cinco surcos de 150 m de largo y con separación entre surcos de 0.80 m, donde la parcela útil fueron los tres surcos centrales de la parcela experimental.

Los tratamientos aplicados fueron un fertilizante multinutricional compuesto por N (39.5%), P (21.4%), K (21.4%), S (17.3%), Mg (0.3%), Mn (0.02%), Fe (0.011%), B (0.018%), Zn (0.007%) y Cu (0.014%) y la urea, de los cuales se aplicaron 250 kg de N ha<sup>-1</sup> en una sola ocasión, más los kilogramos correspondientes a los otros macro y micronutrientes del fertilizante multinutricional, en el fondo de un surco de aproximadamente 7.0 cm de profundidad que se formó a un lado de las hileras de plantas, esto se realizó el día 11 de Diciembre de 2017 y primer riego de auxilio por gravedad para diluir el fertilizante y facilitar su absorción por parte de las plantas.

Las variables de estudio fueron, contenido de clorofila (verdor) que se midió con Spad 502, número de vainas, peso de granos cosechados en la unidad experimental, peso y volumen de 1000 granos, densidad de granos, contenido de proteínas y rendimiento por hectárea.

El verdor se midió en los tres folíolos, en la hoja que estaba fisiológicamente madura, se realizó con Spad-502. El número promedio de vainas se determinó en una muestra de 20 plantas por repetición. El peso de granos cosechados en la unidad experimental y el peso de 1000 granos se determinó con báscula de precisión de la marca Monterrey, el volumen (mL) se cuantificó con probeta de un litro a través del desplazamiento del volumen base de agua y el valor observado después de depositar los 1000 granos, densidad de granos (p/v), contenido de proteínas que se estimó en el laboratorio de Bromatología de la Facultad de Agronomía por el método Kjeldahl, mientras que el rendimiento por hectárea se calculó en base a la producción que se obtuvo de la parcela útil.

Todos los datos se sometieron al análisis de varianza y a la comparación múltiple de medias, con el procedimiento proc glm del programa SAS Institute (1996), así como la prueba de comparación múltiple de medias Duncan, con  $\alpha \leq 0.05$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza para el verdor de hojas indicó diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los efectos que ocasionaron el fertilizante multinutricional y la urea, pero la prueba de comparación de medias de Duncan (Cuadro 1) no detectó dichas diferencias; sin embargo, se pudo notar que con el fertilizante multinutricional el verdor de las plantas se incrementó 5.4% en comparación con el que tuvieron las plantas cultivadas sólo con urea, esto concuerda con la hipótesis planteada en la investigación. El número de vainas por planta se incrementó 27.1%, el peso de grano por parcela 8.7%, el peso de 1000 granos 5.7% y el volumen de 1000 granos 5.6%. Lo anterior resolvió la duda planteada en esta investigación, comprobó la hipótesis que se formuló y permitió lograr el objetivo que consistió en determinar los efectos que ocasiona un fertilizante multinutricional en el crecimiento y rendimiento de grano de las plantas de frijol, en comparación a la urea. Además, estos resultados también indican que el ligero incremento que se tuvo fue debido al N y a los nutrientes complementarios que se aplicaron, y que quizás los resultados puedan ser mejores si los nutrientes se depositan en otro nivel de mayor profundidad del suelo, ya que para esta investigación se depositaron a la profundidad de aproximadamente 7.0 cm y muy cercanos a la hilera de plantas.

Tratamientos	Verdor (Unid. Spad)	Vainas por planta	Peso de granos por parcela (kg)	Peso de 1000 Granos (g)
Multinutricional	30.52 a	25.8 a	2.98 a	338.33 a
Urea	28.95 a	20.3 b	2.74 a	320.00 a

Tabla 1: Promedios de verdor y de variables componentes del rendimiento que se lograron con dos tipos de fertilizantes sólidos solubles

Medias con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Duncan,  $\alpha \leq 0.05$ ).

Los incrementos antes mencionados deben tener relación con lo que mencionan Salisbury y Ross (2000) acerca de la inclusión de macro y micronutrientes en las moléculas de DNA, RNAm, RNAr, RNAt, proteínas estructurales, enzimas y coenzimas, estos últimos dos tipos de sustancias de las que forman parte o las activan para que se puedan realizar otras reacciones bioquímicas, como las necesarias para la formación de moléculas de clorofila que se relacionan con el verdor y la fotosíntesis de las plantas, o de aquellas que se requieren para la síntesis de los ácidos nucleicos, proteínas estructurales y de todas aquellas sustancias que se requieren para la división y crecimiento celular y, en consecuencia, con el crecimiento, desarrollo, tamaño, peso, volumen y densidad de los diferentes órganos de las plantas, como las vainas por planta y peso de granos.

En tabla 2 se puede observar que entre los valores promedio de las variables de estudio indicadas no ocurrieron diferencias estadísticas significativas; no obstante, el volumen de 1000 granos fue superior en 5.6%, la densidad de granos se incrementó 3.0%, el contenido de proteína fue 0.7% más alto y el rendimiento de grano 8.5%. Sin embargo, debido a que las cuatro variables en cuestión tuvieron valores superiores con respecto a lo expresado cuando las plantas fueron fertilizadas con urea, eso también indicó que las respuestas expresadas se dieron como consecuencia de los nutrientes aplicados, y que un fertilizante con esa composición si conlleva a la mejora de características en el frijol.

Tratamientos	Volumen de 1000 granos (cm <sup>3</sup> )	Densidad de granos (p/v)	Contenido de proteína (%)	Rendimiento de grano (t ha <sup>-1</sup> )
--------------	--	--------------------------------	------------------------------	---

Multinutricional	250.00 a	1.37 a	15.2 a	1.240 a
Urea	236.67 a	1.33 a	15.1 a	1.143 a

Tabla 2: Promedios de dos variables de estudio componentes del rendimiento, contenido de proteína y rendimiento ha-1.

Medias con la misma letra en la columna son estadísticamente iguales (Duncan  $\leq 0.05$ ).

Estos resultados, en general, coinciden con lo publicado por Molina (2003), ya que este autor refiere que los fertilizantes ocasionan diversos efectos favorables en las plantas, como incrementar el crecimiento de los cultivos, incrementar la sanidad de las plantas y mejorar la calidad de la cosecha. Asimismo, suplir deficiencias nutricionales de los cultivos, restituir nutrientes extraídos por la cosecha, mantener o mejorar la fertilidad del suelo, mejorar resistencia de los cultivos a enfermedades, incrementar los rendimientos y aumentar la rentabilidad del cultivo.

Además, estos resultados también indican que el fertilizante multinutricional utilizado y la dosis aplicada en esta investigación no conllevó a un exceso de sales en el suelo, ya que no se observaron trastornos fisiológicos en las plantas, como lo mencionan (Mosavian y Eshraghi-Nejad, 2013), tampoco se notaron limitaciones en el crecimiento y desarrollo de las plantas, o en la productividad del cultivo, como lo hicieron saber Barakat *et al.* (2013).

En otro aspecto, los incrementos que ocasionó el fertilizante multinutricional fueron consecuencia de una mayor actividad genética de las células, ya que para metabolizar el nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio, entre otros nutrientes e incrementar el volumen y densidad de granos, contenido de proteínas y el rendimiento de granos por hectárea, se requirieron más enzimas que sólo pudieron sintetizarse, según Strickberger (1978), Conn y Stumpf, 1980) por la transcripción de mensajes del DNA en el mRNA y la traducción de éstos en los ribosomas, donde necesariamente también participó mayor cantidad de enzimas en la unión de aminoácidos, como la aminoacil-tRNA sintetasa y la peptidil transferasa, mismas que se constituyeron por la previa síntesis de los aminoácidos necesarios en su composición.

## CONCLUSIONES

El fertilizante multinutricional, compuesto por diez elementos, ocasionó ligero incremento sin diferencias estadísticas en casi todas las variables de respuesta evaluadas, en comparación con los promedios obtenidos de las parcelas cultivadas solamente con nitrógeno proveniente de urea, con lo que a su vez se pudo deducir que las diferencias de respuesta fueron la consecuencia del aprovechamiento que tuvieron las plantas con respecto a los nutrientes que se adicionaron al suelo con el fertilizante multinutricional.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barakat, N., Laudadio V., Cazzato E. and Tufarelli V. 2013. Antioxidant Potential and Oxidative Stress Markers in Wheat (*Triticum aestivum*) Treated with Phytohormones under Salt-Stress Condition. *Int. J. Agric. Biol.*, 15(5): 1-11.
2. Conn, E. E. y Stumpf P. K. 1980. *Bioquímica Fundamental*. Editorial Limusa, S. A. México, D. F. 631 p.
3. Freifelder, D. 1988. *Fundamentos de Biología Molecular*. Editorial Acirbia, S, A, Saragoza, España. 329 p.
4. García, A. E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM, México. 217 p.
5. Lea, P. J. and Leegood R. C. 1993. *Plant Biochemistry and Molecular Biology*. Editorial John Wiley & Sons, New York, Ny, USA. 312 p.
6. Mosavian, S. N. and Eshraghi N. M. 2013. Effect of NaCl and CaCl<sub>2</sub> stress on germination indicators and seedling growth of canola. *Int. J. Farm. & Alli. Sci.*, 2 (2): 32-37.
7. Ramírez, O. R. y Ramos P. M. A. 2010. Mejoramiento de la producción del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) con el uso de alternativas de fertilización. *Holguín Ciencias*, 16 (2): 1-9.
8. Reyes C. R. 2014. Paquete tecnológico del cultivo del frijol. *Panorama agropecuario*. Revista mensual del campo,
9. Ribeiro C. A., I. Katz, A. P. Souza y R. A. Martínez U. (2015) Índice SPAD en el crecimiento y desarrollo de plantas de

lisianthus en función de diferentes dosis de nitrógeno en ambiente protegido. IDESIA (Chile) 33:97-105.  
<http://dx.doi.org/10.4067/S071834292015000200012>.

10. Molina, M. E. 2003. Fertilizantes: Conceptos Básicos y Definiciones. *In*: Fertilizantes: Características y Manejo (Ed. Gloria Melendez Crelis y Eloy Molina Rojas). Centro de Investigaciones Agronómicas y Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 139 p.
11. Salisbury, F. B. y Ross C. W. 2000. Fisiología de las Plantas. Paraninfo Thomson Learning, Madrid, España, 988 p.
12. SAS Institute. 1996. SAS User's Guide: SAS Institute Inc., Cary, N. C. pp: 1181-1191.
13. SIAP. 2017. Servicio de información agroalimentaria y pesquera.
14. Strickberger, M. W. 1978. Genética. Ediciones Omega, S. A. Imprenta Juvenil S. A. Barcelona, España. 937 p.