

Respuesta de *Vigna unguiculata*, L. var. Vigna Yarey del Trópico al Fitomás E, micorrizas

y Codafol (Original)

Response of *Vigna unguiculata*, L. var. Vigna Yarey from the Tropics to Fitomás E,

mycorrhizae and Codafol (Original)

Ramón Santiesteban Santos. Ingeniero Agrónomo. Máster en Ciencias Agrícolas. Profesor

Auxiliar. Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. rsantiestebans@udg.co.cu 

Tania Lambert García. Ingeniero Agrónomo. Máster en Ciencias Agrícolas. Profesor Auxiliar.

Universidad de Granma. Bayamo. Granma. Cuba. tlambertg@udg.co.cu 

Orlando Salustiano González Paneque. Ingeniero Agrónomo. Doctor en Ciencias Agrícolas.

Profesor Titular. Director de Ciencia, Tecnología e Innovación. Universidad de Granma.

Bayamo. Granma. Cuba. ogonzalezp@udg.co.cu 

Recibido: 15-09-2025/Aceptado: 28-11-2025

Resumen

Para evaluar la respuesta de la variedad de frijol caupí Vigna Yarey del Trópico a los compuestos Fitomás E, micorrizas y Codafol, se desarrolló la investigación en el área de autoconsumo de Cerca Blanca, municipio Bayamo, provincia Granma. Se establecieron cuatro tratamientos con un área de 28,8 m² cada uno: T1 (NPK: 7,5-7-12 en 1 t/ha⁻¹), representando el tratamiento control; T2 (Codafol: 1,5 l/ha⁻¹); T3 (Fitomás E: 2,0 l/ha⁻¹) y T4 (micorriza: 1 kg/46 kg de semillas). La distancia de siembra empleada fue de 0,80 m x 0,10 m y se realizó un diseño experimental completamente aleatorizado. Fueron evaluados la altura de la planta, el número de vainas y de granos por planta, la masa de 100 semillas (g) y el rendimiento (t/ha⁻¹). Los datos fueron procesados a través del paquete estadístico InfoStat 2017 y se realizó la prueba de Tukey

para $p \leq 0,05$. Los mejores resultados en los indicadores productivos y económicos se encontraron con el empleo del tratamiento T4 (micorrizas: 1 kg/46 kg de semillas), donde se obtuvo un rendimiento de 3,22 t ha^{-1} y una utilidad que superó al control (NPK) en 39,49 %.

Palabras clave: frijol; Fitomás E; Codafol; micorrizas; biofertilizantes; bioestimulantes.

Abstract

To evaluate the response of the cowpea variety Vigna Yarey from the Tropics to the compounds Fitomás E, mycorrhizae, and Codafol, the research was conducted in the self-provisioning area of Cerca Blanca, Bayamo municipality, Granma province. Four treatments were established, each with an area of 28,8 m²: T1 (NPK: 7,5-7-12 at 1 t/ ha^{-1}), representing the control treatment; T2 (Codafol: 1,5 l/ ha^{-1}); T3 (Fitomás E: 2,0 l/ ha^{-1}) and T4 (mycorrhizae: 1 kg/46 kg of seeds). The planting distance used was 0,80 m x 0,10 m, and a completely randomized experimental design was implemented. Plant height, number of pods and grains per plant, 100-seed mass (g), and yield (t/ha^{-1}) were evaluated. The data were processed using the statistical package InfoStat 2017, and Tukey's test was performed for $p \leq 0,05$. The best results in productive and economic indicators were found with the use of treatment T4 (mycorrhizae: 1 kg/46 kg of seeds), which achieved a yield of 3,22 t ha^{-1} and a profit that exceeded the control (NPK) by 39,49 %.

Keywords: cowpea; Fitomás E; Codafol; mycorrhizae; biofertilizers; biostimulants.

Introducción

El cultivo de frijol caupí Vigna (*Vigna unguiculata*, L.) constituye una alternativa estratégica en los sistemas alimentarios del oriente cubano, por su capacidad de adaptación a condiciones edafoclimáticas adversas, su valor nutricional y su potencial económico en mercados locales; sin embargo, enfrenta limitaciones productivas asociadas a bajos niveles de fertilización, escasa disponibilidad de bioestimulantes y prácticas convencionales que reducen la eficiencia en

el uso de nutrientes, lo que afecta el rendimiento y la rentabilidad de los productores (Santana et al., 2023).

En este contexto, la inoculación con micorrizas arbusculares se presenta como una alternativa agroecológica para mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes, reducir la dependencia de insumos externos y fortalecer la resiliencia del cultivo. Las micorrizas establecen relaciones simbióticas con las raíces de las plantas, lo cual favorece la absorción de fósforo, del agua y de otros elementos esenciales, además de mejorar la estructura del suelo y la resistencia a factores de estrés abiótico (Nie et al., 2024).

Diversos estudios han demostrado el efecto positivo de las micorrizas en cultivos de leguminosas, especialmente en condiciones de bajos insumos, donde su aplicación puede traducirse en mejoras agronómicas y económicas significativas, en *Vigna unguiculata*, se ha observado un incremento en el crecimiento, en la biomasa, en el contenido de clorofila y en la eficiencia nutricional tras la inoculación con especies como *Glomus hoi* y *Acaulospora kentinensis* (Thoker & Patel, 2020). No obstante, en Cuba aún son escasas las investigaciones aplicadas que evalúen su impacto en el frijol caupí Vigna en condiciones agroecológicas reales, lo que limita su adopción por parte de los productores como una alternativa.

Según Padilla (2010, citado por Quintero et al., 2018): "Los biofertilizantes y bioestimulantes ofrecen un potencial para mejorar la producción y calidad de las cosechas" (p.74). Estos productos pueden reducir el uso de fertilizantes sintéticos, mejorar la eficiencia en el uso de nutrientes y aumentar la resistencia de las plantas al estrés abiótico, especialmente en sistemas de bajos insumos.

Para Zullo y Adam (2002, citados por Quintero et al., 2018): "En el actual proceso tecnológico del cultivo del frijol, se tiene como premisa la aplicación de estimulantes biológicos,

con capacidad suficiente de participar en los principales procesos metabólicos (...)" (p. 74).

Entre ellos se encuentra el Fitomás E: "(...) derivado de la industria azucarera cubana que actúa como bionutriente vegetal con marcada influencia antiestrés y presenta un efecto bioestimulante al potenciar el crecimiento y desarrollo de los cultivos" (Montano et al., 2007, citados por Quintero et al., 2018, p.74).

Estudios recientes han demostrado su efecto positivo en leguminosas como *Vigna unguiculata*. Varios autores han establecido que: "(...) el principio fundamental de la tecnología consiste en la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, y la producción de varios cultivos, entre los que se menciona al frijol común" (Calero et al., 2016; 2017, citados por Quintero et al., 2018, p. 74). Por ello se considera que el Fitomás E constituye una alternativa para promover incrementos en el rendimiento del grano.

En tanto, la aplicación del Codafol Maximus 8-11-3, un abono NPK para aplicación foliar de rápida asimilación, enriquecido con microelementos y aminoácidos, incrementa el rendimiento y mejora la calidad de la producción (Sustainable Agro Solutions S. A., 2019).

En la actualidad se considera de gran interés científico-técnico el uso de compuestos nutricionales como el Fitomás E, las micorrizas y el Codafol para favorecer el crecimiento, desarrollo y productividad del cultivo del frijol caupí. Estas razones llevaron a plantear como objetivo del artículo evaluar la respuesta del frijol caupí *Vigna unguiculata*, L. a los compuestos nutricionales antes mencionados.

Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en la finca de autoconsumo Cerca Blanca, municipio Bayamo, provincia Granma. Esta es una propiedad perteneciente a una empresa agropecuaria,

que se encuentra ubicada en el Km 3^{1/2} de la carretera Bayamo a Manzanillo. La investigación se realizó en el período comprendido entre los meses de junio a agosto de 2022, sobre un suelo Fluvisol, de reacción ligeramente ácida, bajo en nitrógeno y fósforo, así como medio en potasio.

Fueron registrados los valores de los datos climáticos para las variables de temperatura y precipitaciones durante el desarrollo del experimento, los cuales fueron ofrecidos por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA, 2022) (tabla 1).

Tabla 1. Datos climáticos correspondientes a los meses en que se desarrolló la investigación

Meses	Temperatura media (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura máxima (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitaciones (mm)
Junio	26,3	20,0	34,7	76,6	97,1
Julio	26,6	19,9	35,9	78,1	94,4
Agosto	26,8	20,7	35,5	78,3	152,3

Fuente: CITMA (2022).

Fueron evaluados los indicadores fenológicos y productivos de la variedad de frijol caupí *Vigna unguiculata*, L. Yarey del Trópico, sometida a aplicaciones de los compuestos nutricionales de Fitomás E, micorrizas (*Glomus spp*) y Codafol, para así determinar el efecto económico de los resultados productivos.

Para el desarrollo de la investigación se empleó un área de 2,40 m de ancho por 54,0 m de largo; con un área total de 129,6 m² y una distancia de siembra de 0,80 m x 0,10 m, para una densidad de siembra de 125,000 plantas por hectárea. Se utilizaron tres surcos para cada tratamiento, espaciados a 0,80 m entre hileras de 12 m de largo, con una separación de 2 m entre tratamientos. El suelo se preparó con tracción animal; para ello se realizó la labor de rotura con arado sitiero y dos pases de tiller, lo que permitió recoger los residuos que no fueron triturados con el arado y lograr una mejor preparación del suelo al ser roturado.

Dicha preparación se hizo coincidir con el momento de la siembra, para aprovechar la humedad del suelo y que se encontrara a disposición de las semillas para que estas no se afectaran por el déficit de humedad en el intervalo de tiempo desde la siembra hasta la realización del primer riego, teniendo en cuenta que uno de los tratamientos recibió las semillas peletizadas, con la aplicación de micorrizas, las cuales pierden efectividad cuando permanecen mucho tiempo en condiciones de estrés, ya sea por la falta de humedad o por otra condición ambiental.

En la investigación se establecieron cuatro tratamientos:

T1. NPK (control): a razón 1 t.ha⁻¹ de la fórmula 7,5-7-12. Se aplicó en el fondo del surco, previo a la siembra, logrando realizar la mezcla con el suelo para evitar el contacto directo de las semillas con el fertilizante.

T2. Codafol: a razón de 100 mililitros en 16 litros de agua, según indicaciones de Sustainable Agro Solutions S. A. (2019). Se realizaron tres aplicaciones a los 10, 20 y 30 días posteriores a la germinación.

T3. Fitomás E: a razón de 150 mililitros en 16 litros de agua, según indicaciones del Ministerio de la Agricultura (MINAGRI, 2021). Se realizaron tres aplicaciones a los 10, 20 y 30 días posteriores a la germinación.

T4. Micorrizas: se aplicó a razón de un kilogramo del producto por cada 46 kg de semillas, las que fueron peletizadas con el producto momentos antes de la siembra, a través de una mezcla de las micorrizas con una solución azucarada, para facilitar su adhesión a las semillas. Posteriormente fueron colocadas en un lugar fresco, a la sombra, hasta que perdieron la humedad (45 minutos) y facilitaron la siembra.

Fue utilizado un diseño experimental completamente aleatorizado, en el que se establecieron cuatro tratamientos con 20 observaciones en cada uno (plantas). Estas plantas fueron identificadas y se realizaron las evaluaciones en las mismas.

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron tres limpias manuales a los 7, 17 y 25 días posteriores a la germinación y tres riegos por aspersión, utilizando el sistema de riego enrollador. Se realizaron dos aplicaciones fitosanitarias para el control de crisomélidos (*Andrector ruficornio*). El producto usado fue un preparado a base de macerado del árbol del Nim (*Azadirachta indica*, L.), con lo que se logró el control de la plaga en los dos momentos en que fue aplicado: a los 10 y 24 días después de la germinación.

En la fase vegetativa fue evaluada la variable altura de la planta, a los 10, 20 y 30 días posteriores a la germinación, coincidiendo esta última con el inicio de la floración y como la variedad de frijol objeto de estudio presenta crecimiento determinado, a partir de ese momento las plantas no siguen creciendo ya que las yemas terminales se convierten en yemas florales, comenzando las plantas en la fase reproductiva.

La cosecha se realizó de forma manual, en estado seco de las semillas, donde fueron evaluadas las variables: número de vainas por planta, número de granos por planta, masa de 100 semillas (g) y el rendimiento ($t.ha^{-1}$); este último se obtuvo al realizar la suma de los valores del peso de los granos (g) de las plantas seleccionadas en cada tratamiento con la suma del peso de la cosecha del área restante, expresado el valor en $t.ha^{-1}$.

A los datos obtenidos se les realizaron y cumplieron las comprobaciones de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Fueron procesados a través de un análisis de varianza de clasificación simple por estadística paramétrica y en caso de diferencias

significativas, se aplicó la prueba de comparación de rangos múltiples de media, según Tukey para $p \leq 0.05$ de probabilidad de error, a través del paquete estadístico InfoStat 2017.

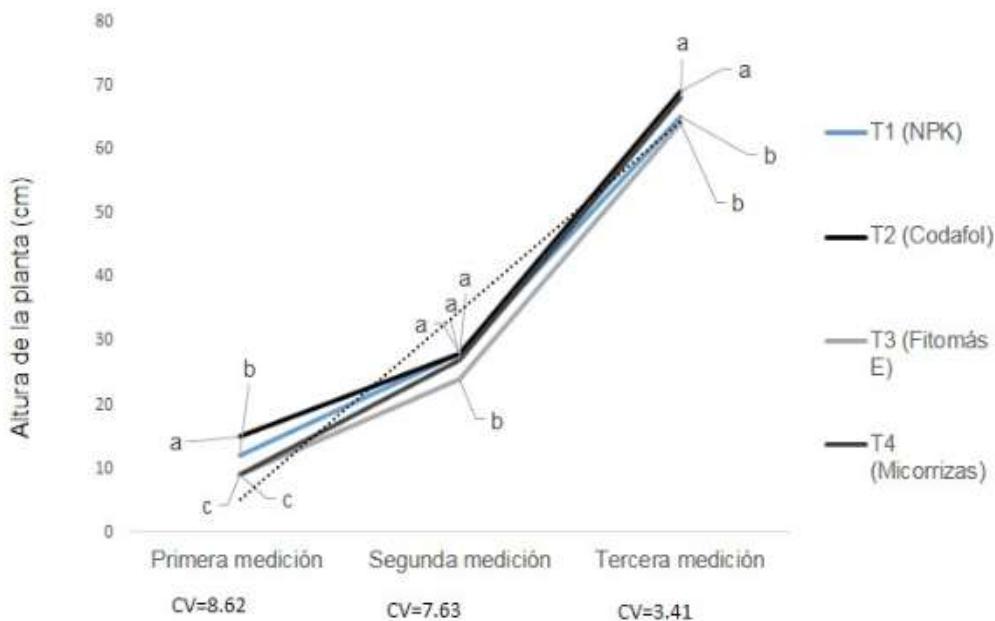
Se realizó una valoración económica de los resultados obtenidos para cada tratamiento, a los que se les determinó el valor de la producción (\$/ha), considerando el precio de venta de la producción obtenida de \$ 80,00 kg; los costos de producción (\$/ha), donde se consideraron todos los gastos y los costos totales del proceso; así como el costo por peso (\$) y las utilidades (\$/ha).

Análisis y discusión de los resultados

El frijol Vigna es considerado la hortaliza más importante en Cuba para condiciones de primavera y verano, pues es capaz de soportar las altas temperaturas, de ahí que los rangos señalados en el período del estudio no tuvieron incidencias negativas para el buen crecimiento y desarrollo del cultivo.

Se encontró una tendencia al crecimiento de la altura de las plantas en los tratamientos al ser comparada una evaluación con la anterior en los tres momentos que se realizó la medición de la altura de la planta: a los 10, 20 y 30 días posteriores a la germinación, con una diferencia entre 7 y 10 cm entre la primera y segunda evaluación y de 40 cm entre la segunda y tercera (a los 30 días posteriores a la germinación; sin existir diferencias significativas entre los tratamientos T2 (Codafol) y T4 (micorrizas), los que superaron a los tratamientos T1 (NPK) y T3 (Fitomás E) en un promedio de 4 y 5 cm respectivamente (figura 1).

Figura 1. Comportamiento de la altura de la planta de *Vigna unguiculata*, L. a la aplicación de NPK, del Codafol, de las micorrizas y del Fitomás E



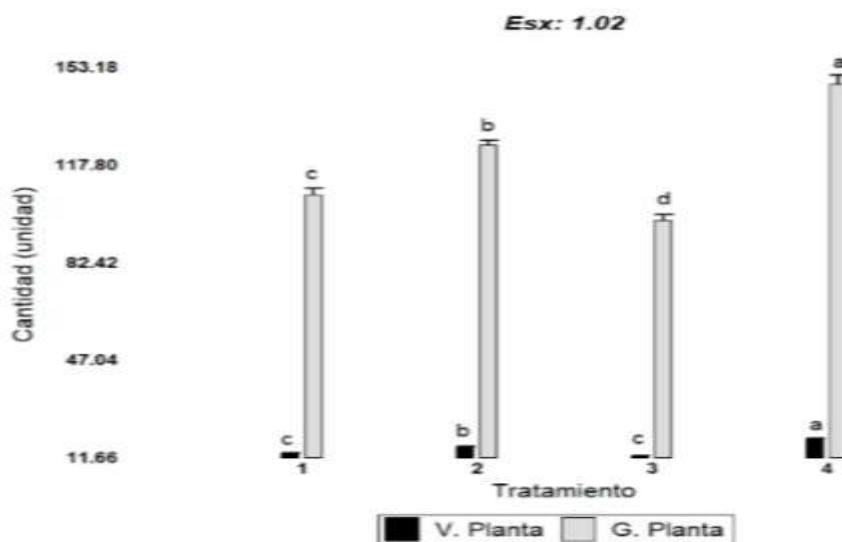
Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí según Prueba Tukey para $p \leq 0.05$.

Fuente: elaboración propia.

Estos resultados pueden estar relacionados con el hecho de que el Codafol: "(...) es un abono NPK para aplicación foliar de rápida asimilación, enriquecido con microelementos y aminoácidos. La aplicación resulta en un tratamiento vigorizante, anti-estrés, incrementando el rendimiento y mejora en la calidad de la producción" (Sustainable Agro Solutions S. A., 2019). Asimismo, las micorrizas presentan influencia en el crecimiento de las plantas mediante el incremento de la incorporación de nutrientes y el mejoramiento de sus relaciones hídricas (Viñals et al., 2011). Estos resultados se encuentran en correspondencia con las características propias de la variedad, llegando a alcanzar los 65 cm de altura en las condiciones de la provincia Granma (Verdecia, et al., 2013).

Al inocular las semillas con micorrizas (T4), se logró el mejor resultado en el número de granos por planta, superando en promedio entre 2.7 y 6 vainas respecto a los demás tratamientos. Similar comportamiento se encontró para el número de granos por planta, con los mejores resultados en el tratamiento T4 al presentar diferencias de 22 granos en relación al tratamiento T2 (figura 2).

Figura 2. Comportamiento de las variables vainas y granos por planta de *Vigna unguiculata*, L. a la aplicación de NPK, del Codafol, de las micorrizas y del Fitomás E



Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí, según Prueba de Tukey para $p < 0.05$.

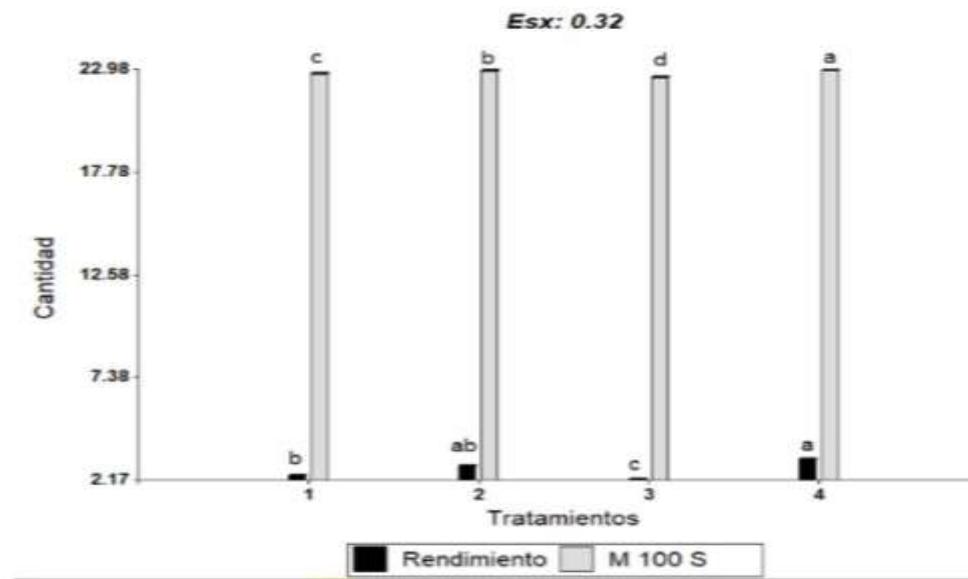
Fuente: elaboración propia.

El resultado de este análisis pudiera ser una de las razones por las cuales el Ministerio de la Agricultura recomienda la aplicación de micorrizas en el cultivo del frijol para contrarrestar los efectos de los hongos patógenos y potenciar el sistema radical del cultivo.

La cosecha, etapa final del experimento, aportó los mejores rendimientos en el tratamiento T4, con valores altamente significativos en relación a los restantes tratamientos con

una diferencia de 0.32, 0.79 y 0.99 t.ha⁻¹ en relación a los tratamientos T2, T3 y T1, respectivamente (figura 3).

Figura 3. Comportamiento del rendimiento de *Vigna unguiculata*, L. a la aplicación de NPK, del Codafo, de las micorrizas y del Fitomás E



Medias con letras iguales en la misma columna no diferían entre sí, según Prueba Tukey para $p \leq 0.05$ probabilidad del error.

Fuente: elaboración propia.

Los resultados encontrados son considerados como muy favorables al tener en cuenta que la aplicación de las micorrizas resultó el tratamiento más efectivo, aunque los valores obtenidos en cada uno (T1, T2, T3 y T4) resultan superiores a los que se obtienen en el país y en la provincia Granma, los que se encuentran en el orden de 1.0 t.ha⁻¹ (MINAGRI, 2021).

La masa de 100 semillas mantuvo la misma tendencia de los tratamientos descrita anteriormente para los rendimientos, lográndose los mejores resultados en el tratamiento T4. Los valores obtenidos para este indicador se encuentran en correspondencia con los señalados por

Verdecia et al. (2013), quienes caracterizaron la variedad Yarey del Trópico bajo condiciones de la provincia Granma.

Los resultados obtenidos son consistentes con los señalados por Gnanasekaran et al. (2024), quienes evaluaron 53 genotipos de *Vigna unguiculata* y encontraron rendimientos entre 2.5 y 3.6 t ha⁻¹, así como la masa de 100 semillas superiores a 20 g en condiciones agroecológicas similares a las de la presente investigación.

Los resultados de la valoración económica, verificados a través de los indicadores costo por peso y utilidades, demuestran que los cuatro tratamientos evaluados, incluido el control, resultaron económicamente viables para la producción de frijol caupí Vigna con la variedad Yarey del Trópico, lográndose los mejores resultados productivos y económicos con el empleo del tratamiento T4, al ser peletizadas las semillas con micorrizas previo a la siembra, tratamiento que aportó una utilidad de \$ 72.700,00; 27.100,00 y 78.800,00 superior respecto a T1, T2 y T3 y en este mismo orden los superó con un costo por peso de \$ 0.10, 0.02 y 0.07 (tabla 2).

Tabla 2. Valoración económica del frijol caupí Vigna a la aplicación del Fitomás E, de las micorrizas y del Codafol

T.	Rendimientos (t/ha ⁻¹)	Valor de la producción (\$/ha)	Costos de producción (\$/ha)	Costo por peso	Utilidades (\$/ha)	Diferencias
1	2,43	194400	50000	0.26	144400	-----
2	2,90	232000	42000	0.18	190000	45600
3	2,23	178400	40100	0.23	138300	6100
4	3,22	257600	40500	0.16	217100	72700

Leyenda: T-Tratamientos

Fuente: elaboración propia.

Los efectos positivos logrados en este estudio, con el empleo de los biofertilizantes coinciden con los obtenidos por Calero et al. (2023) en un estudio realizado con la coinoculación

de biofertilizantes microbianos en pepino y habichuela. Estos autores son del criterio que la aplicación de los biofertilizantes son una estrategia eficiente y viable en la producción de hortalizas.

Conclusiones

1. Se encontró una respuesta favorable de la variedad de frijol caupí *Vigna Yarey del Trópico* al emplear los tratamientos T1 NPK (1 t.ha⁻¹ de la fórmula 7.5-7-12), T2 Codafol (100 mililitros en 16 litros de agua), T3 Fitomás E (150 mililitros en 16 litros de agua) y T4 micorrizas (un kilogramo del producto por cada 46 kg de semillas), tanto para las variables del crecimiento como para los indicadores productivos.

2. Tanto los valores obtenidos en el tratamiento T4 (micorrizas) para el rendimiento t.ha⁻¹ como las utilidades superaron al tratamiento control (NPK) en un 24,74 y 39,49 %, respectivamente.

Referencias bibliográficas

Calero, A., Pérez, Y., Peña, K., Olivera, D., Jiménez, J. & Carabeo, A. (2023). Coinoculación de biofertilizantes microbianos en pepino y habichuela y su efecto en el crecimiento y rendimiento. *Temas Agrarios*, 28(2), 220-232. <https://doi.org/10.21897/bz3pk58>

Gnanasekaran, M., Shanthi, P., Gunasekaran, M., Thiyyagu, K. & Yuvaraja, A. (2024). Selection parameters for the improvement of seed yield and attributes in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). *Electronic Journal of Plant Breeding*, 15(3).

<https://doi.org/10.37992/2024.1503.087>

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (CITMA). (2022). *Datos climáticos correspondientes a la Estación Meteorológica del municipio de Bayamo, provincia Granma para el periodo mayo a septiembre de 2022*.

Ministerio de la Agricultura. (MINAGRI). (2021). *Guía técnica para el manejo de los cultivos*

de granos. Un acercamiento al productor. Folleto. Ministerio de la Agricultura Cuba.

Nie, W., He, Q., Guo, H., Zhang, W., Ma, L., Li, J. & Wen, D. (2024). Arbuscular mycorrhizal

fungi: Boosting crop resilience to environmental stresses. *Microorganisms*, 12(12), 2448.

DOI: 10.3390/microorganisms12122448

Quintero, E., Calero, A., Pérez, Y. & Enríquez, L. (2018). Efecto de diferentes bioestimulantes

en el rendimiento del frijol común. *Centro Agrícola*, 45(3), 73-80.

<http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v45n3/0253-5785-cag-45-03-73.pdf>

Santana, Y., Carrodeguas, S., Sosa, L. L., Rodríguez, F. L., Lopetegui, C. M. & Díaz, M. (2023).

Respuesta agronómica de cultivares de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L. Walp.) en San

José y Martínez, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 44(1). <https://cu-id.com/2050/v44n1e02>

Sustainable Agro Solutions, SA. (2019). *Ficha técnica de producto: codafol maximus 8-11-3.*

[https://todo-agro.com/uploads/products/documents/FT%20codafol%20maximus%208-11-3%20\(1\).pdf](https://todo-agro.com/uploads/products/documents/FT%20codafol%20maximus%208-11-3%20(1).pdf)

Thoker, S.A. & Patel, S. (2020). Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and nutrient

status of *Vigna unguiculata* (L.). *Advances in Zoology and Botany*, 8(5), 461-470.

<https://www.hrupub.org/download/20200830/AZB11-11416082.pdf>

Verdecia, P., Espinosa, S. & Santiesteban, R. (2013). *Nueva variedad de frijol Vigna unguiculata*

Yarey del Trópico. Catálogo de variedades comerciales. Ministerio de la Agricultura.

Viñals, M., García, A., Montano, R. L., Villar, J.C., García, T. & Ramil, M. (2011). Estimulante

de crecimiento agrícola FitoMas-E®; resultado de producción del año 2010 y su impacto

en cultivos seleccionados de alimentos. *ICIDCA. Sobre los derivados de la Caña de*

Azúcar, 45(3), 1-23. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223122261003.pdf>