OPEN ACCESS

ARTÍCULO ORIGINAL

Ingeniería Agrícola 16
enero-diciembre 2026
ISSN 2306-1545, eISSN 2227-8761
Cu-ID: https://cu-id.com/2284/v16e27

Influencia de microorganismos eficientes en germinación y crecimiento de plántulas (*Vigna unguiculata. L*) cv. Cantón 1

Influence of efficient microorganisms on germination and seedling growth (Vigna unguiculata. L) cv. Canton 1

Yusniel Dago Dueñas[1*], Llylian Serrano Hernández[2], Christopher Oswaldo Paredes Ulloa[3], Clever Gilberto Castillo De La Guerra[4], Eduardo Antonio F. Caí[5] y Aires Alberto DO Espírito Santo Hitotel[5]

[1]*Universidad de Pinar del Río Hermanos Saiz Montes de Oca. Calle Martí, núm. 300, Barrio Segundo Sur, entre 27 de noviembre y González Alcorta. Pinar del Río, Cuba. CP. 20100.*
[2]*Universidad de Camagüey Ignacio Agramonte y Loinaz, Circunvalación Este km1/2, Camagüey Cuba.*
[3]*Universidad Estatal Amazónica, Via Napo km 2½, Paso Lateral S/N, Puyo, Provincia Pastaza, Ecuador.*
[4]*Universidad Técnica de Cotopaxi, Av. Simon Rodriguez s/n, Parroquia Eloy Alfaro, Barrio el Ejido (Sector San Felipe), Latacuna, provincia de Cotopaxi, Ecuador*
[5]*Instituto Politécnico de Ondjiva, Cunene, Ciudad de Ondjiva. Angola.*

[*]Autor para correspondencia: Yusniel Dago-Dueñas, e-mail: yusniel.dago@gmail.com

RESUMEN: Esta investigación se llevó a cabo en la provincia de Pinar del Río, en el año 2018, con el objetivo de evaluar la influencia de los microorganismos eficientes sobre la germinación y crecimiento de plántulas *Vigna sesquipedalis* L. cv. Cantón 1 (habichuela). Se diseñaron dos experimentos: uno para medir la velocidad y el porcentaje de germinación, el segundo experimento fue para observar el desarrollo de las plántulas sometidas a tres concentraciones de microorganismos eficientes (2%, 4% y 6%). Se evaluaron parámetros morfológicos como el diámetro del tallo, la longitud de la radícula y del hipocótilo, la masa seca total y la masa fresca foliar. Los resultados permitieron establecer que el uso de microorganismos eficientes tuvo un efecto favorable sobre el desarrollo longitudinal del tallo y la radícula. Por otro lado, variables como el grosor del tallo, el peso foliar en fresco y la masa fresca total no mostraron una relación directa con la concentración utilizada, actuando de forma autónoma frente a los tratamientos aplicados. Se concluye que los microorganismos eficientes son una herramienta prometedora para mejorar el desarrollo inicial de *Vigna sesquipedalis* L. cv. Cantón 1, aunque la respuesta de ciertas variables morfológicas puede ser independiente de la concentración aplicada.
Palabras clave: Bioestimulantes, Agricultura sostenible, Parámetros de crecimiento, Leguminosas, Poder germinativo.

ABSTRACT: This research was conducted in the province of Pinar del Río in 2018, with the aim of evaluating the influence of effective microorganisms on the germination and seedling growth of *Vigna sesquipedalis* L. cv. Cantón 1 (yardlong bean). Two experiments were designed: the first to measure germination rate and germination percentage, and the second to observe seedling development under three concentrations of effective microorganisms (2%, 4%, and 6%). Morphological parameters assessed included stem diameter, radicle and hypocotyl length, total dry mass, and fresh leaf mass. The results established that the application of effective microorganisms exerted a favorable effect on the longitudinal development of both the stem and the radicle. Conversely, variables such as stem thickness, fresh leaf weight, and total fresh mass exhibited no direct relationship with the concentration applied, responding independently of the treatments. It is concluded that effective microorganisms represent a promising tool for enhancing the early development of *Vigna sesquipedalis* L. cv. Cantón 1, although the response of certain morphological variables may be independent of the concentration employed.
Keywords: Biostimulants, Sustainable agriculture, Growth parameters, Legumes, Germination capacity.

INTRODUCCIÓN

La habichuela (*Vigna sesquipedalis*) es originaria de Mesoamérica y la zona Andina, donde se localizan sus centros primarios de diversificación. Se cultiva como hortaliza de vaina verde, recolectándose en estado inmaduro, cuando el contenido de fibras es aún bajo (Rodríguez-Cruz et al., 2021).

En Cuba, esta especie representa una de las hortalizas de mayor relevancia. Su valor nutricional, la demanda constante por parte de los consumidores y la relativa estabilidad de sus precios la convierten en una opción atractiva para los productores (Ferrer-Castro *et al*., 2013).

Recibido: 18/01/2026
Aceptado: 06/07/2026
Conflictos de interés: Los autores declaran que no existen conflictos de interés.
Contribución de los autores: Conceptualización, Curación de datos, Análisis formal, Investigación, Supervisión, Redacción - borrador original, Redacción - revisión y edición: Yusniel Dago Dueñas, Llylian Serrano Hernández. **Metodología, Software:** Christopher Oswaldo Paredes Ulloa, Clever Gilberto Castillo De La Guerra. **Investigación:** Eduardo Antonio F. Caí, Aires Alberto DO Espírito Santo Hitotel.
La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a fines de identificación, no existe ningún compromiso promocional relacionado con los mismos, ni para los autores ni para el editor.

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

La agricultura moderna transita hacia la transformación de la producción agropecuaria con sistemas más sostenibles, nutriéndose de experiencias de la agricultura orgánica y tradicional, así como de buenas prácticas agronómicas. En este escenario, el desarrollo agropecuario sostenible y la seguridad alimentaria constituyen una prioridad estratégica para Cuba en su desarrollo económico y social (Terry et al., 2023).

La agroecología se presenta como una solución a los problemas existentes en Cuba, ya que brinda una oportunidad efectiva y segura que facilita un mayor provecho de los procesos naturales y de las interacciones beneficiosas en la finca, aumentando los rendimientos y beneficiando a los agricultores y sus familias (Altieri & Nicholls, 2020).

Esto conlleva la diversificación agrícola intencionalmente dirigida a aumentar el empleo de las interacciones biológicas y sinergias benéficas entre los componentes del agroecosistema, de tal manera que permitan la regeneración de la fertilidad del suelo, el mantenimiento de la productividad y la protección de los cultivos (Sarandón, 2021).

Dentro de estas interacciones benéficas está el empleo de los Microorganismos Eficientes (ME), los cuales están compuestos principalmente por bacterias fotosintéticas (*Rhodopseudomonas spp.*), levaduras (*Saccharomyces spp*.), bacterias lácticas (*Lactobacillus spp*.) y actinomicetos (*Streptomyces spp*.) (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

Los ME actúan de manera sinérgica para mejorar la estructura del suelo, solubilizar nutrientes inorgánicos como fósforo y potasio, suprimir patógenos mediante competencia y producción de metabolitos antimicrobianos, estimular la actividad enzimática radicular, lo que favorece la absorción de agua y elementos minerales esenciales durante las etapas críticas de germinación y crecimiento vegetativo (Morocho & Leiva-Mora, 2019).

A pesar de los conocidos beneficios de los ME en diversos cultivos, la optimización de su aplicación en la habichuela (*Vigna sesquipedalis*) cv. Cantón 1, específicamente en las etapas de germinación y crecimiento temprano, no ha sido suficientemente explorada en las condiciones agroecológicas de Pinar del Río, Cuba. Esta brecha de conocimiento limita la implementación de estrategias de bioestimulación eficientes para este cultivo de importancia local.

Estos criterios constituyeron el punto de partida de esta investigación, desarrollada en áreas de la Universidad de Pinar del Río, con el objetivo de evaluar el efecto de tres concentraciones de microorganismos eficientes sobre la germinación y crecimiento de plántulas de habichuela *Vigna sesquipedalis* L. cv. Cantón 1.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de Estudio

La investigación se realizó en dos fases dentro de la Universidad de Pinar del Río, Cuba (22°16'33" Norte, 83°40'51" Oeste, altitud de 120 msnm), entre enero-marzo 2018. La primera fase (evaluación de la germinación) tuvo lugar en el laboratorio de Suelo mientras que la segunda fase (evaluación del crecimiento) se desarrolló en el área de vivero de la misma institución, con una superficie aproximada de 50 m² (Figura 1).



Figura 1. Vista aérea de la Universidad de Pinar del Río. Fuente: *Google earth* 2022. Leyenda: ● 1. Laboratorio de suelo (fase de evaluación de la germinación); ● 2. Zona de vivero (fase de evaluación del crecimiento)

Preparación de microorganismos eficientes (ME)

Los microorganismos eficientes se prepararon siguiendo un procedimiento artesanal. Primero se colocaron 200 g de arroz cocido en un frasco previamente esterilizado y cubierto con una malla fina. Dicho frasco se enterró en suelo no perturbado durante siete días a temperatura ambiente. Transcurrido este período, el contenido se recolectó y se molió para obtener una solución concentrada.

Esta solución se transfirió a un tanque de 20 L, al cual se añadieron 5 L de suero de leche, 2 L de melaza y 100 g de levadura seca. La mezcla se homogeneizó y se completó con agua hasta alcanzar los 20 L. El tanque se dejó reposar en oscuridad, sin agitación, durante 35 días a temperatura ambiente. Finalmente, la solución se filtró para obtener el producto listo para ser aplicado.

Descripción de los experimentos aplicados

Germinación en condiciones de Laboratorio

El primer experimento se desarrolló en condiciones de laboratorio utilizando un diseño completamente al azar, con tratamientos de Microorganismos Eficientes (ME) a tres concentraciones (2%, 4% y 6%) para evaluar la germinación de semillas de habichuela cv. Cantón 1." (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos aplicados en los experimentos

Tratamientos	Descripción
T1 (Control)	Agua destilada estéril
T2	ME al 2%
T3	ME al 4%
T4	ME al 6%

Preparación y procedimiento

Se seleccionaron 450 semillas en total y se prepararon las soluciones de ME a las tres concentraciones indicadas (2%, 4% y 6%). Las semillas fueron sumergidas durante 2 horas en 100 ml de cada solución de ME, según las recomendaciones de Navarro-Torres et al. (2023). Tras la inmersión, se colocaron sobre papel de filtro para su secado a temperatura ambiente, sin exposición a radiación solar. Transcurridas 6 horas, se distribuyeron 50 semillas por tratamiento en tres placas Petri de 10 cm de diámetro.

Variables evaluadas

Porcentaje de germinación y índice de velocidad de germinación (conteo cada 6 horas durante 4 días), longitud del hipocótilo (LH) y longitud de la radícula (LR), ambas medidas con Pie de rey de ± 0,05 mm de precisión.

La velocidad de germinación se calculó mediante la siguiente expresión 1:

$$Índice = \frac{\Sigma \ número \ de \ semillas \ germinadas \ en \ cada \ conteo}{horas \ transcurridas \ hasta \ ese \ conteo} \quad (1)$$

El porcentaje de germinación se obtuvo por la expresión 2:

$$Porcentaje \ \ Germinación = \frac{total \ \ de \ \ semillas \ \ germinadas}{total \ \ de \ \ semillas \ \ sembradas} \cdot 100 \quad (2)$$

Evaluación de las variables morfológicas en condiciones de vivero

Se evaluó el efecto de las mismas tres concentraciones de ME sobre el crecimiento de las plántulas, también bajo un diseño completamente al azar. Se emplearon cinco bolsas de polietileno de 3 kg por tratamiento.

El sustrato empleado en la investigación fue suministrado por la Biofábrica local (km 1,5, carretera a Borrego, Pinar del Río), con la composición que se muestra en la Tabla 2.

Se añadieron 10 ml de agua por bolsa para alcanzar una humedad inicial óptima del sustrato. En cada bolsa se sembraron tres semillas a 10 mm de profundidad. Se aplicó riego diario y aspersión foliar con la concentración de ME correspondiente a cada tratamiento.

A los 25 días después de la siembra (DDS), se evaluaron cinco plantas por tratamiento, seleccionadas aleatoriamente de las 15 plantas disponibles en las bolsas, midiendo:

1. Longitud del tallo (cm)
2. Diámetro del tallo (cm)
3. Masa fresca total, aérea y radical (g)
4. Masa seca total (g), obtenida tras secado en estufa a 75 °C durante 4 horas.

Análisis estadístico de los resultados

Se verificaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas. Se aplicó la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney (95% de confianza) y un análisis de componentes principales. El software utilizado fue SPSS versión 21.0 para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra que los tratamientos con microorganismos eficientes incrementaron el índice de velocidad de germinación en comparación con el control. El tratamiento T4 (6 %) exhibió la mayor velocidad de germinación, alcanzando el pico a las 13 horas y 7 minutos post-aplicación, valor interpolado dentro de la serie de muestreo de 0 a 30 horas.

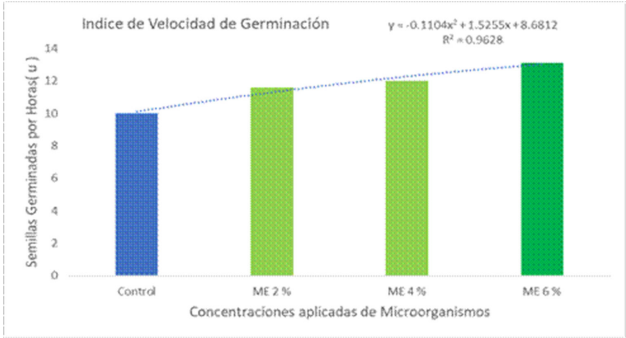


Figura 2. Índice de velocidad de germinación de la habichuela (*Vigna sesquipedalis*) cv. Cantón1 por horas.

Estos resultados coinciden con los reportes (Morocho & Leiva-Mora, 2019) quienes al inocular leguminosas con un consorcio microbiano similar (Probio Fert) encontraron aumentos significativos en la velocidad de germinación y en el desarrollo radical. La mejor respuesta se obtuvo con concentraciones de un 4 y 6 %, debido a la solubilización de fósforo y a la producción de auxinas que facilitan la hidrólisis de reservas en la semilla.

En la Figura 3 se muestra con un 95% de confianza que los tratamientos con microorganismos eficientes incrementaron el porcentaje de germinación con respecto al control. Siendo el tratamiento T4 con una concentración del 6% el que alcanzó el valor más alto, con 98% de las semillas germinadas.

Tabla 2. Resultados del análisis de laboratorio del biocompost (Declaración del Suministrador, U.E.B. Desmonte y Construcción Pinar del Río, Brigada de Producción de Humus San Cristóbal)

pH KCl	% MO	Mg/kg NaS	%kT	Ca+ %	Mg+ %	NaT	CE mhs/cm	Cl Mg/kg
8,02	30,40	674,3	0,07	1,20	0,28	0,42	2,27	1846,0

Nota: PhKCl = pH en KCl; % MO = porcentaje de materia orgánica; % KT = potasio total; Ca+ %, Mg+ % = calcio y magnesio intercambiables; NaT = sodio total; CE = conductividad eléctrica.

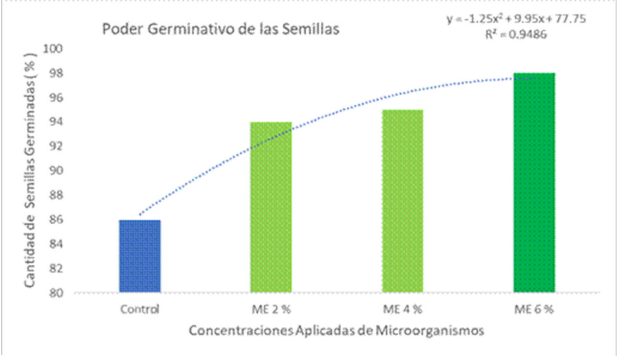


Figura 3. Porciento de germinación de la habichuela (*Vigna sesquipedalis*) cv. Cantón1 por tratamientos aplicados.

Lo anterior apoya lo señalado por Carpio *et al*. (2025), quienes destacan que los microorganismos eficientes poseen efectos bioestimulantes y promueven el crecimiento vegetal, constituyendo una herramienta clave para la agricultura sostenible. Entre los mecanismos involucrados se incluye la estimulación de la germinación mediante una mayor disponibilidad de nutrientes y la mejora de la estructura del suelo (Quispe-Quispe & Salas-Macías, 2022).

Adicionalmente, el efecto benéfico de los ME puede atribuirse a fitohormonas liberadas por microorganismos como *Trichoderma harzianum*, *Azotobacter vinelandii*, *Bacillus polymyxa* y *Azospirillum brasilense*, capaces de aumentar la germinación en diversas especies, tal como lo reportaron Vera-Rodríguez et al. (2024).

En la Tabla 3 se puede observar que la correlación entre concentración, longitud del hipocótilo y longitud de la radícula es casi nula por lo cual se puede afirmar que la concentración del microorganismo, por sí sola, no determina linealmente el crecimiento de las plántulas.

Este comportamiento concuerda con Vera-Rodríguez et al. (2024), quienes hallaron que los efectos sobre las plántulas dependen más de la cepa microbiana que de la concentración aplicada. De manera similar, Barrios et al. (2024) observaron que la longitud radical en maíz aumentaba con bioinsumos, pero la respuesta variaba según el cultivo y la formulación, lo que refuerza la ausencia de una relación dosis-respuesta estricta.

La correlación casi nula (0,07) entre LH y LR sugiere que ambas estructuras crecen independientemente bajo la influencia de los ME. Desde el punto de vista fisiológico, Taiz & Zeiger (2022) explican que la radícula emerge primero y se convierte en raíz primaria (anclaje), mientras que el hipocótilo conecta los cotiledones con la radícula, cumpliendo funciones distintas.

La fuerte correlación negativa (r = −0,80) entre la relación LH/LR y la longitud de la radícula indica que, a mayor desarrollo radical, menor es la proporción hipocótilo/radícula, es decir, la radícula domina el crecimiento inicial. Garg (2024) describe este proceso como esencial, ya que la radícula establece las primeras raíces, condicionando la futura absorción de agua y nutrientes.

La Figura 4 muestra un Análisis de Componentes Principales donde el comportamiento de las variables evaluadas se organiza en dos grupos.

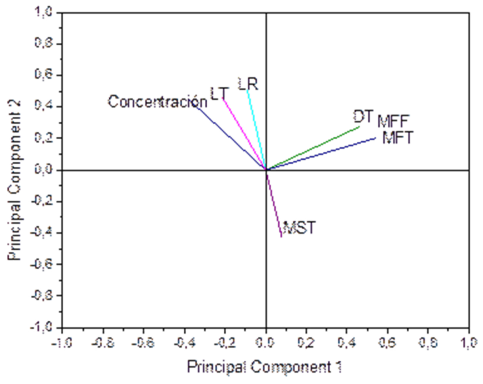


Figura 4. Análisis de componentes principales para las variables evaluadas en condiciones de vivero.

En el primer grupo se encuentra la concentración del inoculante microbiano, la longitud del tallo (LT) y la longitud de la radícula (LR) las cuales están juntas hacia el lado izquierdo del gráfico, lo que indica que estas variables están estrechamente relacionadas entre sí y responden de forma similar a los tratamientos, es decir, cuando aumenta la concentración del microorganismo tiende a aumentar también el crecimiento en longitud de las estructuras de la plántula.

Por otro lado, el diámetro del tallo (DT), la masa fresca foliar (MFF) y la masa fresca total (MFT) se agrupan hacia el lado derecho, lo que indica que el desarrollo del tallo y la acumulación de materia fresca ocurren de manera conjunta, pero de forma independiente a lo que ocurre con las variables del primer grupo.

La masa seca total (MST) aparece en una dirección casi perpendicular a todas las demás variables, lo que significa que su comportamiento es autónomo respecto a los otros grupos, ya que la acumulación de materia seca depende principalmente de procesos metabólicos internos como la fotosíntesis y la respiración celular, y no directamente de la concentración del inoculante pues la acción de los microorganismos sobre la plántula no es uniforme ya que los microorganismos actúan de forma diferenciada sobre la elongación, la biomasa fresca y la acumulación de materia seca como procesos fisiológicos distintos.

Tabla 3. Análisis de correlación entre la concentración, longitud del hipocótilo, longitud de la radícula y su relación

	Concentración	LH	LR	LH/LR
Concentración	1			
LH	0	1		
LR	0,14	0,07	1	
LH/LR	-0,15	0,52	-0,80	1

Fuente: elaboración propia. Leyenda: LH: Longitud del hipocótilo, LR: Longitud de la radícula, LH/LR: Relación hipocótilo y radícula.

Estos resultados coinciden con Canchignia-Martínez et al. (2025), quienes señalan que los microorganismos liberan sustancias estimulantes como auxinas, giberelinas y citoquininas, pero también producen aminoácidos y otros compuestos que actúan sobre vías fisiológicas distintas. Esto explica por qué la elongación, la acumulación de masa fresca y la masa seca responden de forma diferenciada.

Asimismo, bacterias como *Azospirillum brasilense* contribuyen al crecimiento mediante fijación de nitrógeno, producción de fitohormonas y mejora en la absorción de nutrientes (Sangoquiza-Caiza et al., 2024). Por su parte, Azotobacter es otro género reconocido por su capacidad de fijar nitrógeno y producir sustancias promotoras del crecimiento (Sánchez-López et al., 2018).

CONCLUSIONES

La concentración de microorganismos eficientes al 6% fue la más efectiva, mejorando significativamente tanto el porcentaje como la velocidad de germinación en plántulas de habichuela (*Vigna sesquipedalis*) cv. Cantón 1.

Estos hallazgos sugieren que la aplicación de ME, particularmente a una concentración del 6%, representa una estrategia prometedora para optimizar la germinación y el desarrollo inicial de la habichuela en sistemas de producción sostenible, contribuyendo a la seguridad alimentaria. Futuras investigaciones podrían enfocarse en la evaluación a largo plazo de estas concentraciones en condiciones de campo y en la identificación de las cepas microbianas específicas responsables de los efectos diferenciados en el crecimiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, *47*(5), 881-898. https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891

Barrios, M., Silva, A., & Romero, M. (2024). Germinación de semillas de leguminosas inoculadas con diferentes dosis de bioinsumos. *Revista ESPAMCIENCIA, 15*(1), 54-63. https://doi.org/10.51260/revista_espamciencia.v15i1.499

Canchignia-Martínez, H. F., Meza-Holguín, C. J., Tapia-Quintana, D. N., Macías-Holguín, T., Anguila, J. S., & Vera-Barahona, L. F. (2025). Bacterias productoras de ácido indol-3-acético y solubilizadoras de fósforo y potasio como promotoras de crecimiento en *Oryza sativa* L. *Terra Latinoamericana, 43*, e1969. https://doi.org/10.28940/terra.v43i0.1969

Carpio, M., Vera, J., Yugsan, F., Gavin, C., & Barzallo, D. (2025). Biofertilizer enriched with *Paenibacillus polymyxa* y *Trichoderma* sp. for radish cultivation. *Revista Caatinga, 38*, e13759. https://doi.org/10.1590/1983-21252025v38n13759rc

Garg, F. C. (2024). Role of microorganisms in seed germination. En E. Yildirim, S. Ermis & E. Özden (Eds.), *New perspectives on seed germination*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.1006270

Morocho, M. T., & Leiva-Mora, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola, 46*(2), 93-103. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093

Navarro-Torres, L., Valdés-Sánchez, M., & Pérez-Rodríguez, J. (2023). Bioestimulantes promueven la germinación de semillas de arroz (*Oryza sativa*) cultivar INCA LP-7 en medio salino. *Cultivos Tropicales, 43*(2), e10. https://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1661

Ferrer-Castro, R., Rodríguez-Pérez, C., & Martínez-Gómez, L. (2013). Respuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. *coccineus*) a diferentes dosis de abono orgánico. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas, 47*(3), 253-258. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362013000300001

Quispe-Quispe, E., & Salas-Macías, C. (2022). La imbibición de semillas en solución con microorganismos eficientes mejora el desarrollo de plántulas de *Daucus carota* L. *Manglar, 19*(3), 279-284. https://doi.org/10.17268/manglar.2022.035

Rodríguez-Cruz, A., Hernández-García, M., & López-Pérez, J. (2021). Respuesta productiva de la habichuela (*Vigna unguiculata* subsp. *unguiculata*) bajo diferentes niveles de fertilización orgánica en el municipio de Madruga. *Revista Caleidoscopio, 16*(2), 12-21. https://portal.amelica.org/ameli/journal/441/4412849010/html/

Sánchez-López, D. B., Pérez-Pazos, J. V., Luna-Castellanos, L. L., García-Peña, J. A., & Espitia-Montes, A. A. (2018). Evaluación de *Azotobacter vinelandii* y *Pseudomonas denitrificans* en *Dioscorea rotundata* en condiciones de campo. *Fave. Sección Ciencias Agrarias, 17*(1), 35-43. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1666-77192018000100003&script=sci_arttext

Sangoquiza-Caiza, C., Borgues-García, M., & Cho, K. J. (2024). Respuesta del maíz harinoso (*Zea mays* L. var. *Amylacea*) a la inoculación de *Azospirillum* y *Pseudomonas*. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida, 39*(1), 150-159. https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.09

Sarandón, S. J. (2021). Agroecología: una revolución del pensamiento en las ciencias agrarias. *Ciencia, Tecnología y Política, 4*(6), e055. http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/120647

Taiz, L., Møller, I. M., Murphy, A., & Zeiger, E. (2022). *Plant physiology and development* (7.ª ed.). Sinauer Associates/Oxford University Press.

Terry, A. E., González, E. Y., & Martínez, R. Y. (2023). Prácticas agroecológicas para incrementar la productividad en fincas agrícolas de Cuba. *Investigación Agraria, 25*(1), 32-38. https://doi.org/10.18004/investig.agrar.2023.junio.2501755

Vera-Rodríguez, J. H., Barzallo, D., Villamar-Aveiga, M. del R., & Barcia-Anchundia, J. X. (2024). Efecto bioestimulante de los microorganismos sobre la germinación in vitro de semillas híbridas de pimiento. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 25*(1), e3306. https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num1_art:3306