



ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Efecto combinado de productos bioactivos en plantas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) cultivar ‘Buenaventura’

Combined effect of bioactive products on common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivar ‘Buenaventura’ plants

Yariuska Caridad Maceo Ramos*, Wilfredo Estrada Prado

Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, km 12 1/2 vía Manzanillo, Bayamo, Cuba

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 16/09/2021
Aceptado: 30/05/2022

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflicto de intereses.

CORRESPONDENCIA

Yariuska Caridad Maceo Ramos
yariuska.maceo@gmail.com



Cu-ID: <https://cu-id.com/2153/cag053222373>

RESUMEN

La producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) aún no satisface las necesidades del consumo poblacional, dada las limitaciones y la baja distribución del paquete tecnológico que incluye varios de los productos de origen internacional que garantizan el manejo y la salud del cultivo, entre los cuales tienen gran importancia los requerimientos nutricionales. Se evaluó el efecto combinado de diferentes productos bioactivos en el crecimiento y rendimiento de las semillas de frijol común cultivar ‘Buenaventura’. El experimento se realizó en la Estación Experimental de Jucaibama, perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias “Jorge Dimitrov”, municipio Bayamo, provincia Granma, durante los meses de diciembre a marzo de 2015-2016, sobre un suelo Fluvisol poco diferenciado. Se evaluaron cuatro tratamientos (EcoMic, y las combinaciones de EcoMic + QuitoMax y EcoMic + Bayfolan Forte). Se empleó un diseño experimental de bloque al azar con tres réplicas. Se evaluaron los siguientes indicadores: altura de las plantas (cm), diámetro del tallo (cm), longitud de la raíz (cm), número de vainas por planta, número de semillas por vaina, masa de las semillas (g), masa de 100 semillas (g) y el rendimiento ($t\ ha^{-1}$). Los datos obtenidos fueron procesados mediante un análisis de varianza de clasificación doble. La comparación múltiple de las medias se realizó a través de la prueba de Duncan para $p \leq 0,05$. Se empleó el paquete estadístico Statistica, versión 8.0 para Windows. Los resultados mostraron que la combinación de EcoMic + QuitoMax incrementó el crecimiento, el rendimiento en plantas de frijol común cultivar ‘Buenaventura’.

Palabras clave: Bayfolan Forte, micorrizas, QuitoMax, rendimiento

ABSTRACT

The production of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) still does not meet the needs of population consumption, given the limitations and low distribution of the technological package that includes several products of international origin that guarantee the management and health of the crop, among which the nutritional requirements are of great importance. The combined effect of different bioactive products on the growth and yield of common bean seeds cultivar ‘Buenaventura’, was evaluated. The experiment was conducted at the Jucaibama

Experimental Station, belonging to the Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov", Bayamo municipality, Granma province, during the months of December to March 2015-2016, on a poorly differentiated Fluvisol soil. Four treatments were evaluated (Mycorrhizae, and the combinations QuitoMax + Mycorrhizae and Bayfolan Forte + Mycorrhizae). A randomized block experimental design with three replications was used. The following indicators were evaluated: plant height (cm), stem diameter (cm), root length (cm), number of pods per plant, number of seeds per pod, seed mass (g), 100-seed mass (g) and yield (t ha⁻¹). The data obtained were processed by a double ranked analysis of variance. Multiple comparison of means was performed through Duncan's test for $p \leq 0.05$. The statistical package Statistica, version 8.0 for Windows was used. The results showed that the combination of Mycorrhiza + QuitoMax increased growth, yield in common bean plants cultivar 'Buenaventura'.

Keywords: Bayfolan Forte, mycorrhizae, ChitoMax, performance

INTRODUCCIÓN

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la leguminosa más consumida en el mundo. En la actualidad se producen cerca de 18×10^6 t anuales, en ambientes tan diversos como regiones de América Latina, el norte de África, China, Estados Unidos de América, Europa y Canadá. América Latina se posiciona como el mayor productor y consumidor del grano, liderado por Brasil, México, Centroamérica y el Caribe (González *et al.*, 2017). Este cultivo constituye una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales para la dieta humana (Calero *et al.*, 2018). Se plantea que, para más de 300 millones de personas en el mundo, el frijol es un componente esencial de su dieta diaria (Rodríguez, 2017).

En Cuba, la superficie cosechada de este cultivo superó los 118 000 ha durante el año 2017, con un rendimiento promedio de 1,2 t ha⁻¹ y una producción total de 132 000 t (ONEI, 2018). No obstante, la producción nacional no satisface la demanda de consumo, por lo que es necesario importar alrededor de 14 400 t cada año, con un costo de $20,3 \times 10^6$ de dólares (Rodríguez, 2017).

Los biofertilizantes y estimuladores del crecimiento vegetal son ampliamente utilizados, a nivel mundial y en Cuba, en la nutrición de cultivos de importancia económica (Nápoles *et al.*, 2016; Mujica *et al.*, 2017). Varias investigaciones avalan el efecto positivo de estos organismos en las producciones agrícolas (González y Pupo, 2017a).

El empleo de biofertilizantes elaborados a partir de sustancias naturales es una de las alternativas sustentables capaz de mantener los niveles productivos y la calidad de los cultivos, sin dañar los agroecosistemas. Se ha demostrado que no contaminan ni causan daño al suelo, ni a la planta, ni al hombre e incrementan el rendimiento de los cultivos a un bajo costo y permite además complementar el uso de los fertilizantes químicos, principalmente los nitrogenados y fosfatados (Rivera *et al.*, 2015).

Dentro del grupo de biofertilizantes y estimulantes se encuentran el EcoMic (a base de hongos micorrízicos arbusculares y con inductores de los factores de nodulación), y el QuitoMax (a base de polímeros de

quitosanas) con efectos comprobados a escala experimental y de extensiones (Rivera *et al.*, 2015a). Esta gama de bioestimulantes tienen la capacidad de incrementar los rendimientos (Rivera *et al.*, 2015a), inducir resistencia en las plantas (Falcón *et al.*, 2011), además de promover el crecimiento vegetal (Van y Hanh, 2015). Por otra parte, el Bayfolan Forte es un potente fertilizante foliar balanceado con elementos mayores y menores, regulador del pH, tiamina y fitohormonas, indicado para prevenir y corregir deficiencias nutritivas, que logra un mejor desarrollo de la planta y por tanto mayores rendimientos en los cultivos (García, 2011).

En la actualidad, existen limitaciones y una baja distribución del paquete tecnológico que incluye varios de los productos de origen internacional que garanticen el manejo y la salud del cultivo, entre los cuales tienen gran importancia, los requerimientos nutricionales. Todo lo anterior hace necesaria la búsqueda de nuevas tecnologías para la obtención de rendimientos superiores a los actuales, sin la utilización de fertilizantes minerales que económicamente resultan costosos y su uso excesivo y continuo afecta los suelos y el medio ambiente (Álvarez, 2015). Por lo antes expuesto, en este trabajo se propuso como objetivo evaluar el efecto combinado de productos bioactivos en el crecimiento y rendimiento de plantas de frijol común cultivar 'Buenaventura'.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en áreas de la Estación Experimental de Jucaibama perteneciente al Instituto de Investigaciones Agropecuarias "Jorge Dimitrov" en el municipio Bayamo, provincia Granma, en el período comprendido de diciembre a marzo de los años 2015-2016, sobre un suelo fluvisol poco diferenciado con el cultivo de frijol común cultivar 'Buenaventura'. El manejo agrotécnico durante las etapas fenológicas se realizó según las indicaciones del Instructivo Técnico del cultivo (MINAG, 2016) y las Normas Ramales (NRAG, 2010).

Se emplearon los siguientes productos:

EcoMic: producto a base de hongos micorrízicos caracterizados, que mantienen una absorción efectiva de nutrientes y agua del suelo, y favorecen la captación del fósforo y otros micro elementos.

QuitoMax: producto cuyo principio activo es la quitosana, producido por el Grupo Nacional de Producción de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, en la provincia de Mayabeque y aplicado en una dosis líquida.

Bayfolan Forte: fertilizante foliar completo para aspersión del follaje con nutrientes seleccionados para prevenir y corregir deficiencias o carencias de elementos que provocan bajos rendimientos. Todas las plantas son capaces de absorberlo a través de las hojas, y es especialmente ventajoso en cultivos cuya masa foliar se desarrolla más rápidamente en los estados jóvenes.

Se emplearon 4 tratamientos:

1. Control: sin aplicación de producto
2. EcoMic
3. EcoMic + QuitoMax 200 mg ha⁻¹
4. EcoMic + Bayfolan Forte 1 L ha⁻¹

La inoculación con EcoMic se realizó antes de efectuar la siembra mediante la tecnología de recubrimiento de las semillas en una proporción de un 15 % de su peso y en el caso del QuitoMax y el Bayfolan Forte se realizaron aspersiones foliares a los 25 días después de la siembra y en la prefloración.

Se tomaron 10 plantas al azar por parcelas, evaluándose las siguientes variables: altura de las plantas (cm), diámetro del tallo (cm) y longitud de la raíz (cm), número de vainas por planta, número de semillas por vaina, masa de las semillas (g), masa promedio de 100 semillas (g) y el rendimiento de granos (t ha⁻¹).

Se utilizó un diseño de bloque al azar con tres réplicas. Los datos obtenidos fueron procesados estadísticamente a través de un análisis de varianza de clasificación doble, aplicándose la prueba de comparación Múltiple de Medias de Duncan $p \leq 0,05$, para lo que se empleó el paquete estadístico STATISTICA, versión 8,0 para Window.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Todos los indicadores evaluados mostraron diferencias significativas con respecto al control. Con la aplicación del tratamiento 3 (EcoMic + QuitoMax) se alcanzaron los mayores valores en la altura de las plantas, diámetro del tallo y la longitud de la raíz, mientras que, los menores valores se alcanzaron en el tratamiento control (Tabla 1).

González *et al.* (2012) encontraron incrementos en la altura de la planta, al evaluar el efecto de la inoculación con micorrizas combinadas con otros productos en plantas de frijol común cultivar 'CC-25-9' de testa negra. Morales *et al.* (2014) refieren que las diferencias reflejadas por las variables del crecimiento son poco destacables desde el punto de vista biológico. Sin embargo, la combinación de los diferentes productos fitoestimulantes fueron capaces de incrementar las variables en estudio. De igual forma, Morales *et al.* (2016) informaron incrementos significativos en el diámetro del tallo con la combinación de estos productos bioestimulantes, lo que pudiera deberse a que estos bioproductos facilitan la absorción de los nutrientes disponibles en el suelo (Álvarado, 2018), así como, estimulan el crecimiento de las células en las plantas (Morales *et al.*, 2016).

Al analizar el efecto combinado de los productos bioactivos en los componentes del rendimiento, se puede observar que todos los indicadores evaluados mostraron diferencias significativas entre los tratamientos (Tabla 2). Los mayores valores se alcanzaron en el número de vainas por planta, número de semillas por planta, masa de semillas por planta y la masa de 100 semillas, en el tratamiento 3 (inoculación con EcoMic más QuitoMax), mientras que, los menores valores se alcanzaron en el tratamiento control.

En este sentido, se puede resaltar el efecto positivo y combinado de los diferentes productos bioactivos en el incremento de cada indicador de los componentes del rendimiento. De igual forma, Morales *et al.* (2016) informaron que la aplicación de QuitoMax a las plantas de frijol común estimula su crecimiento, y la combinación con micorrizas le proporcionan un mayor número de vainas y una mayor cantidad de granos por vaina, lo que se traduce en un mayor rendimiento.

Tabla 1. Efecto combinado de productos bioactivos en el crecimiento del frijol común cultivar 'Buenaventura'. Medias con letras desiguales en la misma columna, difieren significativamente según Duncan para $p < 0,05$

Tratamientos	Altura de las plantas (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Longitud de la raíz (cm)
Control	40,0 d	0,47 c	4,92 d
EcoMic	44,0 c	0,51 b	5,01 c
EcoMic + QuitoMax	51,63 a	0,59 a	7,44 a
EcoMic + Bayfolan Forte	47,16 b	0,53 b	7,01 b
EE	0,05	0,01	0,49

Tabla 2. Efecto combinado de productos bioactivos en los componentes del rendimiento de plantas de frijol común cultivar 'Buenaventura'. Medias con letras desiguales en la misma columna, difieren significativamente, según Duncan para $p < 0,05$

Tratamientos	Número de vainas por planta	Número de semillas por planta	Masa de semillas por planta (g)	Masa de 100 semillas (g)
Control	11,60 d	36,00 d	6,50 d	240,25 d
EcoMic	12,26 c	38,07 c	8,13 c	294,50 c
EcoMic + QuitoMax	15,63 a	48,93 a	10,87 a	344,30 a
EcoMic + Bayfolan Forte	14,64 b	45,90 b	9,82 b	325,14 b
EE	0,01	0,07	0,03	0,60

En la figura 1 se muestra la influencia de los diferentes tratamientos en el rendimiento del cultivar 'Buenaventura'. Los mayores rendimientos se obtuvieron en el tratamiento 3 (EcoMic + QuitoMax), seguido del tratamiento 4 (EcoMic + Bayfolan Forte) mientras que, los menores valores se encontraron en el tratamiento control. Se debe destacar que se encontraron diferencias estadísticas entre todos los tratamientos evaluados.

En tal sentido, Rivera *et al.* (2015) informaron que la inoculación de semillas de frijol común con EcoMic (HMA) y Azofert-F y la aspersión foliar de las plantas con bioestimulantes tales como QuitoMax, Fitomas ó Biobras-16 estimulan significativamente el rendimiento del cultivo de frijol común. En hortalizas tales como lechuga, habichuela y tomate, Terry *et al.* (2014) informaron, también, incrementos en el rendimiento con la inoculación de HMA en combinación con la aspersión foliar de Biobras-16.

CONCLUSIONES

La inoculación con micorrizas y su combinación con QuitoMax y Bayfolan Forte favorecen el crecimiento, el rendimiento y sus componentes en plantas de frijol común cultivar 'Buenaventura'.

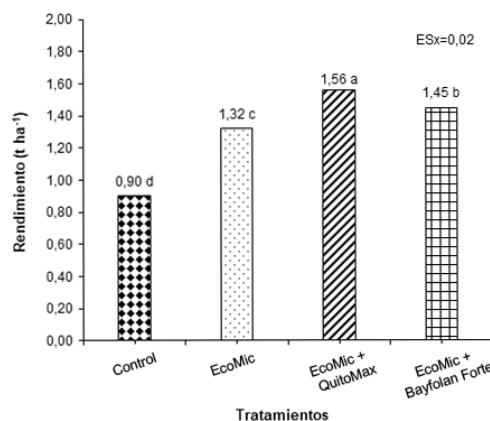
CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Yariuska Caridad Maceo Ramos: diseñó la investigación, evaluó y recopiló los datos obtenidos en las pruebas de los experimentos. Fue la responsable de escribir el artículo publicado, específicamente la redacción del borrador.

Wilfredo Estrada Prado: contribuyó en la preparación, creación y presentación del trabajo de publicación, participó en la rectificación de los señalamientos realizados al mismo por los árbitros y Consejo Editorial del Centro donde pertenece.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVARADO, K. 2018. Manejo agroecológico de la producción de posturas de cocotero (*Cocos nucifera* L.). Tesis para optar al título de Doctor en Ciencias Agrícolas,

**Figura 1.** Efecto combinado de productos bioactivos en el rendimiento de plantas de frijol común cultivar 'Buenaventura'. Medias con letras desiguales, difieren significativamente, según Duncan para $p < 0,05$

Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", Mayabeque, Cuba, 100 p.

ÁLVAREZ, A., CAMPOS, A., BATISTA, E., *et al.* 2015. Evaluación del efecto del bionutriente Fitomas-E como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 49 (1): 3-9.

CALERO, A., CASTILLO, Y., QUINTERO, E., *et al.* 2018. Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias*, 7 (1): 88-100.

FALCÓN, A., COSTALES, D., CABRERA, J., *et al.* 2011. Chitosan physico-chemical properties modulate defense responses and resistance in tobacco plants against the oomycete *Phytophthora nicotianae*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 100 (3): 221-228.

GARCÍA, A. V. 2011. Resultados experimentales en el cultivo del frijol con bioestimuladores del crecimiento vegetal. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos93/resultados-experimentales-cultivo-del-frijol-bioestimuladores-del-crecimiento-vegetal/resultados-experim>

- entales-cultivo-del-frijol-bioestimuladores-del-crecimiento-vegetal.shtml. Consultado 11/05/2015.
- GONZÁLEZ, O., ABREU, B., HERRERA, M., *et al.* 2017. Uso del agua durante el riego del frijol en suelos Eutric Cambisol. *Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 26 (1): 70-77.
- GONZÁLEZ, R., NÚÑEZ, D. y BARCELÓ, R. 2012. Efecto de la aplicación de *Rhizobium* y Mycorriza en el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L) variedad CC-25-9 negro. *Centro Agrícola*, 39 (4): 17-20.
- GONZÁLEZ, G. y PUPO, C. 2017a. Aplicación de micorrizas: Alternativa ecológica para la disminución o sustitución de fertilizantes químicos en el cultivo del maní. *Revista DELOS: Desarrollo Local Sostenible*, 10 (29): 1-15
- MINAG. 2016. Producción sostenible de frijol en Cuba. Disponible en: https://www.minag.gob.cu/sites/default/files/noticias/produccion_sostenible_del_frijol_comun_en_cuba.pdf. Consultado 24/04/2019.
- MORALES, D., DELLAMICO, J., JEREZ, E., *et al.* 2016. Efecto del QuitoMax' en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 37 (1): 142-147.
- MORALES, D., DELLAMICO, J., RODRÍGUEZ, H. P., *et al.* 2014. Efecto del Quitomax en el crecimiento, las relaciones hídricas y el rendimiento y sus componentes en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos manejos del agua de riego. XIX Congreso Científico Internacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 26-28 de noviembre, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- MUJICA-PÉREZ, Y., MEDINA-CARMONA, A., y RODRÍGUEZ-GUERRA, E. 2017. Inoculación de hongos micorrícicos arbusculares y bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea*, L.). *Cultivos Tropicales*, 38 (2): 15-21.
- NÁPOLES, M. C., CABRERA, J. C., ONDERWATER, R., *et al.* 2016. Señales producidas por *Rhizobium leguminosarum* en la interacción con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 37 (2): 37-44.
- NRAG. 2010. Semillas de frijoles y habichuelas (*Phaseolus vulgaris*, L.). Certificación. *En: MINAG. (Ed.). Catálogo de Normas Ramales*. MINAG, Cuba, pp. 289-289.
- ONEI. 2018. Anuario Estadístico de Cuba. Capítulo 9: Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca 2017, República de Cuba. Disponible en: <http://www.onei.cu>. Consultado 16/04/2019.
- RIVERA, R., CALDERÓN, A., NÁPOLES, M. C., *et al.* 2015. *La factibilidad de la aplicación conjunta de biofertilizantes y bioestimulantes en el cultivo del frijol*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba.
- RIVERA, R., NÁPOLES, M. C., FALCÓN, A., *et al.* 2015a. *Factibilidad e impacto económico de la aplicación conjunta del EcoMic®, Azofert® y Quitomax® en la producción de frijol y su generalización en la provincia de Mayabeque*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Cuba, 16 p.
- RODRÍGUEZ DIAZ, M. 2017. Respuesta agroproductiva de cuatro cultivares comerciales de *Phaseolus vulgaris* L. en época tardía. Tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Central "Martha Abreu" de Las Villas, Santa Clara, Cuba, 37 p.
- TERRY, E., RUIZ, J., TEJEDA, T., *et al.* 2014. Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana. *Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable*, (3): 163-174.
- VAN, T. N. and HANH, T. T. 2015. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. *African Journal of Biotechnology*, 12 (4): 382-384.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una Licencia Creative Commons AtribuciónNoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.