

Respuesta del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) a la aplicación de microorganismos eficientes en el municipio Guantánamo

Response of the Bean Crop (*Phaseolus vulgaris* L.) to the Application of Efficient Microorganisms in Guantánamo Municipality

Autores:

MSc. Francisca Suárez - Soria¹, <https://orcid.org/0000-0003-4784-3817>

Xiomara Castellanos - Matos, <https://orcid.org/0009-0008-1065-2121>

Filiación institucional: Facultad Agroforestal. Universidad de Guantánamo. Guantánamo, Cuba.

Email: franci@cug.co.cu, xiomaracm@cug.co.cu

Fecha de Recibido: 5 jul. 2025

Fecha de Aprobado: 7 sept. 2025

Resumen

Se llevó a cabo un experimento en la finca de Radomil Ruban Guerrero, socio de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Luis Rustan Rodríguez en Guantánamo, Cuba, para evaluar el crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Cufig-48 utilizando Microorganismos Eficientes (ME). Se emplearon cuatro tratamientos en un diseño de bloques al azar: T1 (testigo sin aplicación), T2 (semilla embebida al 2%), T3 (aplicación foliar de ME cada 7 días tras el embebido) y T4 (aplicación foliar sin embebido). Se analizaron componentes de rendimiento como el número de vainas por planta y el peso de 100 granos. Los resultados indicaron que el tratamiento T3, que incluía la aplicación foliar de ME, superó significativamente al testigo y a los otros tratamientos, logrando un rendimiento de 1.33 t/ha y utilidades de \$16,963.13.

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, Microorganismos eficientes, Biofertilizantes, Rendimiento de cultivos, Agricultura sostenible.

Abstract

An experiment was conducted on the farm of Radomil Ruban Guerrero, a member of the Luis Rustán Rodríguez Credit and Services Cooperative (CCS) in Guantánamo, Cuba. The objective was to evaluate the growth of the bean (*Phaseolus vulgaris* L.) var. Cufig-48 using Efficient Microorganisms (EM). Four treatments were used in a randomized block design: T1 (control without application), T2 (seed soaked at 2%), T3 (foliar application of EM every 7 days after soaking), and T4 (foliar application without soaking). Yield components such as the number of pods per plant and 100-bean weight were analyzed. The results indicated that treatment T3, which included foliar application of EM, significantly outperformed the control and the other treatments, achieving a yield of 1.33 t/ha and profits of \$16,963.13.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, Efficient microorganisms, Biofertilizers, Crop yield, Sustainable agriculture.

Introducción

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es la especie de leguminosa de semilla más importante en el mundo para el consumo humano, debido a que proporciona una fuente significativa de proteínas, vitaminas y minerales a la dieta humana (Mederos, 2013). En Cuba se siembran alrededor de 100,000 ha anuales de frijol común (Álvarez *et al.*, 2014). La norma anual *per cápita* para la distribución a la población es de 6.9 kg, sin tener en cuenta el consumo de los comedores institucionales.

En Cuba, esta leguminosa es de gran importancia por ser un producto fundamental en la dieta; se cultiva en todo el país, con un área total cosechada en el año 2017 de 118,410 ha y una producción de 132,174 t, para un rendimiento agrícola nacional de 1.116 t ha⁻¹ (Cuba. Oficina Nacional de Estadísticas e Información, ONEI 2021).

En la búsqueda de vías para aumentar la producción de alimentos, se han realizado numerosos trabajos con el objetivo de mejorar o incrementar los rendimientos, que incluyen el aporte de fuentes de abono orgánico y la aplicación de diferentes tipos de biofertilizantes (Sánchez, Hernández, & Ruz, 2011). Otra alternativa pueden ser los microorganismos eficientes (ME) (Aguilar, *et al.* 2019).

En Cuba, se han realizado numerosos trabajos para la producción, aplicación y generalización de ME en el cultivo del frijol común, por autores como García (2016), que evaluó el efecto de dos biopreparados a base de ME sobre el frijol común en un suelo Ferrálico Amarillento húmico; Correa, Reyes, Andérez & Prieto (2012), quienes estudiaron el efecto de la combinación de ME con diferentes alternativas biológicas y orgánicas sobre los indicadores del crecimiento en el cultivo del frijol en un Vertisol Gléyico mullido; Calero *et al.* (2017), quienes evaluaron la utilización de ME y Azofert en la producción de frijol común sobre un Cambisol; y más recientemente, Calero, *et al.* (2018) estudiaron la aplicación de varios bioproductos en la producción sostenible de frijol común, sobre un suelo Pardo Sialítico Carbonatado. Sin embargo, no se encontraron referencias de su uso en la producción de frijol común en suelos Pardos sialíticos mullidos sin carbonatos.

A partir de lo anteriormente expuesto, resulta evidente que el uso de microorganismos eficientes representa una alternativa fácil y económica para mejorar el desarrollo y rendimiento en el cultivo del frijol.

Materiales y métodos

Para alcanzar el objetivo propuesto, se realizó un experimento en condiciones de campo en la finca del productor Radomil Ruban Guerrero, socio de la Cooperativa de Créditos y Servicios (CCS) Luis Rustan Rodríguez, perteneciente al municipio Guantánamo.

Como material biológico se utilizó semilla certificada de frijol de la variedad CUFIG-48 y microorganismos eficientes (ME), un biopreparado producido en la Unidad Maqueisito perteneciente a la empresa Arturo Lince, a partir de la tecnología propuesta por Mesa (2018). El área escogida para el montaje del experimento tiene una pendiente del 1% sobre un suelo fluvisol según la clasificación de Suelos de Hernández (2015). El experimento se desarrolló en condiciones de campo bajo un diseño de bloques al azar con tres réplicas y cuatro tratamientos. Se aplicó una dosis de 0.5 L ha^{-1} del bioproducto para el embebido de la semilla antes de la siembra y para la aplicación foliar cada 7 días después de la germinación del cultivo, además de un tratamiento testigo de producción, como lo indican las normas técnicas del cultivo.

Tratamientos

- T1- Testigo sin aplicación
- T2- Embeber la semilla al 2% (0.5 L en 25 L de agua) antes de la siembra.
- T3- Aplicación foliar de los ME cada 7 días hasta la cosecha después de embeber la semilla con esa misma dosis.
- T4- Aplicación foliar de los ME cada 7 días hasta la cosecha sin embeber la semilla.
- En estos tratamientos se evaluaron las siguientes variables:

Variables de respuesta vegetal:

- Altura de la planta (cm) y Diámetro del tallo (cm)

Variables componentes de rendimiento:

- Número de vainas por planta (u), Número de granos por vaina (u), Peso de 100 granos (g) y Rendimiento por hectárea (t ha^{-1})

Para el análisis económico se determinaron los siguientes parámetros:

- Costo de producción (Cp.), Valor de la producción (VP) y Utilidades (U)

- Para el análisis económico se utilizó la carta tecnológica del cultivo de frijol vigente en la CCS Luis Rustán (MINAG, 2017), donde consta, entre otros valores, el precio de 1 tonelada de frijol Cufig en peso cubano (CUP) equivalente a \$13,865, así como el costo total para la producción de 1 hectárea de frijol, igual a \$1,465.32. Se tuvo en cuenta además el costo de los bioproductos utilizados en la investigación (1 L de Microorganismos Eficientes es igual a \$12.00), según las fichas de costo establecidas por las Empresas GELMA y LABIOFAM.

Análisis estadístico

Para el procesamiento estadístico se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov y la homogeneidad de la varianza por la prueba de Levene según Vásquez (2011). Para el análisis se utilizó el modelo matemático correspondiente a un diseño de bloques al azar. Se utilizó la prueba de comparación de rangos múltiples de Duncan para un 95% de confianza. Para llevar a cabo este procesamiento y análisis estadístico se utilizó el software STATGRAPHICS PLUS 5.0.

Resultados y discusión

Análisis de las variables de crecimiento

Según Sánchez *et al.* (2011), las variables de crecimiento constituyen parámetros importantes para determinar la respuesta de un cultivo a los Microorganismos Eficientes; su determinación y evaluación es de gran importancia para la interpretación de los procesos del desarrollo. En la respuesta de la altura de las plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad Cufig-48 (Tabla 1), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos inoculados con Microorganismos Eficientes (ME) en comparación con el testigo. Se observó que el tratamiento T3, que corresponde a la aplicación cada 7 días de ME en plantas cuyas semillas fueron embebidas antes de la siembra, ofreció una mejor respuesta para esta variable de crecimiento durante el período de evaluación.

Tabla 1. Efecto de los distintos tratamientos sobre las variables de crecimiento altura de las plantas (cm) y diámetro del tallo (mm)

Tratamientos			
T1 (Testigo de producción)	T2 Embeber la semilla con ME	T3 Embeber la semilla y aplicación cada 7 días	T4 Sin embeber la semilla y aplicación cada 7 días
Altura de la planta (cm)			
Media \pm E. Ex	Media \pm E. Ex	Media \pm E. Ex	Media \pm E. Ex
50,17a \pm 1,74	42,22b \pm 1,74	53,11a \pm 1.74	49,78a \pm 1,74
Diámetro del tallo (mm)			
Media \pm E. Ex	Media \pm E. Ex	Media \pm E. Ex	Media \pm E. Ex
0,57 \pm 0,12	0,70 \pm 0,12	0,84 \pm 0,12	0,65 \pm 0,12

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de $p < 0,05$

Además, se puede apreciar que, aunque no existen diferencias significativas entre los tratamientos T1, T3 y T4, el tratamiento T3 (embebido de semilla y aplicación foliar) alcanzó una altura 38 mm mayor que los demás. Esto pone de manifiesto lo planteado por Toloambo (2012), quien refiere que estos microorganismos reportan beneficios generales, ya que acondicionan y mejoran la estructura y agregación de las partículas del suelo, reducen su compactación, incrementan los espacios porosos y mejoran la infiltración del agua. En el tratamiento T3, al estar los ME más rápidamente disponibles y cercanos al suelo, actúan con mayor celeridad, incluso si no ejercen una acción directa sobre las semillas.

En la respuesta del diámetro del tallo en las plantas de frijol de la variedad Cufig-48 no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estimulados con ME en comparación con el testigo. Sin embargo, se observó que el tratamiento T3 (aplicación del ME cada 7 días después de embeber las semillas) ofreció una mejor respuesta en los momentos de medición. Esto podría deberse a que los Microorganismos Eficientes son capaces de estimular la absorción de agua y nutrientes, acelerando el crecimiento y vigorosidad de tallos y raíces, así como la nutrición del cultivo, lo que mejora su productividad y calidad (Barroso *et al.*, 2015; Ferraz y Suárez, 2019).

Esto puede estar asociado también a que la presencia de Microorganismos Eficientes en la rizosfera de las plantas posibilita el incremento de la población microbiana en el suelo, facilitando la absorción de nutrientes, lo que repercute en el grosor del tallo en el cultivo de maíz (Escalona, 2014).

De igual manera, Bashan y Levanony (1990, citados por Ferraz y Suárez, 2019), para explicar el incremento en el desarrollo de las plantas, se refieren a la hipótesis aditiva. Esta plantea que probablemente más de un mecanismo está involucrado en la asociación, los cuales operan simultáneamente o en sucesión, ya sea en el aumento de la absorción de agua y nutrientes, en la producción de fitohormonas o en el control biológico de fitopatógenos.

Resultados similares obtuvieron Ferraz y Suárez (2019), quienes concluyeron que el empleo de Microorganismos Eficientes en el cultivo del maíz favorece la respuesta de las variables de crecimiento y rendimiento.

Análisis de las variables componentes del rendimiento de las plantas de frijol var. Cufig-48

En la respuesta del número de vainas por planta y el peso de 100 granos de la var. Cufig-48 (Tabla 2), se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estimulados con Microorganismos Eficientes (ME) en comparación con el testigo. Se aprecia que el tratamiento T3 (embebido de semilla y aplicación cada 7 días) ofrece una mejor respuesta para estas variables de rendimiento.

Otro de los efectos que se evidencia en estos indicadores es la marcada influencia que tiene el uso combinado de los bioproductos en el desarrollo y crecimiento de los cultivos, lo que contribuye al rendimiento esperado. Estas alternativas superaron al testigo de producción en esta investigación.

En la respuesta del rendimiento de las plantas de frijol var. Cufig-48 se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Se destacaron el tratamiento T3 (aplicación de ME cada siete días después de embeber la semilla) y el tratamiento T4 (aplicación foliar sin embebido de semilla) con respecto a los tratamientos restantes. Esto pudo estar condicionado por el efecto de estos microorganismos al ser incorporados al suelo directamente, donde actúan con mayor rapidez sobre la macroflora existente para facilitar la absorción de los nutrientes disponibles, aun cuando no tuvieron un efecto directo sobre la semilla.

Tabla 2. Variables componentes del rendimiento de las plantas de frijol var. Cufig-48

Tratamientos	T1 (Testigo de producción)	T2 Embeber la semilla con ME	T3 Embeber la semilla y aplicación cada 7 días	T4 Sin embeber la semilla y aplicación cada 7 días
Vainas /plantas Media \pm E. Ex	41,9 \pm 1,6a	34,8 \pm 1,6b	46,2 \pm 1,6a	42,1 \pm 1,6a
Peso de 100 granos (g) Media \pm E. Ex	20,8 \pm 1,7b	20,9 \pm 1,7b	25,2 \pm 1,7a	23,22 \pm 1,7a
Rendimiento \pm E. Ex	0,82 t.ha ⁻¹ b 0,3623	0,81 t.ha ⁻¹ b 0,3623	1,33 t.ha ⁻¹ a 0,6083	1,02 t.ha ⁻¹ a 0,6083

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de $p < 0,05$

Estos resultados concuerdan con todas las variables evaluadas anteriormente, reafirmando que el bioproducto a base de ME es efectivo para todos los indicadores de respuesta vegetal y de los componentes del rendimiento. Estudios previos conocen y confirman la eficacia de este bioproducto en diferentes cultivos.

Respecto a la aplicación del bioproducto en un solo momento antes de la siembra (T2), se demostró que para este cultivo y en las condiciones de estudio, no tuvo un efecto significativo comparado con T3 y T4, y en algunos casos se comportó de forma similar al testigo. Sin embargo, sí mostró un efecto significativo frente al tratamiento control en varios parámetros, demostrando que estas alternativas pueden ser utilizadas para incrementar el crecimiento y rendimiento de las plantas de frijol. El mejor tratamiento (T3) se acercó a la media nacional (2.43 t ha⁻¹) y superó los rendimientos de la provincia (1.0 t ha⁻¹) y del territorio (0.80 a 0.90 t ha⁻¹).

De igual manera, nuestros resultados se corresponden con los obtenidos por Ferraz y Suárez (2019), quienes concluyeron que los tratamientos con ME en el cultivo del maíz mostraron frecuentemente un comportamiento similar en cuanto al peso de 100 granos, lo que puede estar determinado por la forma de aplicación del bioproducto, que no interfiere negativamente en este componente del rendimiento, sino que lo beneficia.

Análisis de la evaluación económica del cultivo del frijol var. Cufig-48

La valoración económica emplea métodos cuantitativos para estimar los costos y los beneficios de las actividades de investigación agropecuarias. Estos análisis pueden hacerse en términos de precios de mercado o de los costos y beneficios que reciben los productores y la sociedad. En este caso, al evaluar las utilidades, se observó que el mayor valor se obtuvo en el tratamiento T3 (aplicación de ME cada 7 días hasta la cosecha después de embebido de semilla), con una utilidad de \$16,963.13, como se muestra en la Tabla 3, demostrando la factibilidad económica de su uso en el cultivo de frijol var. Cufig-48. Esto puede atribuirse a que los rendimientos obtenidos con este tratamiento superaron al resto. En estos resultados se evidencia una estrecha relación entre los rendimientos obtenidos con T3 y la ganancia en términos de ingreso. Cabe destacar que para el análisis económico se consideró la ficha de costo de la unidad productiva donde se realizó la investigación, una entidad de carácter estatal donde participan productores asociados, a los cuales este modo de organización les subsidia en gran medida estos insumos, muchos de los cuales son importados.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos evaluados desde el punto de vista económico

Tratamientos	Rend. (t.ha ⁻¹)	Precio/t. (\$)	Valor de Producción (\$)	Costo total (\$)	Utilidades (\$)
T1 (Testigo de producción)	0,82 c	13865	11369,3	1465,32	9903,98
T2 Embeber la semilla con ME	0,81 c	13865	11230,65	1477,32	9753,33
T3 Embeber la semilla y aplicación cada 7 días	1,33 a	13865	18440,45	1477,32	16963,13
T4 Sin embeber la semilla y aplicación cada 7 días	1,02ab	13865	14139,24	1477,32	12661,92

Media seguida de letras desiguales difieren significativamente de $p < 0,05$

Por otra parte, se evidencia que la inoculación con Microorganismos Eficientes antes de la siembra, combinada con la aplicación durante el ciclo vegetativo del cultivo (T3), fue la mejor opción desde el punto de vista económico al superar al resto de los tratamientos. Asimismo, se aprecia que la relación beneficio-costos y las utilidades para este tratamiento son superiores, lo que está en concordancia con lo evidenciado en todos los indicadores evaluados anteriormente.

Adicionalmente, los resultados obtenidos en esta investigación muestran la importancia de la aplicación de estos bioproductos en los rendimientos de este cultivo, mejorando la calidad y cantidad de las cosechas, favoreciendo al mismo tiempo la producción de alimentos inocuos para la salud humana, una mejor preservación del suelo y el ambiente, factores que contribuyen a una mejor calidad de vida de la población.

Resultados similares fueron obtenidos por Calero *et al.* (2018) al evaluar diferentes bioproductos en el cultivo del frijol, donde el análisis económico mostró un efecto agronómico positivo del uso de estos bioproductos en la producción de frijol común (cultivar Velazco Largo). Rodríguez (2009), al evaluar la respuesta del cultivo de tomate a la aplicación de bioproductos, reportó que las alternativas lograron la mayor ganancia con un efecto económico de 114,176.00 \$ ha⁻¹ con respecto al testigo de producción. Por otra parte, económicamente, estas variantes en las que se prescinde de parte de la fertilización mineral se compensan, si se considera que la calidad biológica de la producción les confiere valores agregados para una mejor calidad de vida del consumidor.

De igual manera, Ferraz y Suárez (2019), al utilizar ME en el cultivo del maíz, obtuvieron resultados económicos y utilidades superiores en el tratamiento donde se utilizó el bioproducto embebiendo la semilla antes de la siembra y aplicándolo foliarmente hasta la cosecha, en comparación con los demás tratamientos.

Conclusiones

El uso de Microorganismos Eficientes favorece la respuesta de las variables de crecimiento y rendimiento en el cultivo del frijol variedad Cufig-48.

El tratamiento T3 (embebido de semilla y aplicación foliar cada 7 días) generó los mayores beneficios económicos, con utilidades de 16,963.13 \$/ha.

Recomendaciones

Se recomienda que los productores de las unidades de producción utilicen la tecnología de Microorganismos Eficientes para el cultivo del frijol.

Extender la experiencia obtenida en esta investigación a otros cultivos hortícolas de la CCS y del territorio.

Bibliografía

- Aguiar, L. O., & Mesa, R. J. R. (2019). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en un suelo Pardo sialítico mullido, sin carbonatos. *Revista Científica Agroecosistemas*, *7*(2), 111-118. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Álvarez, F. A., Benítez, G. R., Rodríguez, A. E., Grande, M. O., Torres, M. M., & Pérez, R. P. (2014). Guía técnica para la producción de frijol común y maíz.
- Barroso, F. L., Abad, M. M., Rodríguez, H. P., & Jerez, M. E. (2015). Aplicación de FITOMAS-E y ECOMIC para la reducción del consumo de fertilizante mineral en la producción de posturas de cafeto [Póster o ponencia]. Evento científico no especificado.
- Calero, A., Quintero, E., & Pérez, Y. (2018). Utilización de diferentes bioproductos en la producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agrotecnia de Cuba*, *41*(1), 1–13.
- Escalona, M. Á. (2014). Microorganismos efectivos: su extracción y uso. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrícolas*, *78*, 91-100. <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263125750004.pdf>
- Ferraz, L. H., & Suárez, S. F. (2019). Respuesta productiva del cultivo de maíz a la utilización de lactofermentos (microorganismos eficientes) en las condiciones de Filipinas [Trabajo de diploma, Universidad de Guantánamo].
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA.
- Mederos, Y. (2013). Revisión bibliográfica: Indicadores de calidad en el grano de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, *34*(3), 55–62. <https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/365>
- Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). (2021). Sector agropecuario: Indicadores seleccionados. <http://www.onei.gob.cu/node/14215>

Pérez, Y. (2021, marzo 30). Efectos de los microorganismos eficientes sobre la fisiología de la planta. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/efectos-de-los-microorganismos-eficientes-sobre-la-fisiolog%C3%ADa-perez>

Rodríguez, B. (2009). Respuesta del tomate (*Solanum Lycopersicum** L.) a la aplicación combinada de Hongos Micorrícicos Arbusculares, un estimulador del crecimiento y fertilizantes minerales* [Tesis de maestría, Universidad no especificada].

Sánchez, S., Hernández, M., & Ruz, F. (2011). Alternativas de manejo de la fertilidad del suelo en ecosistemas agropecuarios. *Pastos y Forrajes*, *34*(4), 375–392.

Toloambo, M. A. (2012). Efecto de un biopreparado de microorganismos eficientes sobre el cultivo del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en un suelo Pardo sialítico mullido, sin carbonatos. *Revista Científica Agroecosistemas*, *7*(2), 111-118. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>