

Comunicación corta

RESULTADOS PRELIMINARES DEL EFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOBRAS-16 EN EL CULTIVO DEL FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

Short communication

Preliminary results applications effects Biobras-16 in bean crop (*Phaseolus vulgaris* L.)

Lissy Rosabal Ayan[✉], Lisbel Martínez González, Yanelis Reyes Guerrero y Miriam Núñez Vázquez

ABSTRACT. The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is fundamental in cubans meals, but 60 000 tons are imported yearly. Our government has been created programs to augment the national production of this legume. Substitution of importations by the production and commercialization of natural products that lead the increment of yield are been created. In this work it is evaluated the effect of the Biobras-16 (BB-16) in the growth and yield of black beans variety Tomeguín 93, spray to seeds or to leaves. Two experiments were performed, at the first, 15 kg of seeds were sprayed with 150 mL of BB-16 (0,5 mg.L⁻¹) and after 24-48 hours the seeds were sown with a control treatment, and at the second it was sprayed the leaves with a total doses of BB-16 equivalent to 20 mg.ha⁻¹ in one time (flowering stage) and two times (plant growth and flowering stages). The result shows that foliar spray effectiveness in two times in the stimulation of the valuables studies: stem length, sheaths length, number of sheaths and grains, except the 100 grains mass average. It was obtained an increase in 37,7 and 61,3 % in the grains mass average per plant, for one and two times, respectively. This result has great importance in the scientist and economic ambits, and for the future possible application of BB-16 in the production.

RESUMEN. En Cuba anualmente se importan alrededor de 60 000 t de frijoles para poder satisfacer la demanda de la población. El gobierno cubano ha creado programas para la sustitución de importaciones mediante la producción y comercialización de productos naturales que faciliten el incremento de la producción nacional. En este trabajo se evalúa el efecto que el Biobras-16 (BB-16), asperjado a las semillas o foliarmente, ejerce en el crecimiento y rendimiento de plantas de frijol negro variedad Tomeguín 93. Para ello se ejecutaron dos experimentos; en el primero se asperjaron 15 kg de semillas con 150 mL de BB-16 (0,5 mg.L⁻¹) y posterior a las 24-48 horas, las semillas se sembraron con su correspondiente control. En el segundo experimento, se asperjó foliarmente con una dosis total equivalente a 20 mg.ha⁻¹ y se emplearon uno (etapa de floración) y dos momentos de aplicación (etapas vegetativa y de floración). Se utilizó un diseño experimental en bloque al azar con tres tratamientos y tres réplicas, con las atenciones habituales del agricultor. Los resultados demuestran la efectividad de la aspersión foliar fraccionada en dos dosis en la estimulación de los indicadores evaluados: longitud del tallo, longitud de las vainas, el número de vainas y de granos, lo que no se obtuvo con la masa promedio de 100 granos. Se obtuvo un incremento en la masa de granos promedio por planta en 37,7 y 61,3 %, para una y dos aspersiones, respectivamente; lo cual es de gran importancia científico-técnica y económica para la posible extensión futura del BB-16 en la práctica productiva.

Key words: bean, performance, brassinosteroids, foliar application

Palabras clave: frijol, rendimiento, brassinosteroides, aplicación foliar

Lissy Rosabal Ayan, Reserva Científica; Lisbel Martínez González, Especialista; M.Sc. Yanelis Reyes Guerrero, Aspirante a Investigador y Dra.C. Miriam Núñez Vázquez, Investigadora Titular del departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

✉ lissy@inca.edu.cu

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las leguminosas más estudiadas en América Latina. En esta región es la fuente principal de proteínas, teniendo menor costo que la de origen animal, y de ahí su efecto suplementario sobre las dietas compuestas por cereales. Además, es un componente fundamental para los latinoamericanos (1).

También, se ha determinado que no solo suministra proteínas y carbohidratos, sino cantidades importantes de vitaminas y minerales. Se ha informado que con la ingestión diaria de 70,5 g de frijol negro se puede obtener 1,34 % (0,447 mg) de ácido fólico; 19,1 % (4,82 mg) de hierro; 35,5 % (195,6 mg) de magnesio y 15,9 % (3,96 mg) de zinc. Además, en las variedades de este color se destaca la presencia de antocianinas, indispensables en la prevención de enfermedades, entre ellas el cáncer de colon, la arterosclerosis y las inflamaciones intestinales (2).

En Cuba, el frijol es fundamental en las comidas. Como promedio se llegan a consumir 23 kg anuales por habitante (3). Sin embargo, la producción desde hace años no satisface las necesidades de consumo. Esto se debe a la presencia de diferentes factores, dentro de los cuales cobran mucha importancia los bióticos (4), sumándole el efecto de variables meteorológicas, donde la sequía y el paso de huracanes hacen estragos.

Para el consumo de los cubanos, es necesaria la compra anual de alrededor de 60 000 toneladas de la leguminosa. En el mercado mundial el precio del frijol negro ha tendido al alza desde septiembre de 2010, con un promedio de 822 USD.t⁻¹ y en marzo de 2011 es de 1013 USD.t⁻¹; mientras el precio del frijol rojo, en esa misma fecha, según la FAO^A, ascendía a 1843 USD.t⁻¹.

En Cuba, se han ejecutado varios programas para mejorar esta situación, como han sido, la introducción de variedades con buena adaptación a nuestras condiciones y resistentes al virus del Mosaico Dorado (5) y el Fitomejoramiento Participativo (FP), programa donde la activa participación de los campesinos en la selección, experimentación, multiplicación y conservación de las semillas, ha posibilitado el fortalecimiento del flujo de variedades; así como el incremento de los rendimientos (6). No obstante, otra alternativa a desarrollar, es la creación de las condiciones para la producción y comercialización de productos naturales, con el objetivo de sustituir importaciones, y disminuir los costos de producción a nivel nacional.

El Biobras-16 es una formulación producida en Cuba, que tiene como ingrediente activo un análogo espiroestanoide de brasinoesteroides y ha sido utilizada como estimuladora de los rendimientos agrícolas en varios cultivos de importancia económica.

Por estas razones, en el siguiente trabajo nos propusimos evaluar el efecto que el Biobras-16 (BB-16), asperjado a las semillas o foliarmente, ejerce en el crecimiento y rendimiento de plantas de frijol negro variedad Tomeguín 93.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el periodo noviembre-marzo 2010-2011, en la finca «Baños de Marrero» de la Cooperativa de Crédito y Servicio Fortificada (CCSf) «Obdulio Morales», ubicada en el municipio de Santa Clara, provincia Villa Clara, Cuba. Se utilizaron semillas de frijol negro cultivar Tomeguín 93 obtenidas en la campaña 2009-2010. Esta variedad de frijol proviene del Programa Regional PROFRIJOL, y se caracteriza por tener un hábito de crecimiento indeterminado. El suelo donde se realizó el ensayo es húmico calcimórfico típico carbonatado.

Se ejecutaron dos experimentos; en el primero se asperjaron 15 kg de semillas con 150 mL de una solución de 0,5 mg.L⁻¹ de BB-16 (formulación producida por el Centro de Estudios de Productos Naturales de la Facultad de Química de la Universidad de la Habana, que tiene como ingrediente activo un análogo espiroestanoide de brasinoesteroides de fórmula global C₂₇H₄₂O₆). A las 24-48 horas posteriores a la aspersión, las semillas se sembraron en 43 surcos de 100 m de longitud y además, se sembraron cuatro surcos con semillas sin asperjar que se usaron como control. En el segundo experimento se utilizó como modo de aplicación la aspersión foliar con una dosis total equivalente a 20 mg.ha⁻¹ y se empleó uno [60 DDS (días después de la siembra), etapa de floración] y dos momentos de aplicación (20 y 60 DDS, etapas vegetativa y de floración, respectivamente). Las aspersiones se realizaron en horas de la mañana, con una mochila de 16 litros y se añadió el agua necesaria en cada momento para garantizar que el follaje de las plantas quedara bien humedecido. El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con tres tratamientos y tres réplicas y el área de cada parcela fue de 375 m². Las atenciones culturales que se le realizaron al cultivo fueron las mismas que habitualmente utiliza el agricultor, aplicándose riego por gravedad en surco.

En ambos experimentos, las evaluaciones realizadas fueron: longitud del tallo, la cual se midió siguiendo la guía a 30 plantas por tratamiento, a los 60 DDS; y en el momento de la cosecha (90 DDS), se midió la longitud de las vainas (15-20 plantas y 5 vainas/planta). Además, se evaluó el número de vainas y de granos, así como la masa de granos por planta, para lo cual se utilizaron 20 plantas/tratamiento y 15 plantas/repetición, para el primer y segundo experimentos, respectivamente. Para la determinación de la masa de 100 granos se pesaron tres muestras por tratamiento.

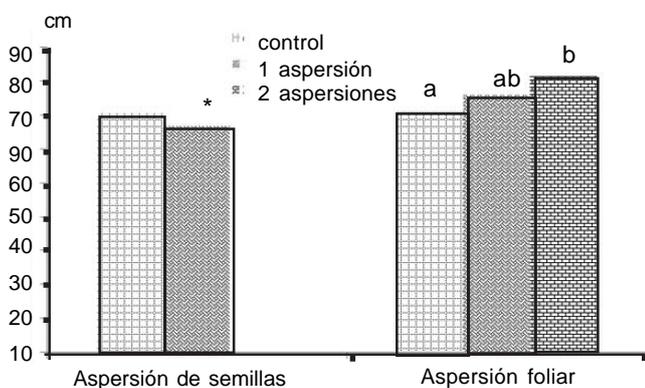
Los datos obtenidos se analizaron estadísticamente. En el caso del primer experimento, al existir solamente dos tratamientos, las medias se compararon mediante

^A(SIIM), S.d.I.e.I.d.M. Alerta de Granos, mercados básicos. Sector Agroalimentario, 23 de marzo. 2011.

una prueba t de Student y en el segundo experimento, como se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, se realizó el análisis de varianza correspondiente y en caso de diferencias entre las medias, estas se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey a ($p \leq 0,05$) utilizando el paquete estadístico InfoStat versión 1.0^B.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la medición de la longitud del tallo, que se efectuó midiendo la guía, a los 60 DDS, se muestra en la Figura 1. Como se puede apreciar, no hubo diferencia significativa entre los tratamientos asperjados foliarmente y sí en el tratamiento donde se realizaron dos aspersiones, se encontró una estimulación significativa de este indicador con relación al tratamiento control. Por otra parte, en el tratamiento de aspersión a las semillas, previo a la siembra, se aprecia una disminución de la longitud del tallo medida en este momento con respecto a su control.



Aspersión foliar (una aspersión-20 mg.ha⁻¹ a los 60 DDS
dos aspersiones-10 mg.ha⁻¹ a los 20 y 60 DDS)

Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, y las diferencias entre las medias se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey a ($p \leq 0,05$); aspersión de semillas (0,5 mg.L⁻¹)
Las medias se compararon mediante una prueba t de Student

Figura 1. Efecto del BB-16 en la longitud del tallo de plantas de frijol negro var. Tomaguín 93 a los 60 DDS

^B InfoStat-statistical analysis software. Computing Unit and the Departments of Statistics and Experimental Design of the Agricultural College, National University of Córdoba, Argentina. 1998.

Estos resultados de la aspersión foliar son los esperados cuando comparamos los tratamientos control y una aspersión, si se tiene en cuenta, que en el momento de realizar la evaluación, es decir, a los 60 DDS, solamente se había efectuado la primera aplicación del tratamiento de dos aspersiones foliares.

La Tabla I presenta los resultados de los indicadores evaluados, en el momento de la cosecha, en el primer experimento donde se realizó la aspersión del producto a las semillas previo a la siembra. Se puede observar que el BB-16 incrementó significativamente la masa de granos promedio por planta (19,1 % respecto al control) y la masa promedio del grano; al igual se observa, aunque ligero, un incremento en la longitud de las vainas. Sin embargo, la dosis empleada en esta forma de aplicación no influyó en el número de vainas ni en el número de granos promedio por planta.

La aspersión foliar de esta formulación fue más efectiva, pues esta forma de aplicación estimuló no solo la masa de granos promedio por planta sino además, el resto de los indicadores evaluados excepto la masa promedio de 100 granos (Tabla II). Otro aspecto importante a destacar, fue que resultó más eficaz fraccionar la dosis y realizar dos aspersiones, que efectuar una sola en el momento de la floración; ya que, excepto en la longitud de las vainas, el resto de los indicadores incrementaron significativamente con dicho fraccionamiento.

Con este modo de aplicación se logró incrementar la masa de granos promedio por planta en 37,7 y 61,3 %, para una y dos aspersiones, respectivamente; lo cual es de gran importancia científico-técnica y económica para la confirmación de estos resultados y su posible extensión futura en la práctica productiva.

Diversas investigaciones han informado que los brasinoesteroides no solo tienen la capacidad de estimular la división y la elongación celular, sino también pueden estimular el rendimiento de los cultivos. En Cuba, desde principios de la década del 90 se han venido sintetizando diferentes análogos espiroestánicos de brasinoesteroides. Dentro de ellos, se destacan los conocidos como Biobras-6 y Biobras-16, los cuales se han utilizado con éxito tanto en aplicaciones prácticas en la agricultura como en algunas fases de la micropropagación masiva de plantas^C.

^C Nuñez, M. Efectos fisiológicos de análogos de brasinoesteroides en plantas de interés económico. Proyectos Bilaterales de Investigación e Innovación Tecnológica Brasil-Cuba, 2004.

Tabla I. Influencia de la aspersión a las semillas con BB-16 en algunas variables del rendimiento de plantas de frijol var. Tomaguín 93 en el momento de la cosecha

Tratamientos	Longitud de las vainas (cm)	Número de vainas promedio/planta	Número de granos promedio/planta	Masa de granos promedio/planta (g)	Masa promedio de 100 granos (g)
Control	10,36	12,00	65,3	14,07	20,98
BB-16	10,99	12,05	68,1	16,80	24,02
ESx	0,1574*	NS	NS	0,2589*	0,2883*

Aspersión de semillas (0,5 mg.L⁻¹). Las medias se compararon mediante una prueba t de Student

Tabla II. Influencia de la aspersión foliar con BB-16 en algunas variables del rendimiento de plantas de frijol var. Tomeguín 93 en el momento de la cosecha

Tratamientos	Longitud de las vainas (cm)	Número de vainas promedio/planta	Número de granos promedio/planta	Masa de granos promedio/planta (g)	Masa promedio de 100 granos (g)
Control	9,31 b	11,0 c	57,0 c	11,76 c	20,63
Una aspersión	10,57 a	14,8 b	81,0 b	16,20 b	19,8
Dos aspersiones	10,75 a	19,35 a	96,0 a	18,97 a	19,77
ESx	0,1299*	0,7213*	3,9993*	0,3672*	NS

Aspersión foliar (una aspersión-20 mg.ha⁻¹ a los 60 DDS, dos aspersiones-10 mg.ha⁻¹ a los 20 y 60 DDS). Se utilizó un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, y las diferencias entre las medias se compararon mediante la prueba de rangos múltiples de Tukey a ($p \leq 0,05$)

Específicamente en la agricultura, la aplicación de estos compuestos, se ha ido incrementando, teniendo en cuenta su efecto intensificador del crecimiento, desarrollo y fructificación a partir de dosis muy reducidas, que lo hacen compatibles con las tendencias actuales orientadas hacia formas sostenibles y ecológicas de intensificación de la producción.

Con la aplicación de estos derivados en Cuba, se han informado incrementos en los rendimientos de cultivos como tomate (7), arroz (8) y tabaco^D. Además, se han realizado estudios relacionados con la reducción de los efectos negativos de diferentes tipos de estreses como salinidad (9), sequía (10), temperaturas (11), metales pesados (12) y sus consecuencias en el estrés oxidativo (13), en diferentes cultivares y fases fenológicas (14).

Desde hace años se han desarrollado a lo largo y ancho de la isla numerosos experimentos con diversos cultivos, para la validación de estos productos sintetizados en nuestro país. En un estudio realizado en conjunto entre el IBP de la Universidad Central de Las Villas «Marta Abreu» y el Departamento de Agroecología de la Facultad Agraria de la Universidad de Rostock de Alemania aplicaron a plántulas de papa desarrolladas en un medio de cultivo que contenía los productos bioactivos MH-5, Biobras-6 y Biobras-16 en concentraciones entre 0,1 a 0,001 mg.L⁻¹. Las plántulas, que luego fueron trasplantadas al invernadero, incrementaron en un 50 % el proceso de tuberización tanto en el número de tubérculos como en el rendimiento en los tratamientos a los que se les aplicaron 0,005 mg.L⁻¹ de BB-6 o MH-5. Además obtuvieron un efecto similar, pero de menor cuantía, cuando los productos fueron aplicados por aspersión foliar en casas de cultivo (9).

En un estudio de campo en San José de las Lajas, Mayabeque, con diferentes cultivares de soya en época de siembra de invierno, se evaluó los efectos agronómicos del cultivo inoculado con *Bradyrhizobium japonicum*, hongos formadores de micorriza arbuscular y con BB-6. La aplicación del análogo de brasinoesteroides logró rendimientos superiores a todos sus homólogos biofertilizados, con incrementos del rendimiento entre 4,24 y 10,45 % (10).

^DPita, O. Fitotecnia particular de la variedad Habana 92, cultivada bajo tela en un suelo Ferralítico Rojo. La Habana: MINAGRI. Instituto de Investigaciones del Tabaco. 1995.

En Pinar del Río se encontró un efecto positivo a la aplicación BIOBRAS-16 en la variedad de arroz INCA LP-5, durante los períodos poco lluvioso (2004-2005) y lluvioso (2005), de manera que en ambos períodos se logró un mejor desarrollo vegetativo y un incremento del rendimiento agrícola del cultivo (11).

En el presente trabajo se evaluó el efecto que el Biobras-16 (BB-16), asperjado a las semillas o foliarmente, ejerce en el crecimiento y rendimiento de plantas de frijol negro variedad Tomeguín 93. Se muestra que la aspersión foliar de BB-16 con una dosis de 10 mg.ha⁻¹ favorece la longitud del tallo de plantas de frijol var. Tomeguín 93, además de que en este tratamiento la aplicación de este producto fue más efectiva que la aspersión a las semillas para estimular el rendimiento de estas plantas. Además, la aspersión foliar incrementó el número de vainas y de granos promedio por planta; mientras que la aspersión a las semillas favoreció solamente la masa promedio del grano. De manera que este producto puede favorecer el rendimiento de esta leguminosa.

AGRADECIMIENTOS

- ◆ Agradecemos la colaboración del campesino Rubén Torres, por brindarnos su tiempo, su dedicación y sus conocimientos en el manejo del cultivo; así como facilitarnos su área agrícola para la realización de este trabajo.
- ◆ Del mismo modo agradecemos el apoyo y la participación en el resultado de esta investigación a los compañeros Eduardo Calves Somoza, Elisa Ravelo, Yenisel de la Rosa, Marlene Brito Riverón, Yanett Mora, Yenisel García y Magaly Rivera.

REFERENCIAS

1. Cárdenas Quintana, Haydeé; Gómez Bravo, Carlos; Díaz Novoa, Jeanette y Camarena Mayta, Félix. Evaluación de la calidad de la proteína de 4 variedades mejoradas de frijol. *Rev. Cubana Aliment. Nutr.*, 2000, vol. 14, no. 1, p. 23-27.
2. Reyes Rivas, Elivier; Padilla Bernal, Luz E.; Pérez Veyna, Oscar y López Jáquez, Pedro. Historia, naturaleza y cualidades alimentarias del frijol. *Revista Investigación Científica*, 2008, vol. 4, no. 3, p. 1-21.

3. Permuy Abeleira, N. C. P., Orlando; González Ferrer, Jorge; García Sánchez, Evelio e Hidalgo Figueroa, Noel. Pérdidas de grano de frijol común en un sistema de almacenamiento tradicional. *Agricultura Técnica en México*, 2008, vol. 34, no. 1, p. 91-100.
4. Saavedra, I. L. F. Á., Benito; Rodríguez Miranda, Odile; Benítez González, Roberto; Suárez González, Yipsy y Rodríguez Rodríguez, Rolando. Selección de nuevas variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) frente a las principales enfermedades del cultivo en Cuba. *Fitosanidad*, 2008, vol. 12, no. 1, p. 27-31.
5. Chailloux, M. H., Germán; Faure, Benito y Caballero, Roberto. Producción de frijol en Cuba: situación actual y perspectiva inmediata. *Agronomía Mesoamericana*, 1996, vol. 7, no. 2, p. 98-107.
6. Ortiz Perez, R. H.; Ponce, M.; Angarica, Lidia; Chávez, F.; Cruz, M. y Caballero, R. Impacto del fitomejoramiento participativo del frijol en Cooperativas agrícolas del occidente cubano. *Cultivos Tropicales*, 2008, vol. 29, no. 1, p. 11-16.
7. Nuñez, M. de la C. Efectividad de un análogo de brasinoesteroides sobre el rendimiento de plantas de tomate y papa. *Cultivos Tropicales*, 1995, vol. 16, no. 1, p. 26-27.
8. Franco, I. Efectividad del Brasinoesteroide DAA-6 en el cultivo de arroz. *Cultivos Tropicales*, 1994, vol. 15, no. 3, p. 79.
9. Reyes, Yanelis; Martínez, Lisbel; Rosabal, Lissy; Mazorra, Luis M.; Pieters Alejandro y Núñez, Miriam. Efecto de la 24-epibrasinólida en el crecimiento, los niveles de prolina y de malondialdehído de plántulas de arroz (*Oryza sativa* L.) sometidas a estrés salino. *Cultivos Tropicales*, 2012, vol. 33, no. 1, p. 19-27.
10. Li, K. R.; Wang, H. H.; Wang, O. J. y Fan, J. Effects of brassinolide on the survival, growth and drought resistance of *Robinia pseudoacacia* seedlings under water stress. *New Forests*, 2008, vol. 35, p. 255-266.
11. Liu, Y.; Jiang, H.; Zhao, Z. y An, L. Abscisic acid is involved in brassinosteroids-induced chilling tolerance in the suspension cultured cell from *Chorispora bungeana*. *J. Plant Physiol.*, 2011, no. 168, p. 853-862.
12. Hayat, S.; Hasan, S.; Hayat, Q. y Ahmad, A. Brassinosteroids protect *Lycopersicon esculentum* from cadmium toxicity applied as shotgun approach. *Protoplasma*, 2010, no. 239, p. 3-14.
13. Rady, M. M. Effect of 24-epibrassinolide on growth, yield, antioxidant system and cadmium content of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants under salinity and cadmium stress. *Sci. Hort.*, 2011, no. 129, p. 232-237.
14. Reyes, Y.; Mazorra, L. M.; Martínez, L. y Núñez, M. Efecto del análogo de brasinoesteroide (BIOBRAS-16) en la germinación y el crecimiento inicial de plantas de dos variedades de tomate en condiciones de estrés salino. *Cultivos Tropicales*, 2010, vol. 31, no. 3, p. 82-88.

Recibido: 2 de septiembre de 2011

Aceptado: 9 de noviembre de 2012

¿Cómo citar?

Rosabal Ayan, Lissy; Martínez González, Lisbel; Reyes Guerrero, Yanelis y Núñez Vázquez, Miriam. Resultados preliminares del efecto de la aplicación de Biobras-16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 2013, vol. 34, no. 3, p. 71-75.