



EMPLEO DE LA BIOFERTILIZACIÓN PARA POTENCIAR EL CULTIVO DE LA MANZANILLA (*MATRICARIA RECUTITA* L.)

Use of biofertilization to promote chamomile crop (*Matricaria recutita* L.)

¹[ID](#) Marisel Ortega García^{1*}, ²[ID](#) Yoania Ríos Rocafull², ³[ID](#) Janet Rodríguez Sánchez³, ⁴[ID](#) Marisol Morales Díaz⁴,
⁵[ID](#) Leonor Pérez Rodríguez⁵, ⁶[ID](#) Eliezer Ferrer Tamayo⁶, ⁷[ID](#) Yaisely Orquídea Hernández Fernández⁷

¹Departamento de Recursos Microbianos y Productos Bioactivos del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Calle 188 #38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas, Boyeros. La Habana, Cuba. E-mail: dir_cientifica@inifat.co.cu, mariselortega9@gmail.com

²Departamento de Recursos Microbianos y Productos Bioactivos, del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). La Habana, Cuba. E-mail: dpagrobiotec@inifat.co.cu

³Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). La Habana, Cuba. E-mail: bioferbiocontrol@inifat.co.cu

⁴Departamento de Recursos Fitogenéticos y Semillas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). La Habana, Cuba. E-mail: agroecosistemas@inifat.co.cu

⁵Departamento de Producciones Especializadas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). La Habana, Cuba. E-mail: postcosecha@inifat.co.cu

⁶Departamento de Producciones Especializadas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). La Habana, Cuba. E-mail: eliezerferrert@gmail.com

⁷Departamento de Producciones Especializadas del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). La Habana, Cuba. E-mail: quimicapost@inifat.co.cu

RESUMEN: La manzanilla (*Matricaria recutita* L.) es una de las plantas medicinales más utilizadas a nivel mundial, tanto en la medicina tradicional, como en la industria farmacéutica y cosmética. La investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de biofertilizantes bacterianos y humus de lombriz en el cultivo de manzanilla (*Matricaria recutita* L.) para potenciar la producción de flores y semillas. La variante experimental que combinó el humus de lombriz y el consorcio a base de microorganismos promotores del crecimiento vegetal mostró un efecto positivo en el incremento de las flores, con diferencias significativas respecto al resto. No hubo diferencias entre los tratamientos en cuanto a la altura de las plantas, la longitud de las raíces y el número de ramas. No obstante, se demostró la efectividad del empleo de la biofertilización combinada con la adición de humus para incrementar los rendimientos de la masa seca de las flores (kg.ha⁻¹) y de la producción de semillas (g), respecto al control.

Palabras clave: flores, biofertilizantes, consorcio bacteriano.

*Autor para correspondencia: dir_cientifica@inifat.co.cu, mariselortega9@gmail.com

Recibido: 20/02/2025

Aceptado: 10/06/2025

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses

Contribución de los autores: Marisel Ortega García: **Conceptualización. Curación de datos. Investigación. Metodología. Escritura-borrador inicial. Escritura-revisión y edición. Supervisión. Investigación.** Yoania Ríos Rocafull: **Conceptualización. Curación de datos. Supervisión. Investigación.** Janet Rodríguez Sánchez: **Metodología.** Marisol Morales Díaz: **Metodología.** Leonor Pérez Rodríguez: **Curación de datos.** Eliezer Ferrer Tamayo: **Curación de datos.** Yaisely Orquídea Hernández Fernández: **Conceptualización. Metodología. Investigación.**



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/>



ABSTRACT: Chamomile (*Matricaria recutita* L.) is one of the most widely used medicinal plants worldwide, both in traditional medicine and pharmaceutical and cosmetic industries. The research was conducted with the objective of evaluating the effect of applying bacterial biofertilizers and worm humus on chamomile cultivation to promote the production of flowers and seeds. The experimental variant that combined worm humus and the consortium based on plant growth-promoting microorganisms showed a positive effect on the increase of flowers, with significant differences compared to the rest. There were no differences among treatments regarding plants height, root length and number of branches; nevertheless the effectiveness of the biofertilization combined with worm humus was demonstrated to increase the yield of dry flower mass ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) and seed production (g), compared to the control.

Key words: flowers, biofertilizers, bacterial consortium.

INTRODUCCIÓN

El empleo de las plantas medicinales se extiende del conocimiento ancestral de poblaciones que transmitieron sus saberes de generación en generación, y con ellos la diversidad de usos de estas especies (Gallegos-Zurita y Gallegos, 2017). Dentro de las plantas medicinales, la manzanilla (*Matricaria recutita* L.) es una de las más utilizadas a nivel mundial, tanto en la medicina tradicional, como en la industria farmacéutica y cosmética (Al-Dabbagh et al., 2019).

En el cultivo de la manzanilla se describe, como parte de su manejo, el empleo de altas dosis de fertilizantes nitrogenados para incrementar los rendimientos (Cavallero et al., 2015), y también la aplicación de abonos orgánicos (Ríos Avilan, 2022). En ambos casos han mostrado buenos resultados, ya que se plantea que es una planta que requiere de pocos de nutrientes para su desarrollo, lo que incrementa su popularidad (Arias Jami, 2023).

Dentro de las alternativas sostenibles de su producción se encuentran los biofertilizantes, los que aceleran el crecimiento y la floración de las plantas (Aquino-Duran, 2020; Do Amaral et al., 2020). Permiten, además, reducir las dosis de fertilizantes químicos a aplicar (Wozniak et al., 2020), ya que mejoran su eficiencia de uso (Etesami, 2020; Odoh et al., 2020), lo que beneficia la calidad del suelo (Sofo et al., 2020) y está en armonía con la naturaleza.

Aunque en las especies medicinales pocos estudios abordan el empleo consorcios bacterianos que desempeñen diferentes funciones dentro de la planta, como la solubilización de fosfatos (Bolívar-Anillo et al., 2021), la fijación del nitrógeno (Rodríguez-Hernández et al., 2020), la producción del ácido indolacético (AIA) (Hungria et al., 2022) y la estimulación de la biomasa (Izquierdo-García et al., 2021), estas actividades se consideran favorables para mejorar los procesos de nutrición

y adaptabilidad de las especies vegetales frente a factores bióticos y abióticos (Ayan et al., 2021), tales como el estrés hídrico y salino (Boorboori y Zhang, 2022) y la inducción de resistencia contra hongos fitopatógenos (Cheng et al., 2020). Se describe, también, que algunos generan un impacto positivo en la fertilidad del suelo, ya que le proporcionan nutrientes a la planta para suplir sus necesidades (Castro et al., 2021; Fasusi y Babalola, 2021).

Por todos estos antecedentes, este trabajo tiene como objetivo evaluar el empleo de la biofertilización con microorganismos promotores del crecimiento vegetal para potenciar los rendimientos del cultivo de la manzanilla en la masa seca de las flores y la producción de semillas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La siembra se realizó en un suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico (Hernández et al., 2015) del Lote 1 del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), ubicado en Santiago de Las Vegas, municipio Boyeros, provincia La Habana, Cuba. Los experimentos de campo se realizaron en dos campañas entre los años 2022-2023 y 2023-2024.

Para la caracterización química del suelo se tomaron submuestras de la capa arable (0-30 cm) por el método diagonal y se mezclaron de forma homogénea para obtener una muestra representativa. Los análisis y los métodos utilizados se muestran en la [Tabla 1](#) y los resultados se resumen en la [Tabla 2](#).

Tratamientos evaluados:

- T1: Testigo absoluto
- T2: Humus de lombriz
- T3: biofertilizante (Dimargón®)
- T4: Humus de lombriz + biofertilizante (Dimargón®)

Tabla 1. Análisis y métodos utilizados para la caracterización química del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado empleado en la investigación (áreas del Lote 1 del INIFAT).

Variables	Métodos
Materia orgánica (MO)	Walkley y Black (NC 51, 1999)
pH	Potenciometría
P ₂ O ₅	extracción con 0,1 Mol.L ⁻¹ de H ₂ SO ₄ y con una relación suelo: solución de 1:25 (método de Oniani); (NC 52, 1999)
Ca ²⁺ y Mg ²⁺ Na y K	extracción con NH ₄ Ac 1 Mol.L ⁻¹ a pH 7 (NC 65, 2000). Los cationes se identificaron por complejometría y fotometría de llama (Na y K)
K ₂ O	a partir del K intercambiable

Tabla 2. Propiedades químicas del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado en el que se desarrolló la investigación (áreas del Lote 1 del INIFAT).

Materia Orgánica (%)	pH KCl	P ₂ O ₅	K ₂ O	K	Na	Mg ²⁺	Ca ²⁺
		mg kg ⁻¹		cmol kg ⁻¹			
2,07	7,45	22,95	28,81	1,34	0,040	1,30	20.33

T5: biofertilizante (Consortio microbiano)

T6: Humus de lombriz + biofertilizante (Consortio microbiano)

Los biofertilizantes estudiados fueron Dimargón®, elaborado a base de *Azotobacter chroococcum*, y un consorcio microbiano compuesto por microorganismos promotores del crecimiento vegetal. Para la obtención de ambos biofertilizantes se empleó un proceso de fermentación sumergida en una zaranda rotatoria a 200 r.p.m. de agitación, a 32 °C de temperatura, durante 48 horas. Se utilizó como medio de cultivo DIMARGON-M (Dibut *et al.*, 2003). En el mismo se alcanzaron concentraciones microbianas de 10¹⁰ UFC.mL⁻¹ como producto final, para ambos biofertilizantes.

La aplicación de los biofertilizantes se realizó por aspersión al suelo, con la ayuda de una mochila, en el momento de la siembra, diluyendo en agua común el producto final de la fermentación, a razón de 1:10 (v:v). Además, se aplicó humus de lombriz, solo y combinado a razón de 6 kg.m².

En ambas campañas se empleó un diseño en Bloques al Azar, con tres réplicas y un tamaño de parcela de 3 m lineales y una distancia entre surcos de 0,90 m. En el primer año se utilizaron parcelas de 8 m de largo por 18 de ancho por cada tratamiento, y en el segundo las parcelas fueron de 6 m de largo por 18 de ancho. Las atenciones culturales fueron las descritas en el Manual del cultivo (Fuentes *et al.*, 2000).

A partir de los 80 días del trasplante, se tomaron 10 plantas al azar por cada tratamiento para determinar la altura (cm), el número de ramas (u) y la longitud de la raíz (cm). Además, se estimó el

rendimiento de las flores expresado en kg.ha⁻¹ de materia seca y la producción de semillas, expresado como masa de las semillas (g).

Las mediciones de la longitud de las raíces y altura de las plantas, se realizaron con una regla graduada. La masa seca se determinó mediante el empleo de una balanza técnica RADWAG (0,01 g de error), una vez terminado el proceso de sacado en estufa a 60 °C.

Para el procesamiento estadístico de los datos se empleó un análisis de la varianza simple para cada campaña y se utilizó la prueba de Rangos Múltiples de Duncan a un 5 % de probabilidad de error y el programa STATGRAPHICS Plus versión 5.0 (STATGRAPHICS Plus versión 5.0 Online Manual, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El suelo Ferralítico Rojo Lixiviado agrogénico en estudio, se caracterizó por presentar valores bajos de materia orgánica (FAO, 2009), lo que refleja el nivel de fertilidad y la necesidad de realizar aportes de enmiendas orgánicas que mejoren el estado nutricional y sus propiedades; pH ligeramente alcalino, contenido bajo de fósforo disponible, alto de K⁺ y bajo Na⁺ (Martínez *et al.*, 2021). Entre los cationes cambiables predomina el calcio sobre el magnesio, lo que se corresponde con el pH, con una relación Ca²⁺/Mg²⁺ desbalanceada, ya que el rango óptimo para el adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos oscila entre 2-6 cmol.kg⁻¹ (Hernández *et al.*, 2020). Se aprecia también que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es relativamente alta para este tipo de suelo.

Aunque ambas campañas se realizaron en un mismo tipo de suelo, el comportamiento de las variables meteorológicas en cada periodo ejerció una gran influencia sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo, lo que se evidencia en los resultados obtenidos.

Al analizar la respuesta de los indicadores del crecimiento a los diferentes tratamientos (Tabla 3), se observa que en la altura de las plantas no se aprecian diferencias significativas. En cuanto al número de ramas, en la primera campaña los mejores resultados se obtuvieron en los biofertilizados con Dimargón® y el consorcio, sin diferencias entre ellos, pero sí en relación con el resto; y en la segunda, no se encontraron disimilitudes entre las variantes. Respecto a la longitud de la raíz, no se obtuvieron diferencias entre los tratamientos en la campaña inicial, mientras que en la segunda se destacaron el Dimargón® y el humus de lombriz.

En el cultivo de la manzanilla, la altura se atribuye generalmente a factores genotípicos, climáticos, a la densidad de plantación y los tipos de suelos, entre otros. No obstante, se describe el incremento de este indicador por el efecto de altas dosis de fertilizante mineral. Como ejemplo de ello, Hadi et al. (2015) refieren que al aplicar dosis de 200 kg.ha⁻¹ de urea, aumentó la altura máxima del cultivo a 67 cm, al igual que lo expone Dalla Costa (2001), en este caso con el empleo de dosis de

100 kg.ha⁻¹. También, Morais et al. (2006) plantean que al usar 120 kg.ha⁻¹ de N y 200 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ alcanzaron valores superiores de la altura.

En lo referente a las ramificaciones, de igual forma se señalan aumentos al emplear dosis de 120 kg.ha⁻¹ de N (Amiri Mijani et al., 2011). Otros autores, también demostraron cómo el incrementar el nivel de nitrógeno favorece la altura y el número de ramas (Roza et al., 2016), por lo que garantizar una mayor nutrición del cultivo influyó en la mejora de estos indicadores. De igual forma, se plantea que los biofertilizantes son microorganismos que facilitan la absorción de nutrientes del suelo por parte de las plantas, por lo que también estimulan su crecimiento (Nosheen et al., 2021).

Al evaluar los tratamientos sobre el rendimiento de las flores expresado en materia seca (kg.ha⁻¹) (Figura 1), se puede apreciar el efecto positivo del tratamiento combinado del consorcio microbiano con el humus de lombriz, con diferencias significativas respecto al resto. Le siguen los tratamientos con Humus de lombriz + Dimargón® y el que contiene solo Humus de lombriz, con diferencias en los resultados entre campañas de estos últimos.

En ambas campañas, quedó claramente evidenciado el efecto positivo de combinar el humus de lombriz con los biofertilizantes para incrementar los rendimientos de la floración del cultivo de

Tabla 3. Efecto de la biofertilización en indicadores del crecimiento de plantas de manzanilla (*Matricaria recutita* L.), sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado durante las campañas 2022-2023 y 2023-2024.

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Número de ramas (u)	Longitud de la raíz (cm)
Campaña 2022-2023			
T1: Testigo absoluto	42,7 a	25,5 b	15,2 a
T2: Humus de lombriz	40,4 a	24,2 b	12,8 a
T3: Dimargón®	41,4 a	39,7 a	14,7 a
T4: Humus de lombriz +Dimargón®	42,0 a	27 b	11,6 a
T5: Consorcio	38,7 a	32,5 ab	13,2 a
T6: Humus de lombriz +Consorcio	43,3 a	11,2 c	13,5 a
ESx	2,2859	4,1316	1,4349
Campaña 2023-2024			
T1: Testigo absoluto	46,8 a	23,2 a	12,3 bc
T2: Humus de lombriz	53,7 a	25,5 a	13,7 ab
T3: Dimargón®	46,2 a	18,8 a	17 a
T4: Humus de lombriz +Dimargón®	52,2 a	26,1 a	10,5 bc
T5: Consorcio	54,7 a	18,1 a	10,7 bc
T6: Humus de lombriz +Consorcio	49,6 a	24,8 a	9,71 c
ESx	3,4387	3,6713	1,2853

Letras iguales no difieren significativamente entre sí, según la prueba de Rangos Múltiples de Duncan, (p<0,05) n=10.

la manzanilla. Se plantea que, al combinar los abonos orgánicos y los biofertilizantes, los primeros proporcionan los elementos minerales necesarios para el crecimiento inicial de las plantas, y los segundos tienen la habilidad de asociarse con las plantas para beneficiar al cultivo mediante los mecanismos que activan la promoción del crecimiento (Joshi *et al.*, 2023).

El incremento del rendimiento de las flores de manzanilla, al combinar el consorcio microbiano (elaborado a partir de microorganismos promotores del crecimiento vegetal) con el humus de lombriz, estuvo entre 172 y 195 kg de MS.ha⁻¹ (campaña 2022-2023 y 2023-2024 respectivamente), con diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos utilizados en ambos períodos.

En otros estudios, al aumentar las dosis de fertilizante nitrogenado entre 60 y 100 kg.ha⁻¹ de N se obtuvieron valores de rendimiento de flores entre 200 y 800 kg.ha⁻¹, al aplicar fuentes tanto minerales como orgánicas, respectivamente. Esos resultados se corroboran con la obtención de rendimientos promedios de flores de 450 kg.ha⁻¹ al emplear este tipo de tratamientos (Dalla Costa, 2001; Amaral *et al.*, 2008 y Cavallero *et al.*, 2015). En nuestro caso los resultados fueron inferiores, aunque es importante destacar que el estudio se realizó en un suelo con valores bajos de materia orgánica y no se empleó ningún tipo de fertilización mineral, lo que denota la efectividad de los tratamientos propuestos.

En el rendimiento de las semillas (Figura 2) en la campaña 2022-2023 no se aprecian diferencias significativas en los tratamientos donde se aplicó humus de lombriz con y sin biofertilizantes, lo que muestra la importancia de la adecuada nutrición en el cultivo. No obstante, en ambas campañas se muestra el efecto positivo del tratamiento combinado del consorcio microbiano con el humus de lombriz, resultados similares a los obtenidos en la floración.

También, Azurduy *et al.* (2016) estudiaron el efecto del fertilizante químico combinado con el compost y los resultados mostraron que todos los tratamientos de compost + abono líquido superaron a los fertilizantes químicos y mejoraron los caracteres de crecimiento de los capítulos florales de las plantas de manzanilla.

En investigaciones sobre especies medicinales como limoncillo (*Symbopogon martinii*) y menta (*Mentha arvensis*), al inocular con micorrizas se

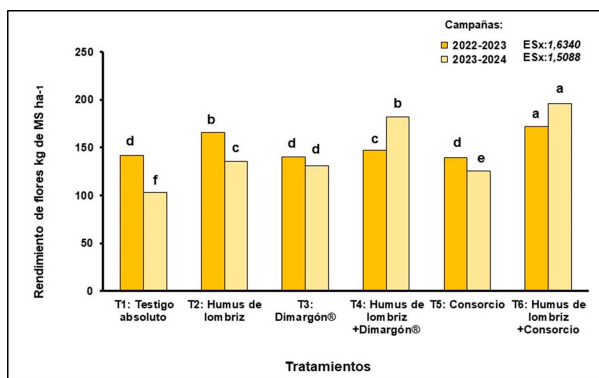


Figura 1. Efecto de la biofertilización en el rendimiento de flores de manzanilla (*Matricaria recutita* L.) expresado en kg.ha⁻¹ de materia seca, sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado, en las campañas 2022-2023 y 2023-2024.

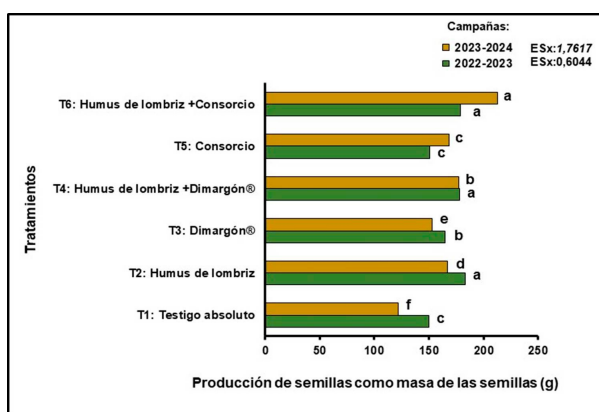


Figura 2. Efecto de la biofertilización en la producción de semillas expresado en masa de las semillas (g) de manzanilla (*Matricaria recutita* L.), sobre un suelo Ferralítico Rojo lixiviado en las campañas 2022-2023 y 2023-2024.

apreció un aumento del porcentaje de esencia y del rendimiento en comparación con las plantas no inoculadas (Bover-Felices *et al.*, 2017). Igualmente, al emplear *Azotobacter* en *Rosmarinus officinalis* aumentó la concentración de esencia de la planta, y la combinación de *Azotobacter* y *Azospirillum* aumentó la altura de *Salvia officinalis*, produciendo un incremento de su materia seca (Alvarado-Ruffo *et al.*, 2019).

En otros estudios donde se emplean mezclas de biofertilizantes, se destaca el beneficio de los caracteres de crecimiento de *Hibiscus sabdariffa*, *Nigella sativa*, *Ammi visnaga* y *Salvia officinalis*. También se plantea el efecto positivo de la combinación de microorganismos en Ajenjo dulce (*Artemisia annua*) al utilizar *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, *Burkholderia* spp. y *Acinetobacter pittii*. Además, en el Té (*Camellia sinensis*) al aplicar *Azospirillum* sp. y *Trichoderma asperellum*; así como en Porongo (*Lagenaria siceraria*) con *Azotobacter* sp. y *Aspergillus niger*. En todos esos casos se



muestra como estos biofertilizantes produjeron un efecto positivo en las plantas medicinales (Jiménez Tobón *et al.*, 2022).

El empleo de bioestimulantes también se describe para beneficiar el incremento del número de flores por plantas con respecto al testigo en diferentes cultivos (Becky *et al.*, 2020).

Los resultados obtenidos en este trabajo muestran las potencialidades del uso del consorcio de microorganismos promotores del crecimiento vegetal y el humus de lombriz para beneficiar la producción de flores y semillas en el cultivo de la manzanilla.

CONCLUSIONES

El consorcio de microorganismos promotores del crecimiento vegetal, aplicado en la proporción 1:10 (v:v) del consorcio en agua, en combinación con 6 kg.m² de humus de lombriz estimula la producción de flores y semillas en el cultivo de la manzanilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Al-Dabbagh B, Elhaty IA, Elhaw M, Murali C, Al Mansoori A, Awad B, Amin A. (2019). Antioxidant and anticancer activities of chamomile (*Matricaria recutita* L.). *BMC Research Notes*;12(3):1-8. <https://doi.org/10.1186/s13104-018-3960-y>
- Alvarado-Ruffo K, Blanco-Imbert A, Martín-Alonso GM, Ríos-Rocafull Y, Capdesuñer-Rojas R, Noval-Pons BM. (2019). Influencia de un sistema de abonado orgánico y *Azotobacter chroococcum* sobre posturas de cocotero. *Cultiv Trop* [Internet]. M; 40(1):06-06. Disponible en: <http://ediciones.inca.edu.cu/index.php/ediciones/article/view/1495>
- Amaral W, Deschamps C, Favaretto N, Koeler HS, Sheer AP, Yamamoto C, Côcco C. (2008). Desenvolvimento, rendimento e composição de óleo essencial de camomila [*Chamomila recutita* (L.) Rauschert] sob adubação orgânica e mineral. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s; 10 (4):1-8. Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/260857966>
- Amiri Mijani GA, Heidari Sharifabadb H, Panahic B. (2011). Determination of optimum N and P fertilization levels for dry flower yield and essential oil percentage in autumn-grown German chamomile (*Matricaria chamomilla*) in Jiroft, Iran. *Plant Ecophysiology*;3: 47-52
- Aquino-Duran E. (2020). Microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de habas (*Vicia faba*) variedad señorita en condiciones edafoclimático de Panao, Pachitea. *Revista Investigación Agraria*; 2(2):49-55. <https://doi.org/10.47840/ReInA.2.2.843>
- Arias Jami FA. (2023). Aplicación de abonos orgánicos en el cultivo de manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.) en el recinto San Vicente de la parroquia Puembo, cantón Pujilí. UTC. La Maná. 90 p. Universidad Técnica de Cotopaxi [Proyecto de grado]
- Ayan LR, Coutiño PM, González MM, Vázquez RL, Hernández FG. (2021). Microorganismos del suelo y sus usos potenciales en la agricultura frente al escenario del cambio climático. *Magna Scientia UCEVA.*; 1:104-117. <https://doi.org/10.54502/msuceva.v1n1a14>
- Azurduy S, Azero M, Ortuño N. (2016). Evaluación de activadores naturales para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos en el Municipio de Quillacollo. *Acta Nova* [Internet]; 7(4):369-88. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1683-07892016000200002&lng=es&nrm=iso&tln g=es
- Becky, NA, Makumba BA, Mbega ER. (2020). Plant growth promoting rhizobacterial biofertilizers for sustainable crop production: The past, present, and future. Preprint. <https://doi.org/10.20944/preprints202009.0650.v1>
- Bolivar-Anillo HJ, González-Rodríguez VE, Cantoral JM, García-Sánchez D, Collado IG, Garrido C. (2021). Endophytic bacteria *Bacillus subtilis*, isolated from *Zea mays*, as potential biocontrol agent against *Botrytis cinerea*. *Biology* 10(6): 492. <https://doi.org/10.3390/biology10060492>
- Boorboori MR, Zhang HY. (2022). The role of *Serendipita indica* (*Piriformospora indica*) in improving plant resistance to drought and salinity stresses. *Biology* 11(17): 952. <https://doi.org/10.3390/biology11070952>
- Bover-Felices K, López-Vigoa O, Rizo-Álvarez M, Benítez-Álvarez MÁ. (2017). Efecto del EcoMic® y el Pectimorf® en el crecimiento de plántulas de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos Forrajes* [Internet]; 40(2):102-7. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0864-03942017000200003&lng=es&nrm=iso&tln g=es

- Castro-Severyn J, Pardo-Esté C, Mendez KN, Fortt J, Marquez S, Molina F, Castro-Nallar E, Remonsellez F, Saavedra CP. (2021). Living to the high extreme: unraveling the composition, structure, and functional insights of bacterial communities thriving in the arsenic-rich Salar de Huasco altiplanic ecosystem. *Microbiology Spectrum*, 9(1), e0044421. <https://doi.org/10.1128/Spectrum.00444-21>
- Cavallero M, Alfonso W, García M, Curioni A, Valerio I. (2015). Efecto de la fertilización nitrogenada en el rendimiento y sus componentes para un cultivo de manzanilla (*Matricaria recutita* L.). Universidad Nacional de Luján. *Horticultura Argentina* 34(85): Sep.-Dic. 2015. ISSN de la edición on line 1851-934.
- Cheng C, Li D, Qi Q, Sun X, Raphael-Anue M, Mahoudjro-David B, Zhang Y, Hao X, Zhang Z, Lai Z. (2020) The root endophytic fungus *Serendipita indica* improves resistance of banana to *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4. *European Journal of Plant Pathology* 156: 87-100. <https://doi.org/10.1007/s10658-019-01863-3>
- Dalla Costa MA. (2001). Processo de produção agrícola da cultura da camomila no município de mandirituba. Pr. Tesis. M. Sc. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Brasil.;78(3):315-21. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1025-55832017000300011&lng=es&nrm=iso&tIng=es
- Dibut B, Martínez R, Ríos Y, Ortega, M. (2003). DIMARGON-M, nueva variante nutritiva para la producción de biofertilizantes y bioestimuladores a base de *Azotobacter*. En: Resúmenes del V Encuentro de Agricultura Orgánica, La Habana, 36p.
- Do Amaral FP, Tuleski TR, Pankiewicz VC, Melnyk RA, Arkin AP, Griffiths J, Tadra-Sfeir MZ, Maltempi de Souza E, Deutschbauer A, Monteiro RA, Stacey G. (2020). Diverse bacterial genes modulate plant root association by beneficial bacteria. *mBio*, 11(6). <https://doi.org/10.1128/mbio.03078-20>
- Etesami H. (2020). Enhanced phosphorus fertilizer use efficiency with microorganisms. In: R. S. Meena, ed. *Nutrient dynamics for sustainable crop production*. Singapore: Springer. p. 215-245. https://doi.org/10.1007/978-981-13-8660-2_8
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura) (2009). Guía para la descripción de suelos. 4ta edición en español. Jefe del Servicio de Publicaciones. División de Información FAO. 99 p
- Fasusi OA, Babalola OO. (2021). The multifaceted plant-beneficial rhizobacteria toward agricultural sustainability. *Plant Protection Science*, 57(2), 95-111. <https://doi.org/10.17221/130/2020-PPS>
- Fuentes V, Lemes C, Rodríguez C, Germosén L. (2000). Manual de cultivo y conservación de plantas medicinales. 2d. Ed. La Habana: Centenario S.A. 152 p.
- Gallegos-Zurita M, Gallegos ZD. (2017). Plantas medicinales utilizadas en el tratamiento de enfermedades de la piel en comunidades rurales de la provincia de Los Ríos Ecuador. *An. Fac. med.* [online]. 2017, vol.78, n.3, pp.315-321. ISSN 1025-5583. <http://dx.doi.org/10.15381/anales.v78i3.13767>
- Hadi Haj Seysd, M.R. Abarghoeei Fallah, M y Abarghoeei Fallah, M. (2015) Influence of nitrogen fertilizer and vermicompost application on flower yield and essential oil of chamomile (*Matricaria chamomile* L.) *Journal of Chemical Health Risks*, 5(3), 235–244.
- Hernández A, Morales M, Carnero G, Hernández Y, Terán Z, Grandio D, Bojórnes JI, Vargas D, Bernal A, Terry E, Gonzalez PJ, Cabrera JA, Garcia JD. (2020). Nuevos resultados sobre el cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la "LLanura Roja de la Habana". Ediciones INCA.; 159, ISBN 978-959-7258-04-9
- Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Castro N (2015). Clasificación de los suelos de Cuba Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Instituto de Suelos. Ediciones INCA: 91. ISBN: 978-959-7023-77-7
- Hungria M, Barbosa JZ, Rondina ABL, Nogueira MA. (2022) Improving maize sustainability with partial replacement of N fertilizers by inoculation with *Azospirillum brasilense*. *Agronomy Journal* 114(5): 2969-2980. <https://doi.org/10.1002/agj2.21150>
- Izquierdo-García LF, Cotes AM, Moreno-Velandia CA (2021). Screening for effective microbial consortia against *Fusarium* wilt of Cape gooseberry (*Physalis peruviana*). *BioControl*: 1-13
- Jiménez Tobón D, Galo Molina J, Vahos Posada D, Ríos-Osorio L. (2022). Efecto del uso de biofertilizantes sobre la productividad agrícola: revisión sistemática. *Hechos Microbiol.* 13 (2). <https://doi.org/10.17533/udea.hm.v13n2a05>

- Joshi S, Gangola S, Bhandari G, Sing Bhandari N, Nainwal D, Rani A, Sumira M, Slama P. (2023). Rhizospheric bacteria: the key to sustainable heavy metal detoxification strategies. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1229828. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1229828>
- Martínez ÓG, Can Á, Ortega HM, Bojórquez JI, Cruz E, García JD, Madueño A. (2021). Fertilidad e índice de calidad del suelo de la cuenca del río San Pedro en Nayarit. *Terra Latinoamericana*:39:1-13. e766. <http://dx.doi.org/10.28940/terra.v39i0.766>
- Morais TC, Vieira MC, Heredia NA, Texeira IR, Ramos MBM. (2006). Produção de biomassa e teor de óleos essenciais da camomila (*Chamomilla recutita* L. Rauschert) em função das adubações com fósforo e nitrogênio. *Rev. Bras. Pl. Med.*, Botucatu; 8(4):120-125
- NC 51. (1999). Determinación del por ciento de material orgánica. Comité Técnico de Normalización. No. 3. Calidad del suelo. Análisis químico, La Habana: Oficina Nacional de Normalización. 1999.
- NC 52. (1999). Determinación de las formas móviles de fósforo y potasio. Comité Técnico de Normalización. No. 3. Calidad del suelo. Análisis químico, La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- NC 65 (2000). Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo. Comité de Normalización. No. 3. Calidad del suelo. Análisis químico, La Habana: Oficina Nacional de Normalización.
- Nosheen, S., Ajmal, I. y Song, Y. (2021) Microbes as biofertilizers, a potential approach for sustainable crop production. *Sustainability*, 3, 1868. <https://doi.org/10.3390/su13041868>
- Odoh CK, Sam K, Zabbey N, Eze CN, Nwankwegu AS, Laku C. (2020). Microbial consortium as biofertilizers for crops growing under the extreme habitats. In: AN Yadav, J Singh, AA Rastegari. N Yadav, eds. *Plant microbiomes for sustainable agriculture*. Cham, Germany: Springer International Publishing. p. 381-424, https://doi.org/10.1007/978-3-030-38453-1_13
- Ríos Avilan, AN. (2022). *Propuesta de educación ambiental en la comunidad rural para el desarrollo de alternativas de producción agrícola*. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/31410>
- Rodríguez-Hernández MG, Gallegos-Robles MÁ, Rodríguez-Sifuentes L, Fortis-Hernández M, Luna-Ortega J, González-Salas U. (2020). Native *Bacillus* spp. strains as sustainable alternative in the yield of corn forage. *Terra Latinoamericana* 38(2): 323-331. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.690>
- Roza L, Pauletti V, Deschamp C, Santos B, Sass A (2016). Adubação nitrogenada no rendimento da camomila [*Chamomilla recutita* (L.) Rauschert]. *Rev. Bras. Pl. Med*,18(4), 773-778
- Sofo A, Mininni AN, Ricciut P. (2020). Soil macrofauna: A key factor for increasing soil fertility and promoting sustainable soil use in fruit orchard agrosystems. *Agronomy*. 10:456. <https://doi.org/10.3390/agronomy10040456>
- Wozniak E, Blaszczyk A, Wiatrak P, Canady M. (2020). Biostimulant mode of action: impact of biostimulant on whole-plant level. In Geelen, D., & Xu, L. *The Chemical Biology of Plant Biostimulants*. (pp. 205-227). Ed. Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119357254.ch8>