

Efecto de microorganismos eficientes en la producción de tomate en dos períodos de siembra (Original)

Effect of efficient microorganisms on tomato production in two sowing periods (Original)

Jany Fernández Delgado. Ingeniera. Máster Agroecología y Agricultura Sostenible.

Investigadora Auxiliar. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Quivicán.

Mayabeque. Cuba. agroecologia@liliana.co.cu 

Tomás Díaz Pérez. Profesor Asistente. Licenciado. Máster en Extensión Agraria. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Quivicán. Mayabeque. Cuba.

micologia@liliana.co.cu 

Julia Mirta Salgado Pulido. Licenciada. Máster en Biología mención Fisiología Vegetal.

Investigadora Auxiliar. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”. Quivicán.

Mayabeque. Cuba. postcosecha1@liliana.co.cu 

Recibido: 25-05-2022/ Aceptado: 20-10-2022

Resumen

Los microorganismos eficientes contribuyen al logro de una mayor producción de los sistemas agrícolas sobre bases sostenibles. Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis del bioproducto Melab, elaborado a base de Microorganismos Eficientes, sobre la producción de tomate. El experimento se llevó a cabo en condiciones de campo abierto en áreas agrícolas del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” ubicado en Quivicán, Mayabeque, durante dos períodos de siembra del cultivo, óptimo y medio tardío. Se empleó la variedad de tomate de consumo fresco ‘Daniel’. Se estudiaron tres tratamientos: T1. Control, T2. Melab 10 mL.L⁻¹ y T3. Melab 50 mL.L⁻¹. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta (cm), diámetro basal del tallo (mm) y ancho de la planta (cm) a los 30,

45 y 60 días después del trasplante y el rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$). Los resultados obtenidos demuestran una gran efectividad agrobiológica del producto a la dosis $10\text{ mL}\cdot L^{-1}$ a partir del estímulo provocado en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum*; bioproductos; fertilización; cultivo

Abstract

Efficient microorganisms contribute to the achievement of higher production of agricultural systems on a sustainable basis. That is why the objective of this work was to evaluate the effect of different doses of the Melab bioproduct, made from Efficient Microorganisms, on tomato production. The experiment was carried out in the open field conditions in agricultural areas "Liliana Dimitrova" Horticultural Research Institute located in Quivicán, Mayabeque, during two crop sowing periods, optimal and medium late. The tomato variety for fresh consumption 'Daniel' was used. Three treatments were studied: T1. Control, T2. Melab $10\text{ mL}\cdot L^{-1}$ and T3. Melab $50\text{ mL}\cdot L^{-1}$. The variables evaluated were: plant height (cm), stem basal diameter (mm) and plant width (cm) at 30, 45 and 60 days after transplantation and yield ($t\cdot ha^{-1}$). The results obtained demonstrate a great agrobiological effectiveness of the product at a dose of $10\text{ mL}\cdot L^{-1}$ from the stimulus caused in the growth, development and yield of the crop.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; bioproducts; fertilization; farming

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más ampliamente difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico (Carrillo et al., 2020). En Cuba, esta solanácea es la de mayor aceptación y preferencia por la población; sin embargo, sus rendimientos resultan bajos con valores que no han superado las $14\text{ t}\cdot ha^{-1}$ en los últimos cinco años (Oficina Nacional de Estadística e Información [ONEI], 2020).

Para optimizar los rendimientos en el cultivo del tomate y garantizarle una adecuada nutrición, tradicionalmente se emplean fertilizantes químicos los cuales traen como consecuencia la contaminación de los suelos y el deterioro del ambiente a largo plazo (Ifitikhar et al., 2019). Por tal motivo se hace necesario realizar un manejo que permita activar la disponibilidad y accesibilidad de fuentes de nutrientes para la planta.

Para ello, Cuba ha recurrido a la búsqueda de tecnologías que resulten viables y sostenibles para el ambiente, seguras para los trabajadores y que garanticen la obtención de productos inocuos para el consumidor (Fernández et al., 2019).

Dentro de las alternativas que se emplean actualmente se encuentran los bioproductos elaborados a base de Microorganismos Eficientes, los cuales constituyen una mezcla concentrada de microorganismos benéficos presentes en ecosistemas naturales, sin manipulación genética, que incluyen tanto especies aeróbicas como anaeróbicas, del tipo fotosintéticas y cuyo logro es que coexistan y se complementen fisiológicamente unos con otros (Ecologic Maintenances, 2012, citado por Luna & Mesa, 2016).

Los Microorganismos Eficientes se componen de cinco grupos microbianos generales: bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras, actinomicetos y hongos filamentosos con capacidad fermentativa (Morocho & Leiva, 2019).

Estos microorganismos son capaces de poner a disposición de las plantas una parte importante de los elementos nutritivos que estas necesitan para su desarrollo sin afectar el equilibrio biológico del suelo; asimismo mejoran su condición físico-química, incrementan la protección y producción de los cultivos, pueden además degradar agentes tóxicos como plaguicidas, producir moléculas orgánicas simples que pueden ser tomadas por las plantas, formar complejos con metales pesados, lo cual limita la toma de estos por la planta, lo que

genera una agricultura y medio ambiente sostenible (Luna & Mesa, 2016; Morocho & Leiva, 2019).

Otro aspecto de interés actualmente son los cambios climáticos existentes, que evidencian la necesidad de evaluar el comportamiento de las variedades cubanas de tomate en diferentes momentos de siembra con vista a obtener cada vez más productos que permitan cosechas de calidad con la mínima afectación de los rendimientos agrícolas.

Es por ello que el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de diferentes dosis del bioproducto Melab elaborado a base de Microorganismos Eficientes, sobre la producción de tomate en dos períodos de siembra.

Materiales y métodos

El presente estudio se realizó en áreas agrícolas del Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD), ubicado en el municipio de Quivicán, provincia Mayabeque, Cuba a 22° 23´ de longitud oeste a una altitud sobre el nivel del mar de 63 m.

Los experimentos se desarrollaron en condiciones de campo abierto, durante dos períodos de siembra del cultivo del tomate, óptimo (1^{ero} de noviembre de 2020) y medio tardío (5 de enero de 2021). El cultivo se estableció sobre un suelo ferralítico rojo típico (Hernández et al., 2015). La caracterización química del suelo al inicio del experimento aparece en la Tabla 1.

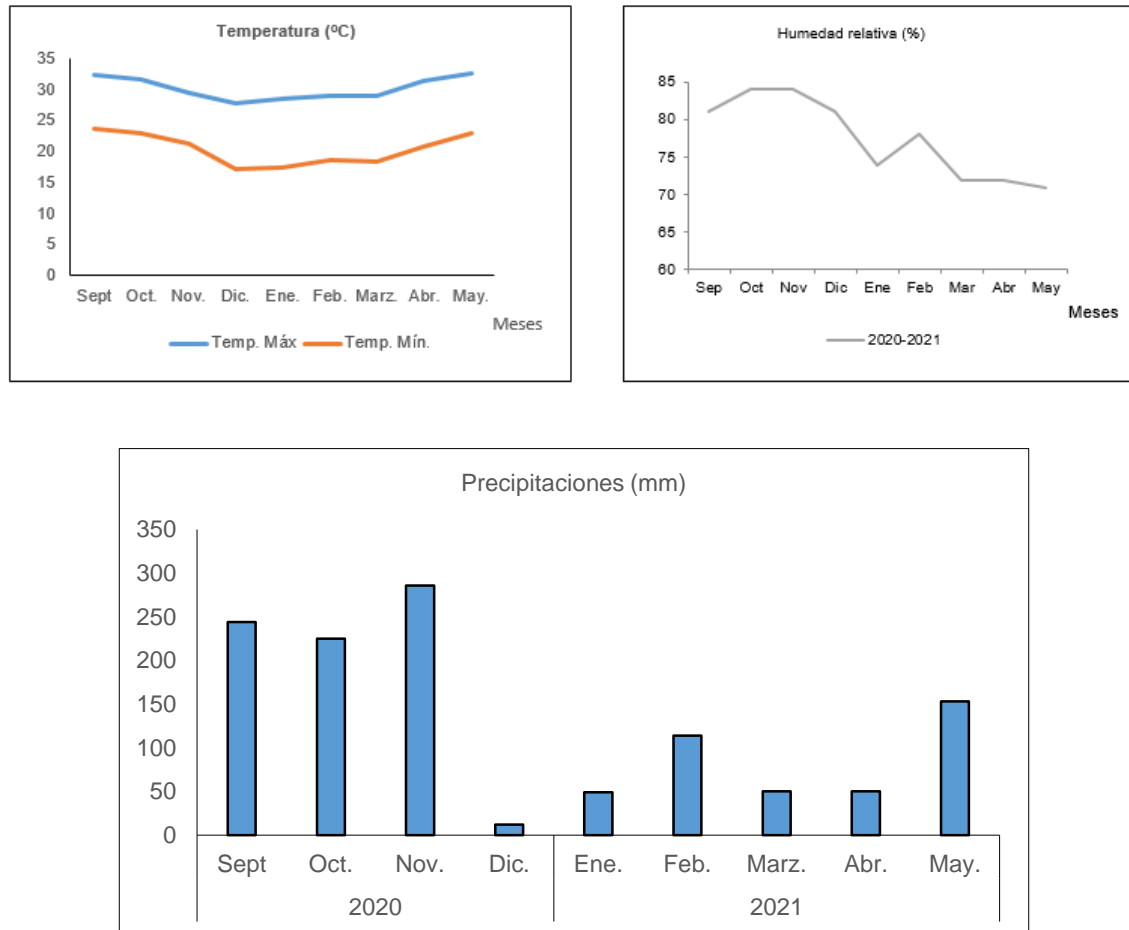
Tabla 1. Características químicas del suelo al inicio de la investigación

pH	MO	K₂O	P₂O₅	K⁺	Ca⁺⁺	Mg⁺⁺	Na⁺
2O	(%)	(mg/100g)		(meq/100g)			
,06	1,70	23.27	82.82	0,84	11.45	0,58	0,06

Las variables climáticas evaluadas fueron: temperatura máxima y mínima (°C), humedad relativa (%) y precipitaciones (mm). La temperatura se midió con un termómetro a una altura del suelo de 1,50 m, la humedad relativa con un termohigrógrafo digital modelo EM-913 y las

precipitaciones con un pluviómetro. Se registraron los datos desde septiembre de 2020 hasta mayo de 2021 (Figura 1).

Figura 1. Comportamiento de las variables climáticas evaluadas en el período de octubre de 2020 a mayo de 2021



El material vegetal estuvo conformado por semillas sexuales de tomate de la variedad de consumo fresco “Daniel” provenientes del Programa de Mejoramiento Genético de tomate del IIHLD, caracterizada por poseer un crecimiento determinado, frutos redondos globosos de tamaño grande, buena cobertura del follaje y resistencia al virus del encrespamiento amarillo de la hoja del tomate (TYLCV), a *Fusarium oxysporum* y *Stemphylium spp.* (Fernández et al., 2021, p.387).

La producción de plántulas se estableció mediante el método de trasplante en cepellones (Casanova et al. 2019). Se utilizó bandejas del tipo rígidas (poliestireno expandido) con 150 alvéolos, en un túnel A12 cubierto con una maya antiséptica de coloración blanca. El sustrato empleado estuvo compuesto por una mezcla de humus de lombriz más cascarilla de arroz (90%:10%). Las plantas fueron fertirrigadas con un sistema de riego automatizado, según programación diaria. A partir de los 10 días después de la germinación, (dos hojas verdaderas), se aplicó una solución nutritiva obtenida a partir de la mezcla de sulfato de potasio y sulfato de magnesio, con ácido fosfórico entre 0,15 a 0,20 c.c. para garantizar un pH entre 6,5 y 7 mientras que la conductividad eléctrica (CE), se manejó de la siguiente manera: de los 13 días después de la siembra (dds) a los 16 dds/ 1 g/L de solución, con una CE= 1,5 mS/m y de los 17 dds a los 25 dds/ 2 g/L de solución, con una CE= 3 mS /m. El trasplante se realizó a los 27 días después de la siembra de las semillas.

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

T1. Control (sin aplicaciones de Melab)

T2. Melab 10 mL.L⁻¹

T3. Melab 50 mL.L⁻¹

Las aplicaciones de Melab se realizaron al suelo, en el momento del trasplante y a los 15 días después del trasplante (ddt), y foliar a los 25 y 35 ddt. A los tres tratamientos se le aplicó a los 30 ddt 60 kg de nitrógeno del portador urea (46 %).

El Melab es un bioproducto procedente de la biofábrica de Güira de Melena, provincia Artemisa, comercializado por LABIOFAM. Está compuesto por una combinación de microorganismos eficientes de los géneros *Bacillus subtilis*, *Lactobacillus bulgaricum* y

Saccharomyces cerevisiae, contando con un título de 10^6 ufc mL⁻¹. La variedad de los microorganismos que los constituyen provocan una acción sinérgica benéfica.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con 4 réplicas. El trasplante se realizó en parcelas de 21 m² (3 surcos de 5 m de largo a 1,40 m de camellón) con un área de cálculo de 7 m². Se empleó un marco de plantación de 1,40 x 0,30 m.

Las labores agrotécnicas se efectuaron según lo establecido en la Guía técnica para la producción de tomate a campo abierto (Hernández et al., 2021). La técnica de riego implementada fue riego por goteo y la cosecha comenzó a los 70 ddt.

Los indicadores evaluados fueron:

Altura de la planta (cm), ancho de la planta (cm) y diámetro basal del tallo (mm): para la determinación de estas variables se tomaron 10 plantas por parcela experimental. La altura y el ancho de la planta se midieron con una regla graduada (cm) y el diámetro basal del tallo con un pie de rey (mm). Las evaluaciones se efectuaron a los 30, 45 y 60 días después del trasplante (ddt).

Rendimiento total (t.ha⁻¹): se calculó sobre la base de la masa de todos los frutos por parcela experimental, luego se transformó en t.ha⁻¹.

Los resultados obtenidos fueron sometidos al Análisis de Varianza para la comparación de medias y para las pruebas de comparación múltiple se utilizó la prueba de Tukey, ambas con un nivel de significancia del 5%. Los datos obtenidos del estudio fueron procesados mediante el paquete estadístico Statgraphics Plus ver. 5.0 para Windows.

Análisis de los resultados

La altura de la planta tuvo un comportamiento similar en ambos períodos en estudio (Tabla 2). A los 30 y 45 ddt en el período óptimo se presentaron diferencias significativas con

respecto al control, siendo el T2 (Melab 10 mL.L⁻¹) quien alcanzó los mayores valores, 44,3 cm y 66,6 cm, respectivamente, en ambos momentos estudiados. En el período medio tardío los tratamientos que recibieron aplicaciones de Melab (T2 y T3) mostraron una altura superior a los 30, 45 y 60 ddt, hallándose diferencias significativas con el control en la última evaluación. Lo anterior evidencia la respuesta positiva del cultivo del tomate ante las aplicaciones del Melab. En este sentido Alarcón et al. (2020) plantean que fertilizar la planta de tomate con fertilizante orgánico elaborado con microorganismos autóctonos eficientes incrementa la altura de la planta.

Resultados similares fueron obtenidos también por Terry et al. (2016) quienes obtuvieron incrementos en la altura de la planta en las especies de hortaliza lechuga, col y acelga cuando aplicaron Lebame, bioproducto que contiene los mismos microorganismos benéficos que el Melab a una dosis de 10 mL.L⁻¹.

Tabla 2. Influencia de los tratamientos sobre la altura de la planta (cm) en dos períodos de siembra

Tratamientos	Período óptimo			Período medio tardío		
	30 ddt	45 ddt	60 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
T1. Control	31,0 b	42,8 b	75,4	41,3	66,0	66,3 b
T2. Melab 10 mL.L ⁻¹	44,3 a	66,6 a	88,4	44,8	66,4	75,3 a
T3. Melab 50 mL.L ⁻¹	41,7 a	61,8 a	82,4	42,5	66,5	75,0 a
ES x	2,11**	3,75**	2,44 ns	0,91 ns	0,23 ns	1,62*
CV (%)	16,35	19,73	8,95	6,42	1,05	6,76

Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

En la Tabla 3 se muestra el efecto de los tratamientos sobre el ancho de la planta en los períodos de siembra estudiados. En este indicador solo se presentaron diferencias significativas con respecto al control a los 30 ddt en el período óptimo, alcanzándose el máximo valor cuando se aplicó 10 mL.L⁻¹ de Melab. Sin embargo, se aprecia una tendencia a mayor ancho de la planta, en ambos períodos, en los tratamientos que se le aplicó el bioproducto, lo que demuestra el efecto estimulador del mismo.

Tabla 3. Influencia de los tratamientos sobre el ancho de la planta (cm) en dos períodos de siembra

Tratamientos	Período óptimo			Período medio tardío		
	30 ddt	45 ddt	60 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
T1. Control	40,4 b	65,8	73,4	48,33	70,6	75,9
T2. Melab 10 mL.L ⁻¹	49,5 a	68,2	82,53	50,6	71,1	76,2
T3. Melab 50 mL.L ⁻¹	45,5 ab	63,6	76,4	47,46	71,0	72,7
ES x	1,50*	1,68ns	2,11ns	0,61ns	2,05 ns	1,12 ns
CV (%)	9,99	7,69	8,18	3,75	8,71	4,52

Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$

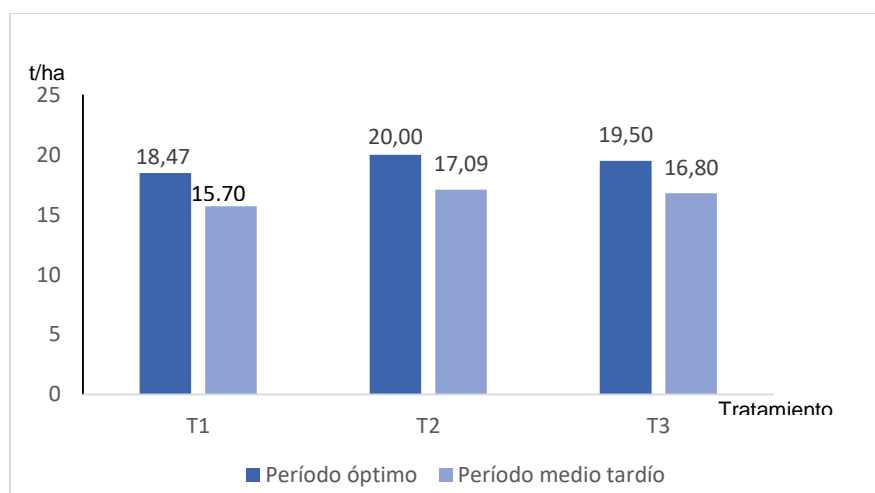
En cuanto al diámetro basal del tallo los resultados de las evaluaciones realizadas a los 30, 45 y 60 ddt tanto en período óptimo como medio tardío reflejan un efecto estimulante del Melab en esta variable (Tabla 4). De manera general, los mejores valores se alcanzaron cuando se aplicó el bioproducto a razón de 10 mL.L⁻¹. Sin embargo, el incremento de la concentración del producto no influyó en este indicador, aunque superó a las plantas control.

Tabla 4. Influencia de los tratamientos sobre el diámetro basal del tallo (mm) en dos períodos de siembra

Tratamientos	Período óptimo			Período medio tardío		
	30 ddt	45 ddt	60 ddt	30 ddt	45 ddt	60 ddt
T1. Control	5,4 b	6,7	7,6 b	6,0 b	9,4 b	10,3
T2. Melab 10 mL.L ⁻¹	6,73 a	7,4	8,8 a	7,0 a	10,4 a	11,8
T3. Melab 50 mL.L ⁻¹	5,7 ab	7,2	8,2 ab	6,66 a	10,1 ab	10,5
ES x	0,24 **	0,24 ns	0,29*	0,15*	0,17*	0,33 ns
CV (%)	12,39	10,10	11,04	7,11	5,29	9,12

Medias con letras iguales no difieren significativamente para $p \leq 0,05$.

En la Figura 2 se muestra el efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en los dos períodos estudiados. Como era de esperar los mejores resultados se obtuvieron en el período óptimo; sin embargo, los rendimientos obtenidos en el período medio tardío son aceptables, lo que nos permite realizar siembras con la variedad de tomate 'Daniel' en el mes de enero.

Figura 2. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento en dos períodos de siembra

Leyenda: T1. Control; T2. Melab 10 mL.L⁻¹; T3. Melab 50 mL.L⁻¹.

Por otra parte, este indicador mantuvo un comportamiento similar al descrito en el análisis del crecimiento de las plantas. A pesar de que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos se observa que las aplicaciones con Melab al cultivo incidieron sobre el rendimiento, lo cual permite reafirmar el potencial que ofrece este bioproducto en la fertilización complementaria del tomate.

Terry et al. (2016) plantean la efectividad del Lebame a dosis de 10 mL.L⁻¹ para incrementar los rendimientos del cultivo del pimiento. Alarcón et al. (2020) por su parte expresan que los microorganismos eficientes autóctonos logran un efecto positivo sobre la fenología, biomasa y producción del cultivo del tomate.

Otros autores como Alarcón et al. (2020) plantean que fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos incrementa el tamaño de la planta, el número de flores, el área foliar, el número de tallos, el peso de la raíz y la producción, lo cual explica su efecto positivo en la biomasa y producción de esta hortaliza.

Conclusiones

1. Los resultados obtenidos demuestran el efecto positivo del Melab sobre el crecimiento y

rendimiento del cultivo del tomate en los dos períodos estudiados, óptimo y medio tardío.

2. La variedad de tomate 'Daniel' es posible sembrarla en el período medio tardío (enero) con rendimientos aceptables para esta hortaliza.
3. La aplicación al cultivo del tomate de 10 mL.L⁻¹ de Melab (correspondiente a 2,5 L.ha⁻¹) al suelo, en el momento del trasplante y a los 15 ddt y foliar a los 25 y 35 ddt resultó ser la dosis más efectiva, lo cual hace más económico su uso, al no tener que utilizar altas concentraciones del bioproducto.

Referencias bibliográficas

- Alarcón, J., Recharte, D. C., Yanqui, F., Moreno, S. M., & Buendía, M. A. (2020). Fertilizar con microorganismos eficientes autóctonos tiene efecto positivo en la fenología, biomasa y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 67-73. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/2806/2882>
- Carrillo, Y., Terry, E., & Ruiz, J. (2020). Efecto de un inóculo microbiano en el crecimiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 41(4). <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v41n4/1819-4087-ctr-41-04-e01.pdf>
- Casanova, A., Hernández, J. C., González, F. M., & Hernández, M. (2019). *Producción Protegida de plántulas Hortícolas en Cepellones*. En A. Casanova, & J. C. Hernández, (eds), *Manual para la Producción Protegida de hortalizas en Cuba* (pp. 45-69). Editorial Liliana.
- Fernández, J., Hernández, M., & Salgado, J. (2021). Sistemas de biofertilización en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Avances*, 23(4), 384-396. <http://avances.pinar.cu/index.php/publicaciones/article/view/650>

- Fernández, J., Abad, E. M., & Salgado, J. M. (2019). Efecto de *Gluconacetobacter diazotrophicus* en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Avances*, 21(3), 264-275. <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/446/1491>
- Hernández, A., Pérez, J. M., Bosch, D., & Castro, N. (2015). *Clasificación de los suelos de Cuba*. Editorial INCA.
- Hernández, J. C., Casanova, A., Rodríguez, G., Acosta, O., Fernández, J., Salgado, J. M., Díaz, T., Hernández, M. I., Bernal, B. G., Igarza, A., & Díaz, R. (2021). *Recomendaciones Técnicas para el cultivo del tomate (Solanum lycopersicum L.) a campo abierto*. Editorial Liliana.
- Iftikhar, S., Saleem, M., Ahmad, K. S., & Jaffri, S. B. (2019). Synergistic mycoflora–natural farming mediated biofertilization and heavy metals decontamination of lithospheric compartment in a sustainable mode via *Helianthus annuus*. *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología Ambiental*, 16, 6735-6752. <https://doi.org/10.1007/s13762-018-02180-8>
- Luna, F., & Mesa, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. *Revista científica Agroecosistemas*, 4(2), 31-40. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/84>
- Morocho, M. T., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2). <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v46n2/0253-5785-cag-46-02-93.pdf>
- Oficina Nacional de Estadística e Información. (2020). Sector Agropecuario Indicadores Seleccionados Enero-Diciembre 2019. http://www.onei.gob.cu/sites/default/files/sector_agropecuario_okoo_0.pdf

Terry, E., Ruiz, J., Carrillo, Y., Díaz de Villegas, M. E., & Delgado, G. (2016). Resultados del Lebame en cultivos hortícolas de interés económico. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(3), 9-12. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223152661002>