

Evaluación de paquetes tecnológicos nutricionales en el cultivo del tomate, como alternativa a la fertilización química

Anisley Barrios-Hernández*, Yusmila Guevara-Verdecia, Daysi Dopico-Ramírez, Ana Nelis San Juan-Rodríguez

Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA)

Vía Blanca, No. 804 y Carretera Central, San Miguel del Padrón. La Habana, Cuba

*anisleybarrioshernandez@gmail.com

RESUMEN

Introducción. El tomate (*Solanum lycopersicum L*) es una de las hortalizas preferidas y de más consumo en Cuba y el mundo. El manejo nutricional de este cultivo se ve afectado por el deficiente suministro de insumos, debido a la crisis económica.

Objetivo. Evaluar la efectividad de dos paquetes tecnológicos nutricionales, de producción nacional, con la utilización de bioproductos que permitan satisfacer la demanda nutricional del cultivo del tomate.

Materiales y Métodos. Se realizó un estudio comparativo entre dos paquetes tecnológicos nutricionales, constituidos por los bioproductos: NITROFIX® y LEBAME®, en el caso del Paquete tecnológico nutricional 1 se utilizó BIOENRAIZ® y en el Paquete tecnológico nutricional 2 Icibiop-Glu. Se realizó un análisis de varianza de clasificación doble a cada una de las variables evaluadas. Se utilizó el paquete estadístico Statgraphics. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significación de 0.05.

Resultados y Discusión. El paquete 2, constituido por NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME® (T2) obtuvo, a los 60 días, el mayor valor en cuanto a la altura de la planta. Con relación al diámetro basal del tallo no se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos. En el número de frutos por planta y el rendimiento sí se observan diferencias significativas, la aplicación de NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME® (T2) mostró los mayores resultados en la estimulación de estos indicadores; por otra parte, no se mostraron diferencias entre los tratamientos con respecto a la masa promedio de los frutos. El análisis económico derivado de los resultados productivos permitió valorar que el Paquete tecnológico nutricional 2 presentó el mejor comportamiento con relación al rendimiento y las ganancias, pues mostró indicadores superiores de eficiencia económica.

Conclusiones. La utilización de paquetes tecnológicos de bioproductos es una alternativa potencial en el manejo nutricional del tomate, el Paquete tecnológico nutricional T2 se destacó con un rendimiento de 27.18 t.ha⁻¹.

Palabras clave: evaluar, tomate, bioproductos, paquete tecnológico.

ABSTRACT

Introduction. Tomato (*Solanum lycopersicum L*) is one of the vegetables with the highest level of consumption and preference by the world and Cuban population. The nutritional management of this crop is affected by the poor supply of inputs due to the crisis of different economic factors.

Objective. To evaluate the effectiveness of two Nutritional Technological Packages of national production using Bioproducts that allow satisfying the nutritional demand in tomato cultivation.

Materials and Methods. A comparative study was carried out between two Nutritional Technological Packages, consisting of the Bioproducts: NITROFIX® and LEBAME®, in the case of Package 1 BIOENRAIZ® was used and in Package 2 Icibiop-Glu. A double classification analysis of variance was performed on each of the evaluated variables. The Statgraphics statistical package was used. The means were compared using

the Tukey test, with a significance level of 0.05.

Results and Discussion. Package 2 consisting of NITROFIX®, Icibiop-Glu and LEBAME® (T2) at 60 days obtained the highest value in terms of plant height. Regarding the basal diameter of the stem, no significant differences were observed between the treatments. For the number of fruits per plant and yield, if significant differences are observed, inoculation with NITROFIX®, Icibiop-Glu and LEBAME® (T2) showed the greatest results in the stimulation of these indicators; on the other hand, no differences were shown between the treatments regarding the average mass of the fruits. The economic analysis derived from the productive results allowed us to assess that Bioproduct Technological Package T2 presented the best behavior in terms of performance, profits, showing superior economic efficiency indicators.

Conclusions. The use of Bioproduct Technological Packages is a potential alternative in the nutritional management of tomato, highlighting T2 with a yield of 27.18 t ha⁻¹.

Keywords: evaluate, tomato, bioproducts, technology package.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum L*) es la hortaliza más cultivada en el planeta y la de mayor valor económico (1), representa uno de los alimentos de mayor consumo en la dieta tradicional. Es una de las hortalizas *preferidas y de más consumo en Cuba y el mundo*. (2). El tomate presenta altos contenidos de vitaminas, minerales y fibras, también posee metabolitos con actividad biológica como los compuestos fenólicos, carotenoides y vitaminas B, C y E, beneficiosos para la salud humana por sus propiedades antioxidantes (3). En la actualidad, alcanza más del 50 % del área total cultivada de hortalizas, con más de 200 000 t comercializadas y un nivel máximo de 311 800 t (4). En países europeos, como Italia, la superficie cultivada de tomate de industria va en ascenso (5). El incremento anual de la producción en los últimos años se debe, principalmente, al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, al desarrollo de la superficie cultivada (6).

En estos momentos, a causa de la crisis económica se considera de máxima importancia la producción de alimentos, basada en la utilización de programas de fertilización biológica, debido a la importancia del uso de bioproductos en la agricultura tanto en el ámbito económico como en el impacto ambiental.

La aplicación y uso de bioproductos en beneficio de la agricultura se expande con mucha fuerza en Cuba (7). Se ha realizado este trabajo con el objetivo de evaluar la efectividad de dos paquetes tecnológicos nutricionales de producción nacional, con la utilización de bioproductos que aseguren, por este medio, satisfacer la demanda nutricional en el cultivo del tomate y garanticen la seguridad alimentaria de la población, para contribuir progresivamente al desarrollo local, como principal logro de este objetivo.

En el contexto actual, el elevado precio de los fertilizantes en el mercado internacional exige la búsqueda de soluciones nacionales, para minimizar los riesgos en la agricultura. La aplicación de BIOENRAIZ®, NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME® ha resultado de impacto relevante en cuanto al desarrollo de los cultivos, pues se evidencia calidad productiva y rendimiento. Estos bioproductos son de producción nacional y sustituyen importaciones, lo cual favorece grandemente la economía.

MATERIALES Y MÉTODOS

En las campañas de tomate correspondientes a los años 2020 y 2021 se evaluaron dos paquetes tecnológicos de bioproductos en cultivares de tomate, (variedad Elbita), perteneciente a la finca La Victoria, CCS Cuba Socialista, ubicada en el municipio de Quivicán, sobre suelo Ferralítico rojo compactado (8). Dicha variedad se adapta adecuadamente al clima tropical cubano y es resistente

al TYLCV- IL [CU], begomovirus, principal enfermedad que afecta los rendimientos del cultivo; además, resulta tolerante a enfermedades fungosas, como la Alternariosis (9).

Se evaluaron dos tratamientos:

Paquete 1: BIOENRAIZ®, NITROFIX®, LEBAME®

Paquete 2: NITROFIX®, Icibiop-Glu, LEBAME®

Tratamiento 1: Correspondiente a la campaña de 2020. Efecto en el cultivo del tomate (*variedad Elbita*) del Paquete tecnológico nutricional, constituido por: BIOENRAIZ®, NITROFIX®, y LEBAME®.

- Fecha de siembra: 20 de septiembre de 2020
- Fecha de trasplante: 21 de octubre de 2021 (31 DDS)
- DDS: días después de la siembra
- Tipo de riego: Aniego
- Área destinada: 1 ha
- Atenciones culturales: Riego, reposición de plántulas, guataqueo, entre otros

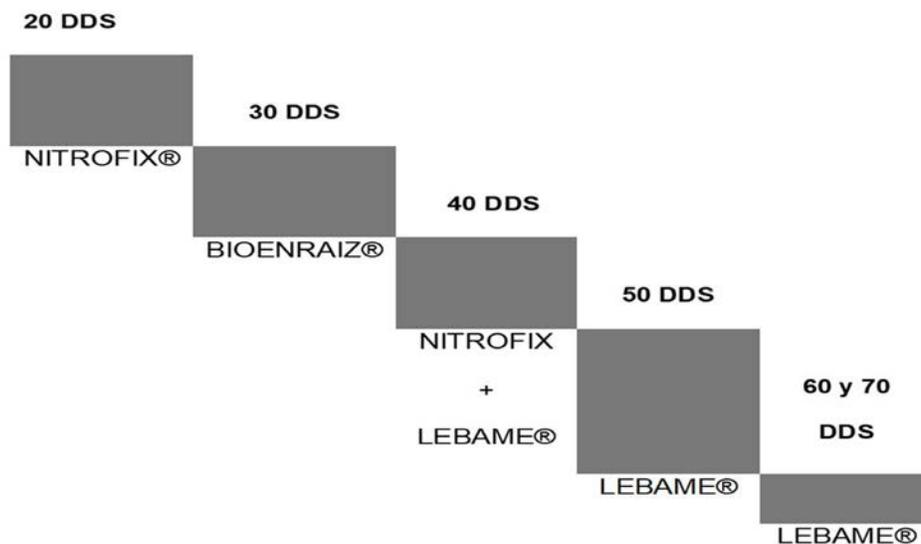


Figura 1. Cronograma de fertilización en la campaña de 2020.

Tratamiento 2: Correspondiente a la campaña de 2021. Efecto del Paquete tecnológico nutricional constituido por: NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME® en el cultivo del tomate (*variedad Elbita*).

- Fecha de siembra: 16 de septiembre de 2021
- Fecha de trasplante: 20 de octubre de 2021 (34 DDS)
- DDS: días después de la siembra
- Tipo de riego: Aniego
- Área destinada: 1 ha
- Atenciones culturales: Riego, reposición de plántulas, guataqueo, entre otros

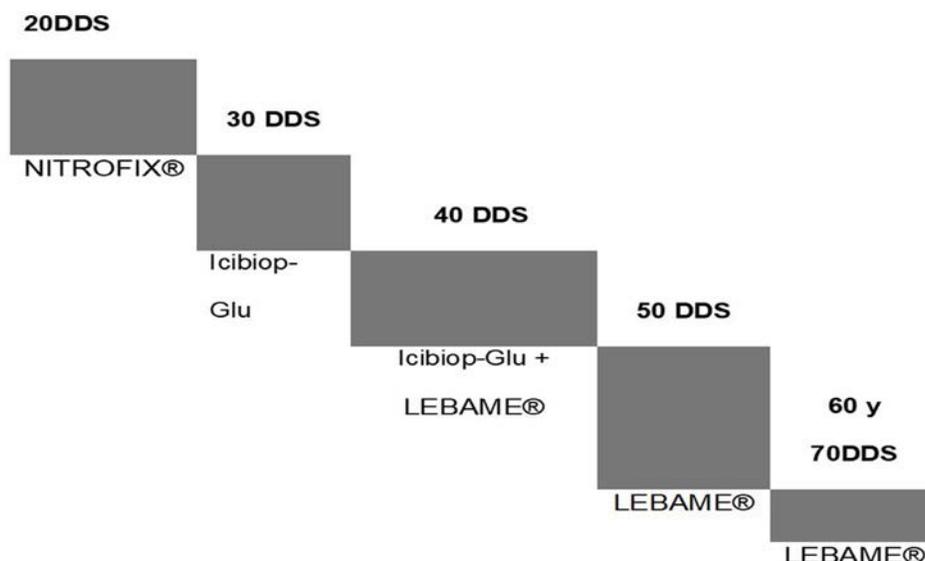


Figura 2. Cronograma de fertilización en la campaña de 2021.

Los bioproductos BIOENRAIZ®, NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME® fueron producidos en la UEB Bioprocesos Cuba 10. Durante la preparación de la tierra se aplicó materia orgánica para enriquecer la microbiota y macrofauna del suelo y aumentar, de esta forma, su actividad de intercambio catiónico, ya que los suelos Ferralíticos rojo compactados se caracterizan por ser productivos, pero poco fértiles, debido a su estructura y composición. Durante el ciclo del cultivo se cumplieron con las labores culturales correspondientes, con respecto al riego se efectuó por aniego, este es una de las actividades agrotécnicas más importantes (10). En la tabla 1 aparece la descripción de los bioproductos aplicados.

Tabla 1. Descripción de los bioproductos

Bioproductos	Dosis/ha	Dosis/asperjadora 16 L	Uso	Forma de aplicación
BIOENRAIZ®	2 l ha ⁻¹	200 ml	Bioestimulante	Foliar
LEBAME®	2.5 l ha ⁻¹	210 ml	Bioestimulante	Foliar
NITROFIX®	40 l ha ⁻¹	3 L	Biofertilizante	Área radicular
Icibiop-Glu	5 l ha ⁻¹	400 ml	Biofertilizante	Foliar

Se realizaron evaluaciones en parcelas experimentales de 25 m². Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar, con tres réplicas.

Evaluaciones

- Altura y diámetro basal del tallo (cm): Se tomaron 10 plantas por parcela experimental, para determinar el parámetro anterior a los 30 y 60 días después del trasplante.
- Número promedio de frutos por planta (u), masa promedio de un fruto (g). Se contaron los frutos de 10 plantas de la parcela experimental y se pesaron en una balanza técnica.
- Rendimiento total (tha⁻¹): se tuvo en cuenta la producción total del cultivo. Se calculó sobre la base de la masa de todos los frutos de la parcela y se transformó en tonelada por hectárea.

Para el procesamiento estadístico de la información se realizó un análisis de varianza de clasificación doble, a cada una de las variables evaluadas. Se utilizó el paquete estadístico Statgraphics. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significación de 0.05.

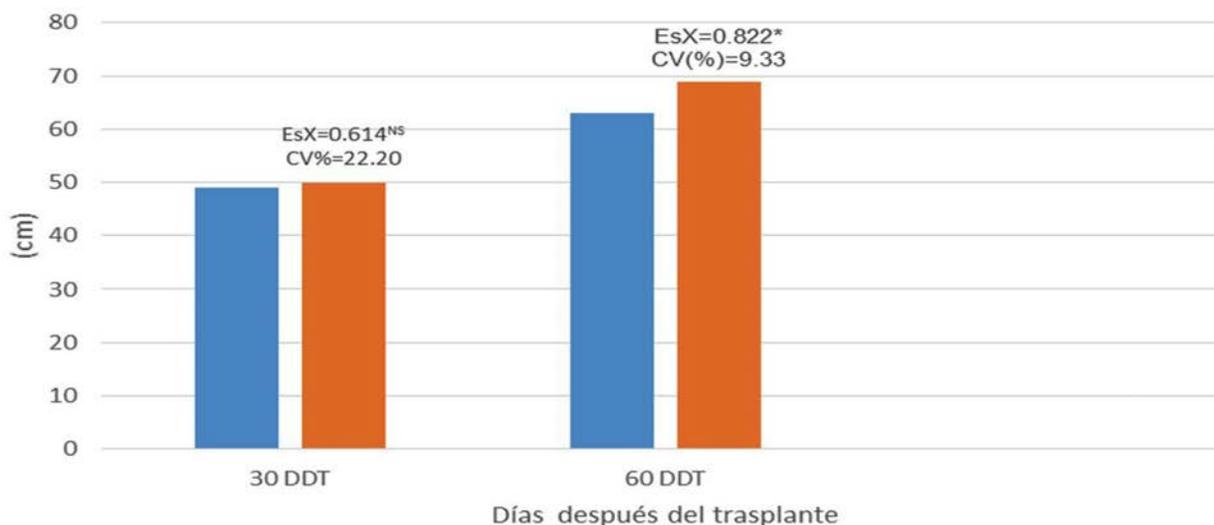
Para la valoración económica de los resultados se utilizó la metodología propuesta por la FAO (1984). Se calcularon los siguientes indicadores:

- Valor de la producción (pesos): Rendimiento total por el valor de una tonelada de tomate.
- Gasto total (pesos ha⁻¹): Suma total de todos los gastos obtenidos para la producción en una hectárea.
- Ganancia neta (pesos ha⁻¹): Diferencia entre el valor de la producción y el gasto total.
- Beneficio/costo (C/P): Cociente del gasto total (pesos) y la ganancia total (pesos).
- Relación beneficio/costo (HVC). Cociente de la ganancia total (pesos) y el gasto total (pesos).
- Valor del incremento del rendimiento (pesos). Diferencia entre el valor de la producción de los tratamientos 1 y 2

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el crecimiento del cultivo se observó un buen desarrollo foliar, con un follaje verde intenso y un crecimiento determinado, que cubre los frutos del impacto del Sol, pues estos se desarrollan en la parte central de la planta (9). En la etapa de floración no hubo, apenas, afectaciones por aborto floral. El período de cosecha, en ambas campañas, inició en el mes de diciembre, en el que predominaron frutos grandes de color verde claro, con una ligera tonalidad verde, más acentuada en la zona del hombro, que desaparece al madurar. Los frutos maduros presentan un color rojo naranja uniforme, con sabor dulce al paladar, todas estas cualidades son propias de la variedad Elbita (9).

En la figura 3 se muestra que, a los 30 días después del trasplante, no existen diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, a los 60 días después del trasplante sí se muestran diferencias significativas con respecto a la altura de la planta. Con la aplicación del paquete constituido por NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME® (T2) se obtuvo el mayor valor de este indicador. Según la figura 4, no se aprecian diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al diámetro basal del tallo.



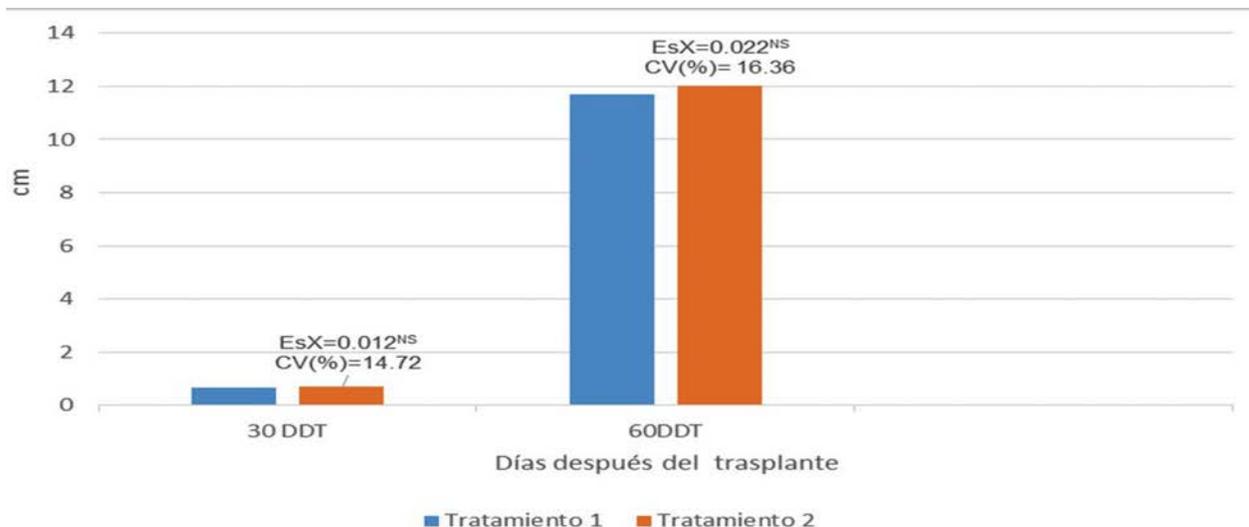
NS $P \geq 0.05$: No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. * $P \leq 0.05$: Existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Figura 3. Efectos de los tratamientos sobre la altura del tallo de las plantas de tomate.

Los resultados obtenidos en la altura de las plantas de tomate pueden estar relacionados con la acción de los microorganismos que constituyen los bioproductos aplicados, pues *Azospirillum* (NITROFIX®) es una bacteria muy versátil, capaz de establecer relaciones de simbiosis y mutualismo

con las plantas y otros microorganismos, presenta efectos sobre la fijación del nitrógeno atmosférico, producción de fitohormonas, solubilización de minerales y nutrientes para las plantas, además de incrementar el rendimiento de cultivos agrícolas (11).

Por otra parte, se observa que el *Gluconacetobacter diazotrophicus* (Icibiop-Glu), en ensayos realizados en plantas de trigo, sorgo y tomate; posee la capacidad de acción promotora sobre el crecimiento del tomate, a través del incremento en la cantidad de frutos y su peso (12,13).



NS $P \geq 0.05$: No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre el diámetro basal del tallo en las plantas de tomate.

En la tabla 2 se observan diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T2 para el número de frutos por planta y el rendimiento. La aplicación de NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME® (T2), mostró los mayores resultados en los indicadores: estimulación de frutos por planta y rendimiento; por otra parte, no se mostraron diferencias entre los tratamientos, en cuanto a la masa promedio de los frutos. Estos resultados se pueden atribuir al efecto de los bioproductos utilizados, pues permiten estimular el desarrollo de los cultivos e incrementar la producción y el rendimiento (11-13).

Existen resultados similares obtenidos a partir de evaluaciones realizadas por el INCA (9) en el cultivo del tomate, en siembra temprana.

Tabla 2. Efecto del T1 y T2 sobre el rendimiento y sus componentes

Tratamientos	No. de frutos/planta	Masa X de los frutos (g)	Rendimiento t/ha
T1	24.83 b	213	24.37
T2	26.59 a	214	27.18
EsX	0.268*	3.17 ^{NS}	0.598*
CV %	5.98	8.66	7.28

NS $P = 0.05$: No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos.

* $P \leq 0.05$: Existieron diferencias significativas entre los tratamientos.

Análisis económico

La tabla 3 refleja el análisis económico derivado de los resultados productivos en el cultivo del tomate variedad Elbita, ante los tratamientos 1 y 2.

Según los resultados obtenidos, desde el punto de vista productivo, se realizó el análisis económico que permitió una valoración integral: el T2 (NITROFIX®, Icibiop-Glu y LEBAME®) presentó

el mejor comportamiento en cuanto a rendimiento y mostró indicadores de eficiencia económica superiores.

También existió un adecuado retorno del capital invertido, expresado como ganancias y bajo costo por peso de producción.

Por lo tanto, la aplicación del tratamiento con NITROFIX®, Icbiop-Glu y LEBAME® (T2), alcanzó la mayor ganancia económica, al obtener un valor del incremento del rendimiento, con respecto al T1, de 132.82 MP ha⁻¹.

Tabla 3. Valoración económica de los resultados obtenidos

Tratamientos	Rend. (t ha ⁻¹)	VP (MP ha ⁻¹)	GT (MP ha ⁻¹)	GN (MP ha ⁻¹)	RVC	VIR (MP ha ⁻¹)
T1 (NITROFIX®, BIOENRAIZ®, LEBAME®)	24.37	409.42	293.33	380.08	12.95	-
T2 (NITROFIX®, Icbiop-Glu, LEBAME®)	27.18	542.24	226.14	519.62	22.98	132.82

Rend.: Rendimiento; VP: Valor de la producción; GT: Gasto total; GN: Ganancia neta; RVC: Beneficio-costos; VIR: Valor del incremento del rendimiento; MP ha⁻¹: Miles de pesos/hectárea.

CONCLUSIONES

1. El empleo del T2 constituido por NITROFIX®, Icbiop-Glu y LEBAME® es una alternativa potencial en el manejo nutricional del tomate (variedad Elbita), con un rendimiento de 27.18 tha⁻¹.
2. La utilización del biofertilizante Icbiop-Glu potenció los requerimientos de fertilización recomendada para el tomate (variedad Elbita).
3. La utilización de paquetes tecnológicos de bioproductos ocasiona beneficios económicos que avalan su uso en sistemas de producción sostenibles pues son, a su vez, compatibles con el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Garzón, J. P. (2011): Caracterización y evaluación morfoagronómica de la colección de tomate tipo Cherry de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Escuela de postgrado. 50 p.
2. Álvarez, M *et al.* (2003). Resultados de la mejora genética del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) y su incidencia en la producción hortícola de Cuba. Cultivos Tropicales, 24(2): 63-70.
3. Palozza, P., Catalano, A., Simone, R. E., Mele, M. C. y Cittadini, A. (2012). Effect of lycopene and tomato products on cholesterol metabolism. Annals of Nutrition and Metabolism. 61: 126-134.
4. Martínez, Belkis (2012): Morfofisiología en cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) y respuesta varietal a *Alternaria solani* Sorauer para consumo fresco en condiciones de la llanura Manacas. Trabajo de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. 51 p.
5. Agraria, N. (2013). Variedades de tomate para la industria. Recuperado en septiembre de 2013, de http://www.navarraagraria.com/n196/ar_toma13.pd.
6. García, J. R. (2012): Caracterización morfofisiológica y respuesta varietal ante la *Alternaria solani* Sorauer en cultivares de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) para la industria. Trabajo de diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. 56 p.

7. Solís, B.C. Bioplaguicidas y Biofertilizantes Tendencia de uso en LABIOFAM, Cuba. Cultura Científica y Tecnológica [Internet]. [cited 2021 Dec 18]; (66). doi:10.20983/culcyt.2018.3.3 2.
8. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos. La Habana: Agrinfor, 1999, 64 p.
9. Gil, Marta Álvarez, *et al.* (2018). 'Elbita': variedad de tomate resistente a begomovirus para condiciones tropicales. Cultivos Tropicales, vol. 39, no. 3, July-Sept. 2018, p. 91.
10. Mesa, Rodríguez. R. (2019): Incremento de la producción de *Solanum lycopersicum* L. cv. Aegean en cultivo protegido mediante alternativa de manejo del riego. Tesis MsC. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Ingeniería Agrícola.
11. Castellano, M. H.; Espinosa, C. T.; Fernández, M. A. Alternativas Agroecológicas y Seguridad Alimentaria. Revista Científica Agroecosistemas, Vol.3, Num 1 (2015).
12. Luna M.F., Aprea J., Crespo J.M. and Boiardi J.L. (2012) "Colonization and yield promotion of tomato by inoculation with *Gluconacetobacter diazotrophicus*" Applied Soil Ecology doi: 10.1016/j.apsoil.2011.09.002.
13. Bernabeu P., Pistorio M., Torres-Tejerizo G., Estrada-De los Santos P., Galar M., Boiardi J. and Luna M.F. (2015) "Colonization and plant growth-promotion of tomato by *Burkholderia tropica*". Scientia Horticulturae doi: 10.1016/j.scienta.2015.05.014.