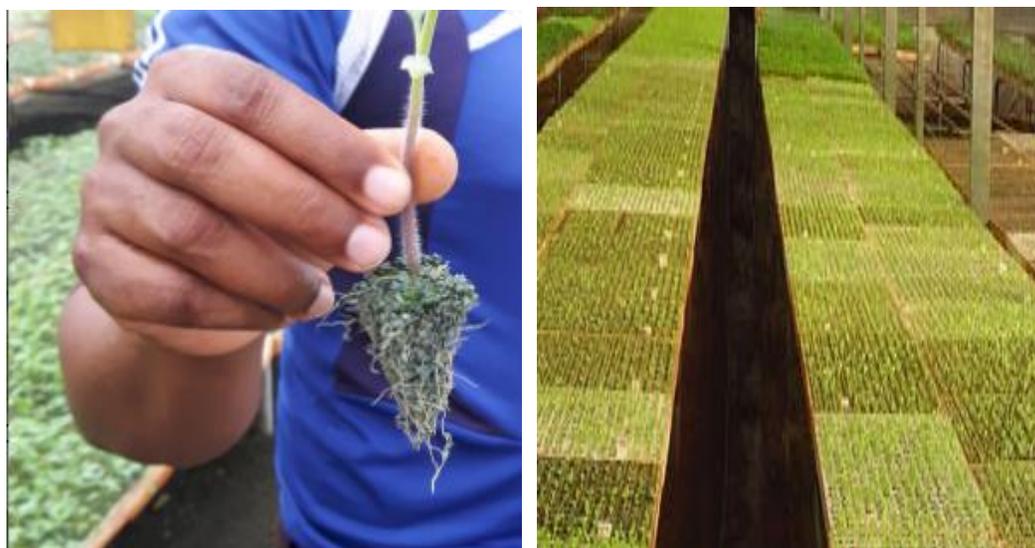


EVALUACIÓN DEL BIONUTRIENTE FITOMAS-E® EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE TOMATE UTILIZANDO LA TECNOLOGÍA DE CEPELLONES.



TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Yadir Valdés Rosell.

Tutor: Dr. C. Ramón Liriano González.

**Matanzas
2022**

PENSAMIENTO



**No es la inteligencia, recibida y casual,
lo que da al hombre honor.
Sino el modo con que la usa y la salva,
no hay más que un modo de perdurar
Y ES SERVIR.**

José Martí

DEDICATORIA

- Especialmente a mi esposa y mis abuelas que las amo con todas las fuerzas de mi corazón, que son muestras de entrega y amor a lo largo de mi vida y mi carrera profesional.
- A mí querida madre y hermana que son las cosas más valiosas de mi vida.
- A toda mi familia quienes han ayudado de una forma u otra hacer de mí una mejor persona y contribuyeron a lograr este hermoso sueño.
- A todos los profesores que de una forma u otra nos impartieron sus clases y nos brindaron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

- A mi esposa por brindarme su apoyo incondicional y su amor eterno.
- A mi tutor Dr. C. Ramón Liriano González que sin él, este título no se habría conseguido.
- A mi compañero y amigo M. Sc. Yosel Díaz Mondeja por brindarme su apoyo incondicional.
- A todos los compañeros del aula y la Dirección de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.
- A todos los trabajadores de la casa de posturas por su apoyo.

Muchas gracias.

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el bionutriente FitoMas-E® en la producción de plántulas de tomate utilizando la tecnología de cepellón, para lo cual se desarrolló un experimento en áreas de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Casas de Cultivos Protegidos, perteneciente a la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”. Se estudiaron cuatro tratamientos (Control sin aplicación de producto, FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻² y FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻²). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar. Se realizó un análisis de varianza simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$ utilizando el paquete profesional estadístico STATISTICA, versión 5.1 sobre WINDOWS. Se evaluó la altura de las plántulas, diámetro del tallo, número de hojas, longitud de la raíz, el índice de esbeltez, así como la calidad del cepellón. La aplicación de FitoMas-E® ejerció un efecto positivo sobre el crecimiento y calidad de las plántulas de tomate en cepellón. El tratamiento 4 (FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻²) manifestó los mejores resultados en las variables altura de la plántula, diámetro del tallo, número de hojas y longitud de la raíz. Los resultados de la valoración económica, muestran beneficio en cada uno de los tratamientos estudiados.

INDICE	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 El cultivo del tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	3
2.1.1 Origen, importancia económica y alimenticia del tomate	3
2.1.2 Taxonomía y descripción morfológica	3
2.1.2.1 Taxonomía	3
2.1.2.2 Descripción morfológica	4
2.1.3 Ecología del cultivo del tomate	6
2.1.4 Producción plantines de tomate	7
2.2 Agricultura protegida	8
2.2.1 Tecnología de los cultivos protegidos en Cuba	10
2.2.2 Ventajas del cultivo protegido	11
2.2.3 Limitaciones del cultivo protegido	12
2.3 FitoMas-E®	13
2.3.1 Generalidades	13
2.3.2 Composición del FitoMas-E®	14
2.3.3 Dosis y formas de aplicación	15
2.3.4 Resultados experimentales obtenidos con la aplicación de FitoMas-E®	15
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Ubicación y características del área experimental	18
3.2 Material vegetal a utilizar	18
3.3 Evaluación del bionutriente FitoMas-E® en la producción de plántulas de tomate utilizando la tecnología de cepellones	18
3.4 Evaluaciones y análisis realizados	19
3.5 Diseño experimental y análisis estadístico	20
3.6 Evaluación Económica	20
4. RESULTADOS Y DISCUSION	21
4.1 Evaluación del crecimiento de las plántulas de tomate en la fase de	21

semillero.	
4.1.1 Altura de la plántula.	21
4.1.2 Diámetro del tallo.	22
4.1.3 Número de hojas por plántula.	24
4.1.4 Longitud de la raíz.	25
4.1.5 Índice de esbeltez.	27
4.1.6 Calidad del cepellón	29
4.2 Valoración económica	31
5. CONCLUSIONES	32
6. RECOMENDACIONES	33
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
ANEXOS	47

1. INTRODUCCION

A nivel mundial el cultivo protegido se reconoce como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas durante todo el año. En Cuba, constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas y asegurar el suministro fresco al turismo, mercado de frontera y población, inclusive en los periodos en que la oferta de la producción proveniente del campo abierto resulta en extremo limitada (Casanova *et al.*, 2018¹).

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) se considera como la hortaliza que más se cultiva en el mundo según Gómez *et al.* (2020) seguida por el cultivo de la papa. Cada año se producen más de 100 millones de toneladas con un rendimiento promedio de 28 t.ha⁻¹.

En Cuba se potencia el cultivo de las hortalizas, con el objetivo de garantizar la demanda y el suministro de hortalizas frescas a los consumidores, en el año 2019 según la Oficina Nacional de Estadística e Información [ONEI] (2020) la producción de hortalizas fue de 2 097 099 toneladas, donde el tomate con 354 191 miles de toneladas representa el 16,88% del volumen total de producción.

En la producción de tomate uno de los mayores retos es disponer de plántulas con calidad al momento del trasplante a fin de garantizar el futuro de la cosecha, para lo cual es imprescindible establecer los semilleros. A su vez la producción protegida de plántulas en cepellones como una alternativa superior a la producción de plántulas de hortalizas a raíz desnuda, constituye un importante eslabón en los sistemas de producción intensiva de hortalizas bajo cultivo protegido y en particular en condiciones tropicales (Casanova *et al.*, 2018¹).

Entre los criterios a considerar para lograr el éxito de la aplicación de esta técnica, están el empleo de sustratos de calidad certificada, libres de nematodos, que no comprometen la sanidad del sistema de producción y puedan afectar los resultados productivos, además de un eficiente manejo cultural del semillero.

Actualmente es importante continuar investigando sobre estrategias y técnicas sustentables para la producción de plantines de hortalizas que permitan incrementar su calidad, es decir, plántulas con raíces bien desarrolladas y de rápida adaptación a las condiciones de estrés causadas por el trasplante.

Los bioproductos son productos económicos y ambientalmente aceptables, ya que además de reducir costos, contribuyen a la obtención de producciones inocuas así como a mejorar la fertilidad, de ahí la importancia de potenciar su utilización agrícola, sin embargo se subestima la importancia de la utilización de los mismos a fin de favorecer el desarrollo y calidad de las plántulas durante la fase de semillero y obtener plantaciones de mayor calidad.

Problema.

La producción de plántulas de tomate en las casas de cultivos protegidos de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” se realiza a partir del empleo como sustrato de zeolitas naturales modificadas químicamente. ¿Qué influencia tendrá el bionutriente FitoMas-E® como alternativa en la producción de plántulas de tomate en cepellón?

Hipótesis.

La utilización del bionutriente FitoMas-E® permitirá estimular el crecimiento y obtener plántulas de calidad en el cultivo del tomate en cepellón.

Objetivos.

Objetivo general

Evaluar el bionutriente FitoMas-E® en la producción de plántulas de tomate utilizando la tecnología de cepellón.

Objetivos específicos

1. Determinar la influencia de diferentes dosis de FitoMas-E® sobre algunos índices de crecimiento, en plántulas de tomate en cepellón.
2. Realizar una valoración económica de la aplicación de FitoMas-E® en la producción de plántulas de tomate en cepellón

2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.

2.1 El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

2.1.1 Origen, importancia económica y alimenticia del tomate

El origen del cultivo de tomate se localiza en la región andina, desde el sur de Colombia hasta el norte de Chile. Posiblemente desde allí fue trasladada a América Central y México, donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta (Monardes, 2009).

Su producción a nivel mundial está en constante crecimiento, no solo por el aumento de las áreas cultivadas, sino también porque los agricultores aplican tecnologías que les permiten elevar los rendimientos (Díaz, 2014).

Es una especie de creciente importancia en el mundo, donde destacan China, India, Estados Unidos y Egipto, como los países de mayor superficie cultivada (FAS/USDA, 2015).

En Cuba, representa alrededor del 40% de la superficie y dentro de la producción total de hortalizas ocupa el primer lugar; además del consumo en fresco por la población, gran parte de la producción se destina al procesamiento industrial.

El tomate es una rica fuente de vitaminas A, B1, B12, B6, C y E, además es rico en minerales como fósforo, potasio, magnesio, manganeso, zinc, cobre, sodio, hierro y calcio. Tiene un importante valor nutricional ya que incluye proteínas, hidratos de carbono, fibra, ácido fólico, ácido tartárico, ácido succínico y ácido salicílico (Serrano, 2012).

Los frutos del tomate contienen compuestos antioxidantes importantes para la salud humana como los carotenoides licopeno y β -caroteno los cuales ayudan a contrarrestar los efectos dañinos de radicales libres, los cuales contribuyen en el desarrollo de enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo, como el cáncer (Krzyzanowska *et al.*, 2010).

2.1.2 Taxonomía y descripción morfológica

2.1.2.1 Taxonomía

La clasificación taxonómica del tomate según la Integrated Taxonomic Information System Report (2016) es la siguiente:

Reino: Plantae
Subreino: Viridiplantae
Infrareino: Streptophyta
Superdivisión: Embryophyta
División: Tracheophyta
Subdivision: Spermatophytina
Clase: Magnoliopsida
Superorden: Asteranae
Orden: Solanales
Familia: Solanaceae
Género: *Solanum*
Especie: *S. lycopersicum*

Solanaceae con 100 géneros y 2 500 especies a nivel mundial, es una de las familias más diversas entre las angiospermas (Martínez *et al.*, 2011; Martínez *et al.*, 2017). Su distribución geográfica es cosmopolita, se encuentran representantes en todos los continentes, con mayor grado de diversidad en las regiones tropicales y subtropicales, ausentes únicamente en las regiones árticas (Dupin *et al.*, 2017). En términos de hábitats se localizan desde los ecosistemas xéricos hasta en selvas tropicales, además puede habitar en áreas alteradas o afectadas por el hombre (Sierra *et al.*, 2015; Dupin *et al.*, 2017).

2.1.2.2 Descripción morfológica

El sistema radical alcanza una profundidad de hasta 2 m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias. Sin embargo, bajo ciertas condiciones de cultivo, se daña la raíz pivotante y la planta desarrolla un sistema radical fasciculado, en que dominan raíces adventicias y que se concentran en los primeros 30 cm del perfil (Monardes, 2009; INTA, 2014; Baudoin, 2017). El interior de la raíz presenta tres partes: epidermis, córtex y cilindro vascular. La epidermis contiene pelos que absorben el agua y los nutrientes, mientras que el córtex y el cilindro vascular cumplen la función de transportar los nutrientes (Infoagro Systems S.L., 2016).

Tallo ligeramente anguloso, semileñoso, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2 a 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Monardes, 2009; Baudoin, 2017). De acuerdo con Conabio (2015) el tallo es erecto o recargándose para trepar, algo áspero al tacto, puede alcanzar hasta 1 m de altura, aunque a veces más alto.

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de siete a nueve y recubiertos de pelos glandulares, se disponen de forma alternada sobre el tallo (Monardes, 2009; Baudoin, 2017). Generalmente son grandes, pueden alcanzar una longitud de 50 cm con un ancho menor, recubiertas también de tricomas (Pino, 2019). Al respecto Conabio (2015) afirma que las hojas del tomate son alternas, de hasta 25 cm de largo, divididas en varias hojillas de diferentes tamaños que a su vez pueden estar divididas principalmente en la base, de ápice puntiagudo y con el margen aserrado a ligeramente hendido.

La flor del tomate es perfecta, consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como racimos. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada dos a tres hojas en las axilas (Monardes, 2009; Baudoin, 2017).

El fruto de tomate es una baya compuesta de varios lóculos, consistente de semillas dentro de un pericarpio carnoso desarrollado de un ovario. Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada; están compuestos de carne (paredes del pericarpio carnoso desarrollado de un ovario). Una variedad comercial contiene alrededor de 150 a 300 semillas por fruto (Monardes, 2009). El fruto es carnoso, jugoso, globoso o alargado, de color rojo al madurar (Conabio, 2015). El color más generalizado es el rojo y la forma globosa o redondeada en los tomates para consumo en fresco, y alargada en los destinados a la industria.

Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas unidas a la placenta y contenidas en una masa gelatinosa, más o menos densa, que constituyen el contenido locular (Pino, 2019).

La semilla es de diferentes tonalidades en su color, desde el grisáceo, hasta el color paja de forma oval aplastada; tamaño entre 3 a 5 mm de diámetro y 2,5 mm de longitud, y cubierta de vellosidades. El peso de 1 000 semillas es de aproximadamente 2,4 g (Monardes, 2009). Las semillas son numerosas, más o menos circulares, aplanadas y amarillas (Conabio, 2015). En tal sentido Pino (2019) declara que las semillas son redondeadas, ligeramente reniformes, generalmente abundantes, de 50 a 200 por fruto, pubescentes. Mantienen el poder germinativo durante tres a cuatro años. Un gramo de semilla puede contener entre 300 y 400 semillas, dependiendo de la variedad.

2.1.3 Ecología del cultivo del tomate

La temperatura promedio óptima para el cultivo se encuentra entre 21-24 °C (Wahid *et al.*, 2007) en dependencia de la etapa de desarrollo de la planta y las temperaturas sólo unos pocos grados por encima del rango óptimo pueden reducir la producción de frutos y la formación de semillas (Peet, 2009). Temperaturas diurnas promedio superiores a 32 °C y temperaturas nocturnas promedio mayores de 21 °C disminuyen la producción de tomate (Comlekcioglu y Soyly, 2010). Al igual que en otros cultivos, en el tomate los órganos reproductivos son generalmente más sensibles al calor que los órganos vegetativos (Bita *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2012).

Las altas temperaturas causan serios daños en las estructuras reproductivas, lo que trae como consecuencia la deficiencia en el cuajado de los frutos y la disminución de la producción (Bita *et al.*, 2011) de ahí que este constituya uno de los factores más importantes que inciden en la baja producción de tomate en ambientes tropicales (Comlekcioglu y Soyly, 2010).

La temperatura de desarrollo oscila entre 20 a 30 °C durante el día y entre 13 y 17 °C durante la noche (Ortiz, 2014).

Las temperaturas superiores a los 35 °C impactan negativamente sobre el desarrollo de los óvulos fecundados y, por lo tanto, afectan el crecimiento de los frutos; las temperaturas son especialmente críticas durante el período de floración, ya que por

encima de los 25 °C o por debajo de 12 °C la fecundación no se produce. Durante la fructificación las temperaturas inciden sobre el desarrollo de los frutos, acelerándose la maduración a medida que se incrementan las temperaturas (Castro *et al.*, 2014).

El tomate necesita de condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización, como también la maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados. El factor que más afecta el desarrollo vegetativo, es la iluminación diaria total. El valor mínimo, para floración, así como para el cuajado, se sitúa entorno a los 990,63 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ de radiación total diaria. Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos tanto de la floración, como de la fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta (Castro *et al.*, 2014).

La humedad relativa óptima para el desarrollo del tomate varía entre un 60% y un 80%, con humedades superiores al 80% se incrementa la incidencia de enfermedades en la parte aérea de la planta y puede determinar el agrietamiento de los frutos o dificultades en la polinización ya que el polen se apelmaza (Castro *et al.*, 2014).

2.1.4 Producción plantines de tomate

Las actividades de producción de plántulas deben ser supervisadas en todas las etapas del proceso, con el objetivo de entregar a los agricultores plántulas con alta calidad (Pinheiro *et al.*, 2017).

En la producción de tomate uno de los mayores retos es disponer de plántulas con calidad (sanas y vigorosas) al momento del trasplante a fin de garantizar el futuro de la cosecha.

Casanova *et al.* (2018²) afirman que la producción protegida de plántulas hortícolas en cepellones ofrece mayores rendimientos que las realizadas a raíz desnuda. La tecnología tiene varias fases: preparación del sustrato, formación del soporte, siembra, riego, germinación, crecimiento de plántulas y manejo de conductividad eléctrica (CE). La germinación de las semillas es una fase crítica que requiere de observación y cuidado. Cuando las primeras semillas comiencen a germinar, desmontar las bandejas y colocarlas en la casa de posturas. Si las bandejas permanecen después de este

momento montadas una encima de otras, las plántulas se alargan en busca de luz, produciéndose un daño irreversible.

Las plántulas estarán listas para el trasplante en dependencia de la variedad, época del año, características de la instalación y prácticas de manejo empleadas.

Previo al trasplante se debe provocar un endurecimiento de las plántulas a través del manejo del riego. El día anterior al trasplante aplicar un riego para propiciar humedad de tempero en el cepellón, que facilite su extracción. Al respecto López (2017) manifiesta que el endurecimiento de las plántulas consiste en reducir las aplicaciones de agua de riego y fertilizantes una semana antes de que las plántulas sean trasladadas al campo, lo que tiene como finalidad controlar el crecimiento de las plántulas, endurecer los tejidos para su adaptación al campo y acelerar el desarrollo de las raíces.

Las características y ciclo vegetativo a lograr en plántulas de diferentes especies hortícolas según Casanova *et al.* (2018²) se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Características y ciclo vegetativo a lograr en plántulas de diferentes especies hortícolas.

Especie	Altura de la plántula (cm)	Número de hojas	Grosor del tallo (mm)	Ciclo (días)
Tomate	12 - 14	3 - 4	2,5 - 3,0	30 - 35
Pimiento	12 - 14	4 - 6	2,5 - 3,0	35 - 40
Pepino	12 - 14	2 - 4	3,5 - 4,0	16 - 22
Melón	12 - 15	2 - 4	4,0 - 5,0	18 - 26
Sandía	12 - 15	2 - 4	4,0 - 5,0	18 - 24
Lechuga	7 - 8	3 - 6	2,5 - 3,5	25 - 30

2.2 Agricultura protegida

La agricultura protegida se define como el uso de toda estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes o semitransparentes, que permite obtener condiciones artificiales de microclima para el cultivo de plantas (Santos *et al.*, 2010). De esta manera, es posible incrementar la cantidad, calidad y oportunidad comercial de los productos hortícolas (Moreno *et al.*, 2011).

Adlercreutz *et al.* (2014) definen al cultivo protegido como aquel que durante todo el ciclo de producción, o en una parte del mismo, se incorporan modificaciones que actúan acondicionando el microclima del espacio donde crecen las plantas. Al colocarse sobre una estructura una cubierta transparente, se genera un clima espontáneo en su interior que favorece el cultivo de diversas especies.

La agricultura protegida se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas. Así, mediante el empleo de diversas cubiertas se reducen las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales. A través de los años pero sobre todo en las últimas décadas se han desarrollado varios tipos de estructuras para la protección de las plantas que plantean diferentes alternativas con el fin de generar condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de cada especie y en concordancia con los factores climáticos de cada región (Juárez *et al.*, 2011).

Entre los elementos, estructuras y técnicas, que integran la agricultura protegida, destacan estructuras como los enmallados para proteger a cultivos del sol, el viento, la lluvia y otros factores o elementos ambientales; las estructuras con mallas antigranizo, las casas sombra, los túneles bajos, los túneles altos y los invernaderos los cuales pueden ser rústicos hasta completamente automatizados. Entre las principales técnicas están los acolchados, el fertirriego y la hidroponía, que se consideran como componentes de los sistemas de producción implementados bajo estructuras para proteger cultivos y como parte de los sistemas de cultivo con acolchados y riego localizado en cultivos a cielo abierto o al aire libre. Los acolchados, el fertirriego y los túneles bajos son técnicas donde pueden variar o cambiar la superficie cultivada de un año para otro, al igual que los cultivos bajo enmallados, por ello se consideran como elementos de segundo nivel para determinar regiones con agricultura protegida, después de los túneles altos, los invernaderos, las casas sombra y los enmallados antigranizo en huertas de frutales (Bastida, 2011).

Además de la modificación del clima, este sistema de producción incluye otros aspectos tecnológicos que inciden marcadamente en el comportamiento de cada especie, tales como: riego localizado, fertirrigación, épocas de producción, densidad de plantación, conducción de los cultivos, control de plagas y enfermedades (Adlercreutz *et al.*, 2014).

Realizar cultivos en forma protegida es una estrategia productiva que persigue además los siguientes objetivos: aumentar la producción, obtener productos de mejor calidad, adelantar y atrasar el momento de la recolección (Adlercreutz *et al.*, 2014).

La agricultura protegida favorece la sostenibilidad mediante el uso más eficiente del agua y la reducción en la incidencia de plagas; esta alternativa es sostenible siempre que se obtenga una alta productividad que permita la comercialización de productos de calidad (Ramírez y Nienhuis, 2012). El uso de ambientes protegidos puede incrementar la productividad de hortalizas, pues las plantas se mantienen por más tiempo en producción; sin embargo, para la aplicación de este sistema es importante adaptar el tipo de cobertura, el manejo del cultivo y los genotipos, a las condiciones ambientales que prevalecen en cada zona (Ramírez *et al.*, 2010).

2.2.1 Tecnología de los cultivos protegidos en Cuba

A finales de la década del ochenta se introduce en la Empresa de Cultivos Varios “19 de Abril” ubicada en el municipio de Quivicán, una casa de cultivo de tecnología canadiense, con sistema de riego automatizado, empleando como sustrato lana de roca, la cual no tuvo todo el éxito esperado por el alto efecto invernadero (calentamiento inducido por la radiación solar que atraviesa la cubierta de la atmósfera confinada en el invernadero o casa de cultivo, en relación con el exterior) que producía. En el año 1990 se montan en el Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT) los primeros invernaderos en forma de túneles, en 1994 se instalan las casas Avrit de Israel y casi tres años después, las casas modelos Diente de Sierra de CARISOMBRA de España en el Instituto de investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova (IIHLD). Esta últimas se distribuyeron por todo el país influyendo de forma positiva en el despegue de esta tecnología desde el punto de vista agronómico (Pupo, 2004).

Mediante la tecnología de invernaderos en el país ha sido posible pasar, en tomate de 7 kg.m⁻² en las mejores condiciones de cielo abierto y buena tecnología de riego a 15 kg.m⁻² en invernaderos manuales o 50 kg.m⁻² con tecnología automatizada (Largo *et al.*, 2012)

Una alternativa productiva según Ramírez y Nienhuis (2012) son los sistemas de cultivos protegidos de bajo costo, los cuales emplean estructuras, materiales y equipo para producir hortalizas en climas adversos y facilitan, además, el control de plagas y enfermedades. Este tipo de agricultura promueve la creación de un ambiente que favorece el crecimiento de las plantas y permite controlar al máximo factores de producción como la fertilización, la luz, CO₂, temperatura y humedad relativa.

Las principales hortalizas producidas en Cuba en la tecnología protegida son: tomate (*Solanum lycopersicum* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), melón (*Cucumis melo* L.), sandía (*Citrullus lanatus* Thunb), berenjena (*Solanum melongena* L.) y Chile Habanero (Ají picante) (*Capsicum chinense* Jacp.), (Casanova *et al.*, 2018¹).

2.2.2 Ventajas del cultivo protegido

La agricultura protegida representa ventajas tales como: alto rendimiento, certidumbre productiva y la programación de volúmenes de producción. Sin embargo su implementación demanda insumos específicos para crear condiciones óptimas para los cultivos que permitan al productor mejorar su ingreso (Moreno *et al.*, 2011). Al respecto Trabuco *et al.* (2016) definen las siguientes ventajas del cultivo protegido:

1. Evita y reduce que se mojen las hojas.

Las estructuras de protección evitan que las hojas de las plantas se mojen por efecto principalmente de la lluvia, que además producen pequeñas lesiones que sirven de medio de entrada a los microorganismos perjudiciales. Por consiguiente, se reduce la incidencia de enfermedades fungosas y bacterianas, permitiendo mejorar la calidad del producto cosechado.

La fumigación es más eficiente ya que el producto de control aplicado no es lavado por la lluvia, aumenta su permanencia, extendiendo su periodo de control.

2. Reduce la entrada de insectos.

Las estructuras de protección cerradas limitan el ingreso de insectos vectores de patógenos, reduciendo la aparición de enfermedades virósicas. Asimismo disminuye la incidencia de insectos plagas que atacan frutos y hojas.

3. Permite un cierto manejo de las condiciones climáticas.

El control en cierta medida de las condiciones climáticas, permite la introducción de nuevas especies con exigencias climáticas diferentes, como también el manejo de cultivos fuera de la época normal de siembra (adelantar o retrasar). Además, permite un aumento sustancial del rendimiento de tres a cinco veces más en comparación con lo que se obtiene a campo abierto y productos de mejor calidad.

4. Exige el uso de irrigación localizada.

La técnica permite el uso racional del agua de riego, así como el mejoramiento del manejo nutricional de las plantas, principalmente con el uso de la fertirrigación.

5. Aumento significativo de la seguridad de cosecha.

Se limitan las pérdidas por adversidades climáticas como sequías, heladas, vientos, lluvias intensas, granizos, entre otros, lo que permite garantizar la producción.

Las ventajas que ofrece la agricultura protegida han incentivado a los agricultores a adoptar este sistema de producción, lo que ha acelerado su expansión a nivel global en las últimas dos décadas (Max *et al.*, 2012; Vargas *et al.*, 2016).

2.2.3 Limitaciones del cultivo protegido

El cultivo protegido a pesar de las ventajas enunciadas anteriormente, también presenta limitaciones según Trabuco *et al.* (2016).

1. Requiere de una inversión inicial alta, debido a la utilización de una diversidad de materiales y equipos tanto para el invernadero como para el sistema de riego y fertirriego; además de una fuente de agua y de electricidad que necesariamente elevan el monto de la inversión. Los costos de cada tipo de estructura son en cierto modo, el reflejo del tipo o calidad del material o equipo que se está utilizando en su implementación.

2. Es necesario poseer o adquirir conocimientos técnicos a la hora de diseñar e instalar la estructura de protección, así como al momento de manejar los cultivos adentro instalados. Es deseable y muy importante, contar con mano de obra especializada para asegurar el buen manejo del proceso productivo.

3. El sistema de producción bajo cubierta debido a sus características genera o agudiza el efecto de algunos problemas de manejo, como la concentración de sales en el suelo y el aumento de la incidencia y/o persistencia de algunos patógenos del suelo: por esta

razón, después de cierto tiempo de producción sobre el suelo, el agricultor tendrá que evaluar el uso de sustratos para producción hortícola bajo estructuras techadas.

2.3 FitoMas-E®

2.3.1 Generalidades

El producto FitoMas-E® afirma Álvarez (2011) es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), seleccionadas del conjunto más representado en los vegetales superiores a los que pertenecen las variedades de cultivo, formuladas como una suspensión acuosa que se debe agitar antes de su utilización.

Es un producto que una vez aplicado a la planta puede promover la síntesis bioquímica de diversas sustancias e intervenir positivamente en el crecimiento de diferentes órganos vegetales.

Es un producto antiestrés con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal, que estimula y vigoriza los cultivos, desde la germinación hasta la fructificación, disminuye los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades, plagas, ciclones, granizadas, podas y trasplantes. Frecuentemente, reduce el ciclo del cultivo y potencia la acción de los fertilizantes, agroquímicos y bioproductos propios de la agricultura ecológica, lo que a menudo permite reducir entre el 30% y el 50% de las dosis recomendadas. Es eficiente en policultivos propios de la agricultura de bajos insumos, estable por dos años como mínimo y no es tóxico a plantas ni animales (Montano, 2008).

Castillo *et al.* (2011) plantean que el FitoMas-E®, es un bionutriente natural de aplicación foliar, que está compuesto por un hidrolizado de sustancias biológicas de alta energía, comunes al metabolismo de los vegetales y de sales minerales portadoras de nitrógeno, fósforo y potasio. Su utilización reporta el incremento de la capacidad de autodefensa, la mejora en la interrelación con el suelo, el aumento de los rendimientos y la calidad de las cosechas de los cultivos tratados.

2.3.2 Composición del FitoMas-E®

FitoMas-E® presenta 85% de suspensión líquida, 150 g.L⁻¹ de extracto orgánico, 80 g.L⁻¹ de aminoácidos libres, de los cuales 50% son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos (Montano *et al.*, 2007). Contiene también hasta 2,5% de sacáridos y 1,5% de lípidos, además de una fracción mineral de 6,5% de N total, 2,7% de P₂O₅ y 5,24% K₂O

Montano (2008) plantea que el FitoMas-E® es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), seleccionadas del conjunto más representado en los vegetales superiores a los que pertenecen las variedades de cultivo.

El propio autor refiere que este bionutriente no contiene hormonas de crecimiento, ni sustancias estimuladoras ajenas a la planta, ni microorganismos fijadores o solubilizadores de nutrientes, simbióticas o asociados, de ninguna clase. Contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal.

Viñals *et al.* (2011) señalan como principales componentes del FitoMas-E® los aminoácidos que influyen en el metabolismo de las plantas dentro los que se encuentran prolina, glicina, el ácido glutámico y el triptófano, este último es precursor del ácido indolacético (AIA), regulador del crecimiento que interviene en el proceso de enraizamiento de las plantas.

De acuerdo con Calero *et al.* (2019) el FitoMas-E®, es un formulado obtenido por el Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), el cual se presenta en forma líquida y está compuesto por 150 g.L⁻¹ de extracto orgánico, 55 g.L⁻¹ de Nitrógeno total, 60 g.L⁻¹ de K₂O y 31 g.L⁻¹ de P₂O₅.

Ministerio de la Agricultura [MINAG] (2020) declara que el Fitomas-E® es el nombre comercial del estimulante del crecimiento vegetal, conformado por un formulado acuoso, estables que contiene aminoácidos, oligosacáridos y bases nitrogenadas. Estimula la nutrición, el crecimiento, la floración, la fructificación, la germinación y el enraizamiento.

2.3.3 Dosis y formas de aplicación

Puede aplicarse directamente al área foliar de la planta, así como en sistemas de fertirriego durante cualquier fase fenológica de un cultivo, independientemente de la parte del vegetal que constituya el interés económico de la cosecha. Se aplica en dosis de 0,1 a 2 L.ha⁻¹, según el cultivo, por vía foliar, siempre disuelto en agua hasta completar de 200 a 300 L.ha⁻¹ de volumen final. Montano (2008) reporta que cuando se aplica por riego las dosis pueden ser del orden de los 5 L.ha⁻¹. La frecuencia es variable, aunque una sola aplicación durante el ciclo suele ser muy efectiva.

MINAG (2020) informa para caña de azúcar, una aplicación foliar en dosis de 2 - 4 L.ha⁻¹ y en retoños de este cultivo, una aplicación a los 45-60 días después del corte a igual dosis. También declara dosis de 1 a 4 L.ha⁻¹ en otros cultivos en los que pueden realizarse hasta tres aplicaciones durante su ciclo, remojar las semillas en una solución acuosa de 1 a 2 % de cuatro a doce horas antes de llevar al semillero y dosis de 5 L.ha⁻¹.día en agua de regadío.

2.3.4 Resultados experimentales obtenidos con la aplicación de FitoMas-E®

Alarcón *et al.* (2012) alcanzan incrementos en el número de flores en plantas de tomate, variedad Vyta al aplicar 0,7 L.ha⁻¹ de FitoMas-E®. De igual forma Díaz *et al.* (2013) reportan un incremento en el número de flores por planta en el cultivo del tomate con la aplicación FitoMas-E® respecto al tratamiento control.

Ruisánchez *et al.* (2013) obtuvieron los mejores resultados en cuanto a crecimiento y producción al inocular DIMABAC y el bioestimulante FitoMas-E® más el 70% del nitrógeno, lo cual permitió reducir en un 30% la fertilización nitrogenada, constituyéndose en una alternativa de manejo de la nutrición mineral del cultivo del tomate.

Álvarez *et al.* (2015) afirman que la aplicación foliar de diferentes dosis de FitoMas-E® (0,3 L.ha⁻¹; 0,5 L.ha⁻¹; 0,7 L.ha⁻¹; 0,9 L.ha⁻¹ y 1 L.ha⁻¹), en el cultivo del tomate, híbrido HA 30-19 (Galina) en condiciones de producción, mostró diferencia significativa entre todas las dosis y el control respecto a la altura de las plantas.

Méndez *et al.* (2020) reportan en plantas de tomate, un incremento en crecimiento, acumulación de sólidos solubles y rendimientos superiores al aplicar los fitoestimulantes

Ecomic® y FitoMas-E® como alternativas biológicas combinado a la reducción del 50% de la fertilización química.

Zaldivar (2012) al estudiar algunos extractos de plantas y el bioestimulante FitoMas-E® en la respuesta agroproductiva del pepino reportó que la dosis de aplicación tuvo en efecto positivo en el crecimiento de las plantas. Estos resultados coinciden con Hernández *et al.* (2015) quienes lograron un efecto positivo en la altura de la planta de pepino, con la aplicación de 1 L.ha⁻¹ de FitoMas-E® a los 15 y 20 días después de efectuada la siembra de manera fraccionada.

Rosell *et al.* (2019) al evaluar el FitoMas-E® en el cultivo del pepino en producción de parcela, obtienen con una dosis de 0,6 L.ha⁻¹ el mejor resultado en la germinación con un 100% de plantas a las 72 horas y 8,1 flores femeninas a los 25 días después del brote del cultivo del pepino variedad SS-5 en un suelo fersialítico pardo rojizo típico y los mayores rendimientos productivos con 5,35 Kg.m⁻².

Lambert *et al.* (2011) observaron que la dosis de 2 L.ha⁻¹ de FitoMas-E® en el cultivo de la lechuga variedad Black Seeded Simpson (BSS - 13) resultó en un mayor diámetro del tallo. En este cultivo Bárzaga (2013) al realizar aplicaciones de diferentes dosis de FitoMas-E® obtuvo incrementos significativos en las variables de crecimiento con relación al tratamiento control.

Batista *et al.* (2017) al evaluar el efecto de un bioestimulante de origen natural (FitoMas-E®), como atenuante de la salinidad en la germinación de las variedades de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) Emily, Napoletano y Nufar concluyen que el FitoMas-E® con dosis de 0,5 y 1,0 mL.L⁻¹ mitiga el efecto del estrés salino de moderado a severo en semillas de albahaca.

Gutiérrez y Gaskin (2017) observaron un efecto positivo de la aplicación de FitoMas-E® en plántulas de café. Los mejores resultados se obtuvieron con las dosis de 250 mL.L⁻¹.m² y 375 mL.L⁻¹.m² del producto.

Ilmi *et al.* (2018) alcanzaron los valores máximos en los parámetros de crecimiento en el cultivo de girasol cuando se aplicó FitoMas-E® a razón de 2 L.ha⁻¹, las cuales mostraron diferencias significativas en relación con los demás tratamientos evaluados. Los resultados revelaron que FitoMas-E® tiene el potencial para mejorar los parámetros de crecimiento de las plantas de girasol en condiciones de campo.

Meriño *et al.* (2018) informan una respuesta agronómica favorable del cultivo del garbanzo cuando las plantas estaban sometidas a condiciones de estrés hídrico y recibieron la aplicación del FitoMas-E®, siendo el rendimiento por área y los componentes del rendimiento número de granos por legumbre, número de legumbres por planta y masa de 100 semillas, los que mejores resultados mostraron antes estas condiciones.

Calero *et al.* (2019) al estudiar el efecto entre microorganismos eficientes y FitoMas-E® en el incremento agroproductivo del frijol llegaron a la conclusión que la utilización de microorganismos eficientes, FitoMas-E® y la asociación entre ellos alcanzaron mayores respuestas de los indicadores agroproductivos del cv. Velazco largo en la época de siembra intermedia en relación a la tardía. La producción de frijol común en los dos periodos de siembra fue favorecida con la aplicación asociada de ME + FE, comparado con los tratamientos con ME y FE individual y aumentaron indicadores como el número de hojas por planta, masa seca, cantidad de legumbre por planta, promedio de granos por legumbre, la masa de 100 granos y producir 1,09 t.ha⁻¹ en época intermedia y 0,66 t.ha⁻¹ en la tardía en relación al tratamiento sin aplicación.

Trocones y Delgado (2020) revelan que los principales resultados al evaluar el efecto del FitoMas-E® sobre la germinación de semillas y calidad de plantas de Caimito (*Chrysophyllum cainito* L.), pusieron de manifiesto la efectividad del mismo en ambos procesos, con un incremento en la germinación total de las semillas y adelanto en el inicio de la misma. En todos los tratamientos con el bionutriente se observaron valores representativos de buena calidad en cuanto a los atributos e índices morfológicos, con diferencias estadísticamente significativas respecto al testigo; los mejores resultados se obtuvieron con la disolución al 2%.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación y características del área experimental

El trabajo se desarrolló en la Unidad Empresarial de Base (UEB) Casas de Cultivos Protegidos, perteneciente a la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, municipio Jagüey Grande, provincia Matanzas, región situada entre los 22° 31' y 36,98" de latitud norte y los 81° 7' y 43" de longitud oeste, a una altitud entre los tres y 25 m.s.n.m. (Aranguren *et al.*, 2018).

El clima de la zona se caracteriza por una temperatura media anual de 24 °C con temperaturas inferiores a 14,4 °C y superiores de 33,4 °C. La precipitación media anual es de 1 494,2 mm y una humedad relativa media superior al 80% (Aranguren, 2009).

3.2 Material vegetal a utilizar

El material vegetal utilizado fue semilla botánica del híbrido F₁ HA 3057 que se caracteriza por ser un tomate de crecimiento determinado, maduración temprana, fruto achatado, de buena firmeza, moderada larga vida y un peso de 170 a 200 g (Casanova *et al.*, 2018³).

3.3 Evaluación del bionutriente FitoMas-E® en la producción de plántulas de tomate utilizando la tecnología de cepellones

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes dosis de FitoMas-E® en algunos indicadores del crecimiento de las plántulas de tomate, se estudiaron los siguientes tratamientos:

T1 = Control sin aplicación de producto.

T2 = FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻².

T3 = FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻².

T4 = FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻².

La aspersión foliar se realizó a los cinco días de germinada la semilla, a la parte aérea hasta que el tejido foliar estuviera humedecido, mediante un atomizador modelo Senior, con boquilla cónica, el cual fue previamente calibrado en las primeras horas de la mañana y después del rocío.

Las bandejas utilizadas para la obtención de plántulas de tomate con cepellón fueron de alvéolos troncocónicos de 45 cm³, con una capacidad de 150 alveolos, colocadas en una casa de posturas con malla antibemisia en los laterales y techo de rafia transparente, completamente cerrada y con doble puerta.

La preparación de los sustratos, así como el llenado de las bandejas se realizó de forma manual colocándose las mismas sobre mesas de 80 cm de altura en el umbráculo para ello establecido.

Las bandejas se desinfectaron con formol al 5% y se lavaron con abundante agua. La siembra se efectuó de forma manual con un marcador de profundidad para lograr uniformidad en el hollado, el cual está graduado según el cultivo, se colocó una semilla por alvéolo a una profundidad de 2 mm de forma que permitiera garantizar el 100% de la población (una planta por alvéolo).

El riego y las aplicaciones fitosanitarias se realizaron según las indicaciones propuestas por Casanova *et al.* (2018²). Se utilizó un sustrato conformado por zeolita con una granulometría de 5 mm.

3.4 Evaluaciones y análisis realizados

A los 35 días de germinadas las semillas (momento de trasplante) se tomaron al azar 20 plántulas por tratamiento a las cuales se les determinó.

1. Altura de las plántulas (cm). Se utilizó una regla graduada en cm, midiendo desde la base hasta el ápice de la plántula.
2. Diámetro del tallo (mm). Se empleó un pie de rey a 1 cm del cuello del tallo.
3. Número de hojas por plántula. Por conteo directo.
4. Longitud de la raíz. Se utilizó una regla graduada en cm desde el cuello hasta el final de la raíz principal, previo lavado con agua corriente del sistema radicular.
5. Índice de Esbeltez: Es la relación que existe entre la altura de las plántulas (H) y el diámetro del tallo (D) (Thompson, 1985; Birchler *et al.*, 1998). Se determinó a través de la siguiente relación:

$$IE = \frac{H}{D}$$

6. Calidad del cepellón. Se determinó al momento de extraer la plántula mediante la escala visual de evaluación propuesta por Quesada y Méndez (2005): 1, el 100

% del cepellón sale íntegro; 2, sale el 90 % del cepellón; 3, sale el 75 % del cepellón; 4, sale el 50 % del cepellón, y 5, sale menos del 50 % del cepellón.

3.5 Diseño experimental y análisis estadístico

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar (Anexo 1). Se realizó un análisis de varianza simple, aplicándose la prueba de comparación múltiple de medias Duncan, a fin de comprobar el nivel de significación para $p \leq 0,05$ utilizando el paquete profesional estadístico STATISTICA, versión 5.1 sobre WINDOWS.

3.6 Valoración económica

Para la valoración económica se determinaron los siguientes indicadores:

- Valor de venta (\$): según el precio de venta de una plántula (\$ 0,20 CUP) multiplicado por el número de plántulas producidas.
- Costo de producción (\$): Se tuvo en cuenta los gastos para producir una plántula de tomate (\$ 0,17 CUP), así como los gastos del bionutriente aplicado, según el precio siguiente: \$ 1,86 CUP el litro.
- Beneficio (\$): según la ganancia neta obtenida de acuerdo a la diferencia entre el valor de venta de las plántulas y los costos de producción.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Evaluación del crecimiento de las plántulas de tomate en la fase de semillero

4.1.1 Altura de la plántula

La altura de la plántula constituye en la fase de semillero uno de los parámetros de crecimiento que tiene mayor valor para determinar su aptitud para el trasplante. En la figura 1 se presenta el resultado de su evaluación donde el tratamiento 4 (FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻²) manifiesta la mayor altura con 12,92 cm el cual no difiere de la aplicación de FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², pero si del resto de los tratamientos. Existe una tendencia al incremento de la altura de la plántula, en la medida que es mayor la dosis de FitoMas-E® aplicada.

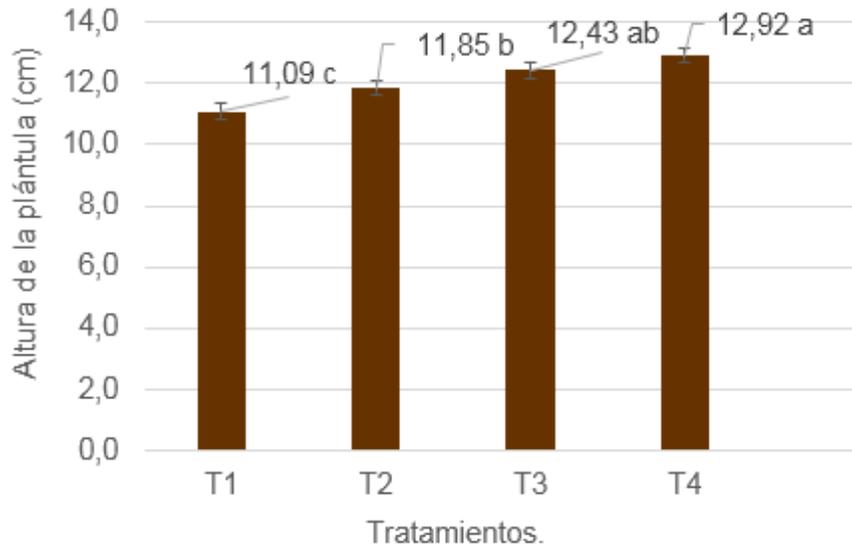


Figura 1. Efecto de la aplicación de FitoMas-E® sobre la altura de la plántula.

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. $Ex=0,24$

Los valores alcanzados coinciden con lo establecido por Casanova *et al.* (2018²) quienes afirman que la plántula de tomate esta apta para el trasplante a los 30 o 35 días después de la germinación de la semilla con una altura de 12 a 14 cm. El tratamiento 2 (FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻²) y el tratamiento control con 11,85 cm y 11,09 cm muestran valores ligeramente inferiores a lo establecido por estos autores.

El FitoMas-E® es un producto bioactivo que ejerce su influencia en la elongación del tejido vegetativo, pues cuando es aplicado al follaje es rápidamente absorbido y traslocado, sin ningún gasto adicional de energía, promoviendo el crecimiento de las plantas y con esto la longitud del tallo.

Los resultados obtenidos demuestran el efecto positivo del FitoMas-E® en el crecimiento de la planta, lo cual coincide con lo referido por Montano *et al.* (2007) respecto a que este producto activa o estimula las funciones fisiológicas de la planta, y que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes.

El efecto del FitoMas-E® sobre la altura de la planta es referida por varios autores; Díaz *et al.* (2013) concluyeron que la aplicación de FitoMas-E® a la dosis de 0,6 L.ha⁻¹ estimuló el desarrollo de la planta de tomate con respecto al tratamiento control en el parámetro altura de la planta. Ricardo y Aguilrar (2015) al aplicar FitoMas-E® a los 7 y 30 días después del trasplante en el cultivo del tomate, obtuvieron un estímulo de la altura y diámetro del tallo con una dosis de 0,7 L.ha⁻¹.

Santana *et al.* (2016) al estudiar el efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® en la germinación y crecimiento de plántulas de tomate alcanzaron valores superiores en longitud del tallo a los 25 días después de la germinación con la aplicación de FitoMas-E® y *Trichoderma* respecto a su combinación y al tratamiento control, la reducción en altura con la aplicación combinada de estos bioproductos, se correspondió con un incremento del diámetro así como de la masa fresca y seca total, respecto al resto de los tratamientos. Díaz *et al.* (2016) plantean que independientemente del número de aplicaciones de FitoMas-E®, este influyó positivamente en el crecimiento de plántulas de cafeto en el vivero.

Es de señalar que la longitud del tallo por sí solo no determina la calidad de la plántula para el trasplante, esta debe tener una adecuada relación altura-diámetro y parte foliar con desarrollo radical, lo cual favorece su establecimiento en el área de plantación.

4.1.2 Diámetro del tallo

El diámetro del tallo es uno de los indicadores del vigor de la plántula que se considera importante en el momento del trasplante ya que muestra la fortaleza y resistencia que la misma puede tener al ser sometida a condiciones de campo, de aquí la importancia de

su evaluación cuyos resultados se presenta en la tabla 2, en la que las plántulas del tratamiento 4 manifiestan un mayor diámetro del tallo con 2,93 mm el cual difiere del resto. El tratamiento control presenta el menor valor con 2,21 mm y difiere de manera significativa de los tratamientos 3 y 4, no así de la aplicación de FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻²

Tabla 2. Respuesta del diámetro del tallo (mm) a la aplicación del bionutriente estudiado.

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Diámetro del tallo (mm)	2,21 ^c	2,35 ^c	2,67 ^b	2,93 ^a
ES x	0,08			

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,08

Autores como Tsakaldini *et al.* (2005) afirman que el diámetro del tallo y la altura de la planta son parámetros recomendables para predecir el comportamiento de las plantas al llevarlas a campo abierto.

Los valores registrados coinciden con los reportados por Casanova *et al.* (2018²) para el diámetro del tallo de las plántulas de tomate en semillero que debe ser de 2,5 - 3,0 mm. Varios autores reportan resultados favorables para este indicador con la aplicación de diferentes bioproductos. Lescaille *et al.* (2015) alcanzaron los mejores resultados al combinar dos cepas de EcoMic® con microorganismos eficientes. Liriano *et al.* (2015) reportan los valores más altos del diámetro del falso tallo en plántulas de cebolla con la aplicación de 24 kg.m⁻² de materia orgánica + 30 g.m⁻² de *T. harzianum* + 15 mL.m⁻² de ME a los 15 y 30 días de germinada la semilla. Santana *et al.* (2016) concluyeron a partir de estudios realizados que la utilización de FitoMas-E® y *T. harzianum* favorece la germinación y crecimiento de plántulas de tomate, con incremento en los valores de

diámetro del tallo. Serbelló *et al.* (2013) encontraron incrementos en la altura y el diámetro en posturas de fruta bomba, cuando incrementan la aplicación del FitoMas-E® y EcoMic. Gutiérrez y Gaskin (2017) al estudiar el efecto del FitoMas-E® sobre algunos indicadores del crecimiento y calidad en plántulas de café en la variedad de Caturra Rojo, en las campañas de vivero 2013-2014 y 2014-2015 señalan que la variable altura y diámetro se incrementan a partir del control con las aplicaciones del bionutriente.

4.1.3 Número de hojas por plántula

Al analizar este parámetro se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos (Figura 2), donde el tratamiento 4 presenta el mayor número de hojas con 3,7 y difiere del tratamiento control. Los tratamientos en que se aplicó FitoMas-E® no difieren entre sí, a su vez el tratamiento control presenta el menor valor con 3,3 hojas y no difiere de la aplicación de FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻² y 0,1 mL.m⁻²

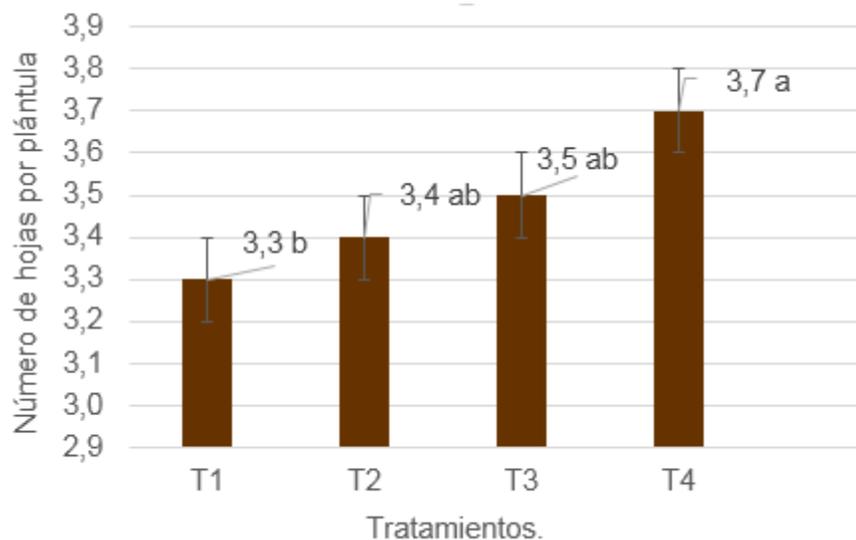


Figura 2. Efecto de la aplicación de FitoMas-E® sobre el número de hojas por plántula. Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,10

El número de hojas es una variable de gran importancia puesto que las plántulas saldrán con mayor superficie foliar para realizar la fotosíntesis, por lo que tienen más capacidad de supervivencia en el campo.

Los valores del número de hojas obtenidos son superiores a los reportados por Casanova *et al.* (2018²) de 2,5 - 3,0 mm.

La tendencia al incremento del número de hojas con la aplicación de FitoMas-E® puede estar dado por el efecto estimulador de este bionutriente, en tal sentido autores como Montano *et al.* (2007), señalan que el efecto beneficioso del FitoMas-E® pudiera estar relacionado con la presencia en su composición química de sustancias promotoras del crecimiento vegetal como: aminoácidos, proteínas, péptidos, carbohidratos, macroelementos (N, P, K, Ca), etc., por otro lado, confirman la capacidad del mismo para estimular los procesos vinculados al crecimiento y desarrollo de las plantas, donde aseveraron que dicho efecto pudiera deberse a los mecanismos de acción del FitoMas-E®, basados en la acción bioestimulante, con la presencia de auxinas y aminoácidos cuya función puede incidir tanto en el sistema foliar, como en el mejoramiento de la fertilidad del suelo. Méndez *et al.* (2011) destacan la acción del FitoMas-E® sobre la mejora en la absorción de nutrientes que favorece el desarrollo fisiológico del cultivo, lo que demuestra la posibilidad que tiene este bioestimulante de ser adsorbido y traslocado de forma rápida en la planta, lo que provoca el incremento de la producción microbiológica en la rizosfera, lo cual beneficia el intercambio de nutrientes y por tanto el crecimiento vegetal.

4.1.4 Longitud de la raíz

La longitud de la raíz es un indicador en la calidad de las plántulas pues contribuye a la resistencia de las mismas a factores adversos como los vientos y la transportación, además de aumentar la capacidad de exploración de las raíces.

En la tabla 3 se presenta el comportamiento de la longitud de la raíz (cm) a la aplicación FitoMas-E®, donde el T4 con 8,10 cm presenta los mayores valores y difiere de forma significativa del resto de los tratamientos. La longitud de la raíz se vio favorecida con la aplicación del bionutriente, donde las dosis de 0,05 mL.m⁻² y 0,1 mL.m⁻² de FitoMas-E®

no difieren de manera significativa entre sí, el control muestra el menor valor con 6,61 cm

Tabla 3. Respuesta de la longitud de la raíz a la aplicación del bionutriente estudiado.

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Longitud de la raíz (cm)	6,61 ^c	7,10 ^b	7,45 ^b	8,10 ^a
ES x	0,16			

Legenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. Ex=0,16

Díaz de Villegas *et al.* (2011) atribuyen este efecto a los mecanismos de acción bioestimulante, con aminoácidos de acción auxínica, lo que coincide con Castillo *et al.* (2011) quienes también confieren este efecto a la acción bioestimulante, con aminoácidos de acción auxínica, hormonas que intervienen en el crecimiento de las diferentes partes de las plantas. En tal sentido Batista *et al.* (2015) declaran que este bioestimulante contiene quelatos de aminoácidos y de carbohidratos que son de absorción rápida, tienen una movilidad mayor dentro de la planta una vez que se absorben y poseen propiedades estimulantes del crecimiento radicular. Saborit *et al.* (2013) plantean que FitoMas-E® puede promover la síntesis bioquímica de diversas sustancias e intervenir positivamente en el crecimiento de diferentes órganos vegetales. Gallego (2016) al evaluar el FitoMas-E® como una alternativa para el enraizamiento in vitro de cultivares de caña de azúcar, encontró una respuesta de los cultivares estudiados en el enraizamiento de los brotes in vitro y afirma que su desarrollo con el FitoMas-E® como sustancia enraizadora pueden ser debido a la composición química del bioestimulante, donde entre sus principales componentes se encuentran los aminoácidos que influyen en el metabolismo de las plantas y fundamentalmente el triptófano, precursor de la síntesis del AIA.

El efecto del FitoMas-E® sobre la longitud de la raíz es referida por varios autores; Ramos *et al.* (2014) al evaluar diferentes dosis de Fitomas-E para el enraizamiento de esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana encontró que el número de raíces en los esquejes se incrementó hasta alcanzar su máximo en la dosis de 5 mL.L⁻¹. Batista *et al.* (2015) al estudiar el uso del FitoMas-E® como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial en tres variedades de albahaca reportan un incremento de la longitud de la raíz cuando se aplicó el bioestimulante. De igual forma Gutiérrez y Gaskin (2017) señalan que el largo de la raíz pivotante en las dos campañas estudiadas evidencia la influencia que el FitoMas-E® ejerció en la misma. González (2017) al estudiar el efecto del IHplus® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench) concluyó que el vigor de germinación y los valores de longitud de raíz y parte aérea de las plántulas tratadas con IHplus® mostraron, en general, una respuesta superior al tratamiento control.

4.1.5 Índice de esbeltez

La variable índice de esbeltez ha sido utilizada para evaluar la calidad de plántulas en diversos cultivos; por ejemplo yacure (*Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth) y roble amarillo (*Platymiscium diadelphum* S. F. Blake) [Parra y Maciel, 2018] entre otros. Esta variable relaciona las características de la altura y diámetro del tallo, y aun cuando no ha sido utilizada para medir la calidad de plántulas hortícolas, sus aplicaciones pueden ser útiles para evaluar la calidad de las plántulas producidas en cepellón.

El índice de esbeltez, según Reyes (2005) determina el balance entre la superficie de transpiración y la resistencia mecánica de la planta, siendo recomendable para una mayor supervivencia y crecimiento postestablecimiento valores bajos que indican una planta con mayor resistencia y con menor probabilidad de daño físico por la acción del viento o sequías en el sitio de plantación. Al respecto Sotolongo *et al.* (2010) señalan que la esbeltez permite una estimación de la resistencia mecánica de las plantas durante las operaciones de plantación o frente a vientos fuertes.

La esbeltez de la plántula presenta diferencia significativa entre tratamientos (Figura 3), donde el tratamiento 2 (FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻²) presentó los mayores valores para el índice de esbeltez con 5,19; el cual no difiere del tratamiento control. Las dosis de 0,1

mL.m⁻² y 0,15 mL.m⁻² de FitoMas-E® manifiestan con 4,72 y 4,48 los valores más bajos de este índice y no difieren de manera significativa entre sí.

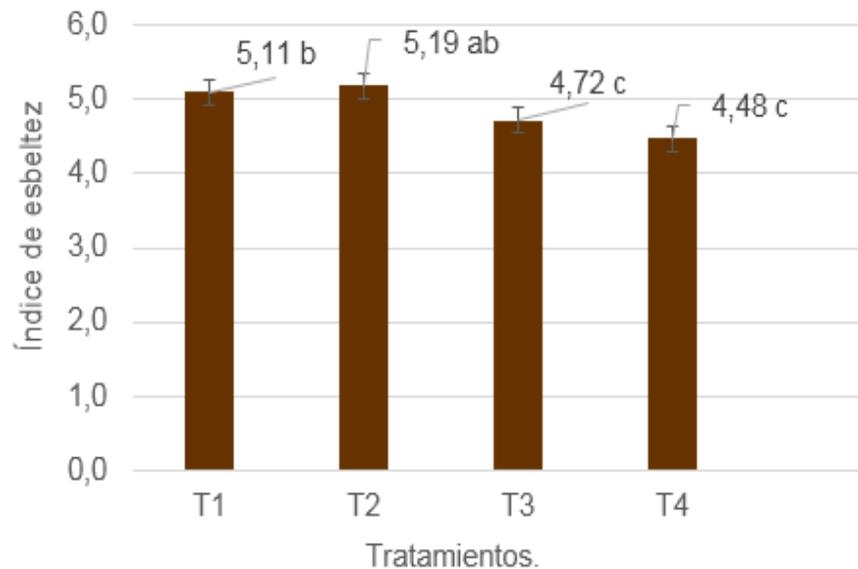


Figura 3. Efecto del FitoMas-E® en el índice de esbeltez de la plántula de tomate.

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻². Medias con letras desiguales, difieren significativamente para $p \leq 0,05$. $Ex=0,17$

En este estudio, el índice de esbeltez varió entre 4,48 y 5,19; esto sugiere una mayor sobrevivencia del trasplante y un mejor desarrollo en campo (Guzmán *et al.*, 2012).

Reportes de diversos autores en especies forestales coinciden en señalar valores bajos para el índice de esbeltez. Fernández y Royo (1998) citados por González (2006) consideran que el valor de esbeltez no debe ser mayor a seis. Santiago *et al.* (2007) aseveran que mientras menor valor se obtenga en las relaciones altura/diámetro para especies tropicales existirá más vigor de la planta.

En coníferas, el valor para este índice debe ser menor a seis, pues se hace referencia a que valores menores indican plantas más bajas y gruesas, y superiores a seis indican tallos elongados con diámetros delgados (Rodríguez, 2008).

Pineda *et al.* (2004) citado por Soriano (2011) proponen un índice no mayor de seis, ya que los valores bajos están asociados con una mejor calidad de la planta.

Otra interpretación de los valores del índice de esbeltez es dada por Rueda *et al.* (2014) quienes señalan una baja calidad de las plántulas con valores mayores o igual que ocho, una calidad media entre 6 y 7,9; y una alta calidad para valores menores que seis.

Un elemento de interés en cuanto a la relación entre la altura y el diámetro de las plántulas es el valor obtenido en el índice de esbeltez o índice de robustez (IR) Sáenz *et al.* (2010); el que sugiere una alta esbeltez; ya que en los tratamientos estudiados los valores están por debajo de seis, que es el valor establecido como de mayor calidad e indica una alta resistencia a la desecación por el viento, y altas temperaturas asegurando una buena sobrevivencia y crecimiento en la plantación.

Debe tenerse en cuenta el limitado número de reportes de este índice en cultivos hortícolas, en tal sentido Fonseca de la Cruz *et al.* (2011) al evaluar el empleo de micorriza y humus de lombriz líquido (Liplant) para la producción de plántulas de tomate en un suelo ferralítico cálcico, obtuvieron los mejores resultados de esbeltez de la plántula con la aplicación de humus de lombriz líquido (Liplant) a razón de 1:10. Terán (2014) al estudiar el efecto del humus de lombriz en el cultivo del tomate en la etapa de semillero reporta valores del índice de esbeltez entre 3,16 y 3,71; y destaca que la mayor calidad de la plántula se ve más favorecida por una relación proporcional entre la altura y el grosor del tallo, lo cual sugiere, un mejor sostén de las plántulas y estar mejor preparadas para responder con mayor eficiencia biológica a las condiciones de estrés que son sometidas durante el trasplante. Pérez (2019) al estudiar el efecto de microorganismos eficientes y FitoMas-E® en la producción de plántulas de *Capsicum annuum* L. en la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar, reporta valores del índice de esbeltez entre 4,32 y 4,56.

4.1.6 Calidad del cepellón

La calidad del cepellón al momento de la extracción de las plántulas es importante, ya que disminuye el estrés post-trasplante al momento de ser establecida en el área definitiva y asegura una mayor supervivencia.

En la tabla 4 se muestran los valores de calidad del cepellón, donde de acuerdo a la escala visual de evaluación propuesta por Quesada y Méndez (2005) en ningún tratamiento el cepellón sale integro, los valores oscilaron entre 75% y 90%, consideramos que la zeolita utilizada como sustrato con una granulometría de 5 mm favorece la distribución de las raíces pero el cepellón no llega a compactarse totalmente.

Tabla 4. Comportamiento de la calidad del cepellón.

Tratamientos	Calidad del cepellón (%)
1	90
2	75
3	90
4	90

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻².

Argote (2016) manifiesta que un buen cepellón nos da unas plántulas mejor conformadas, menos susceptible al ataque de plagas, más homogéneas y vigorosas.

Perdomo (2017) al evaluar la calidad estructural del cepellón en el cultivo del tomate obtuvo un cepellón compacto al utilizar turba y el terraplant 2 como sustrato, y un cepellón semicompacto al emplear la zeolita natural y litonita. Cepero (2018) al evaluar la cachaza y zeolita como sustrato en la producción de plántulas de pepino en condiciones de cultivo protegido, logra valores de 75% cuando utilizó sustratos conformados por 100% de zeolita, así como con 30% Cachaza + 70% zeolita.

Juárez *et al.* (2020) reporta que la pumita (3-7 mm de diámetro) utilizada como sustrato logro 100% de integridad del cepellón, presentando buen porte y facilidad de desprendimiento del contenedor, la turba mostró compactación y 90% de integridad, el cepellón formado con la perlita como sustrato al desprenderse del contenedor presentó al menos el 50% del cepellón y por lo tanto, no resultó apto para que ser utilizado para la producción de plántulas de fresa con cepellón.

4.2 Valoración económica

La valoración económica de la aplicación de FitoMas-E® en la producción de plántulas de tomate en cepellón se muestra en la tabla 5, donde se observa beneficio en cada uno de los tratamientos estudiados, lo cual está dado por el valor de venta de las plántulas y el bajo costo de producción, pues el bionutriente estudiado (FitoMas-E®) resulta económico (\$ 1,86 CUP el litro) y las dosis de aplicación son pequeñas, lo que no encarece la producción.

Tabla 5. Valoración económica de los resultados obtenidos en la producción de plántulas de tomate.

Tratamientos	Plántulas producidas	Valor de venta (\$)	Costo de producción (\$)	Beneficio (\$)
T1	150	30,00	25,50	4,50
T2	150	30,00	25,56	4,44
T3	150	30,00	25,57	4,43
T4	150	30,00	25,58	4,42

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻², T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻², T4: FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻².

Los resultados económicos obtenidos por el efecto del bionutriente estudiado sobre el crecimiento de las plántulas de tomate en cepellón, resultan de gran importancia en la actualidad, donde el deterioro ambiental causado por el uso desmedido de agroquímicos y su alto costo, unido a un aumento de la concientización sobre el cuidado del medio ambiente, ha obligado a los productores a la búsqueda de soluciones para satisfacer sus necesidades alimentarias, dentro de las cuales la aplicación de bioproductos como el FitoMas-E® debe ser considerada como una alternativa por su impacto económico y medioambiental.

5. CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados expuestos y discutidos en la presente investigación se arriba a las siguientes conclusiones:

1. La aplicación de FitoMas-E® ejerció un efecto positivo sobre el crecimiento y calidad de las plántulas de tomate en cepellón.
2. El tratamiento 4 (FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻²) manifestó los mejores resultados en las variables altura de la plántula, diámetro del tallo, número de hojas y longitud de la raíz.
3. Los resultados de la valoración económica, muestran beneficio en cada uno de los tratamientos estudiados.

6. RECOMENDACIONES

Sobre la base de los resultados experimentales alcanzados y las conclusiones obtenidas se recomienda:

1. Continuar los estudios del efecto de la aplicación de FitoMas-E® en la producción de plántulas de otras especies hortícolas en cepellón.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adlercreutz, E.; Huarte, R. D.; López, A.; Manzo, E.; Szczesny, A. y Viglianchino, L. 2014. Producción hortícola bajo cubierta. Ediciones Instituto Nacional de tecnología Agropecuaria (INTA). Mar del Plata, Argentina. 150 p.

Alarcón, Z. A.; Barreiro, E. P.; Alarcón, A. y Díaz, S. 2012. Efecto del Biobras-16 y el FitoMas-E[®] en algunos indicadores del crecimiento y el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Vyta. Granma Ciencia. 16(1): 1-4.

Álvarez, A. 2011. Evaluación de diferentes dosis de aplicación del bionutriente FitoMas-E[®], en el desarrollo vegetal y los rendimientos del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, Mill.) variedad Amalia, en la UBPC "Leónides Peña" de la Empresa Agropecuaria Guatemala. En: XVII Congreso Internacional del INCA. Cuba. (CD).

Álvarez, A.; Campo, A.; Batista, E y Morales, A. 2015. Evaluación del efecto de diferentes dosis del bionutriente FitoMas-E[®] como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 49(1): 3-9.

Aranguren, M. 2009. Pronósticos de madurez y otras especificaciones de calidad para el ordenamiento de la cosecha en los cítricos de Jagüey Grande. La Habana. Tesis en opción al Título de Doctor en Ciencias Agropecuarias. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical.

Aranguren, M.; Liriano, R.; Socorro, C.; Sardiñas, A.; Martínez. I. y Torres, LI. 2018. Evaluación de tratamientos para promover la germinación en semillas de guanábana (*Annona muricata* L.). CitriFrut. 35(1): 11-19.

Argote, H. C. 2016. Manejo de viveros para el cultivo de fresa. Sesión del Diplomado Internacional en el Cultivo de Berries. Intagri. Gto., México [en línea]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/frutillas/Plantula-de-Fresa-Cepellon-o-Raiz-Desnuda> [Consulta: noviembre, 23 2021].

Bárzaga, M. 2013. Respuesta agronómica del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E® en el organopónico Desembarco del Granma. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Granma.

Bastida, A. 2011. Los invernaderos y la agricultura protegida en México. Serie de Publicaciones Agribot. Departamento de Preparatoria Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México. 415 p.

Batista, D.; Murillo, B.; Nieto, A.; Alcaráz, L.; Troyo, E.; Hernández, L. y Ojeda, C. M. 2017. Mitigación de NaCl por efecto de un bioestimulante en la germinación de *Ocimum basilicum* L. Terra Latinoamericana. 35(4): 309-320.

Batista, D.; Nieto, A.; Alcaráz, L.; Troyo, E.; Hernández, L.; Ojeda, C. M. y Murillo, B. 2015. Uso del FitoMas-E® como atenuante del estrés salino (NaCl) durante la emergencia y crecimiento inicial de *Ocimum basilicum* L. Nova Scientia. 7(15): 265-284.

Baudoin, A.; Carvajal, M. A.; Achu, O.; Vilela, M.; Corrales, R.; Vaca, R. y Miralles, F. 2017. Manual Técnico de Producción de Tomate con enfoque de Buenas Prácticas Agrícolas. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La Paz, Bolivia. p. 14-15.

Bitá, C. E.; Zenoni, S.; Vriezen, W. H.; Mariani, C.; Pezzotti, M. y Gerats, T. 2011. Temperature stress differentially modulates transcription in meiotic anthers of heat-tolerant and heat-sensitive tomato plants. BMC Genomics. 12: 384-401.

Calero, A.; Quintero, E.; Pérez, A.; Olivera, D.; Peña, K. y Jiménez, J. 2019. Efecto entre microorganismos eficientes y FitoMas-E® en el incremento agroproductivo del frijol. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 17(1): 25-33.

Casanova, A. S.; González, F. M.; Hernández, J. C.; Igarza, A. y Hernández, M. 2018². Producción protegida de plántulas hortícolas en cepellones. En: Manual para la producción protegida de hortalizas. Editorial Liliana. La Habana, Cuba. p. 32-61.

Casanova, A. S.; Hernández, J. C.; Abreu, R.; Almándo, J.; Anzardo J. C.; Aranguren, D.; Barroso, K.; Bernal, B. G.; Brito, R.; Casanueva, K.; Depestre, T., Fernández, E.; Gandarilla. H. M.; Gómez, O.; González, G.; González, F. M.; Hernández, M. I.; Hernández, M.; Igarza, A.; Marrero, A.; Martínez, Y.; Moreno, V.; Pérez, E.; Ponce, L.; Pupo, F. R.; Rodríguez, S. R.; Rodríguez, M. G. y Salgado, J. M. 2018¹. Manual para la producción protegida de hortalizas. 3^{ra} edición. Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. Grupo Empresarial Agrícola. Editorial Liliana. La Habana, Cuba. 215 p.

Casanova, A. S.; Hernández, J. C.; Salgado, J. M.; González, F. M. y Gómez, O. 2018³. Cultivares y manejos agronómicos. En: Manual para la producción protegida de hortalizas. Editorial Liliana. La Habana, Cuba. p. 64.

Castillo, P. G.; Villar, J.; Montano, R.; Martínez, C.; Pérez, F.; Albacete, A.; Sánchez, J y Acosta, M. 2011. Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FitoMas-E®. ICIDCA Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar. 45(1): 64-67.

Castro, J. D.; Gómez, J. G. y Rivera, J. G. 2014. Automatización de un invernadero de plántulas de tomate rojo. Ciencia e Ingeniería. 1(2): 1-20.

Cepero, Y. 2018. Evaluación de la cachaza y zeolita como sustrato en la producción de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de cultivo protegido. Tesis en opción al título de Especialista en Fruticultura Tropical. Universidad de Matanzas.

Comlekcioglu, N. y Soyulu, K. M. 2010. Determination of high temperature tolerance via screening of flower and fruit formation in tomato. Yüzüncü Yıl University Journal of Agricultural Sciences. 20(2): 123 - 130.

Conabio. 2015. Descripción Botánica [en línea]. Disponible en:<http://www.conabio.gob.mx/malezasdemexico/solanaceae/lycopersicon-esculentum/fichas/ficha.htm>. [Consulta: noviembre, 23 2021].

Díaz, A.; Suárez, C.; Díaz, D.; López, Y.; Morera, Y. y López, J. 2016. Influencia del bioestimulante FitoMas-E sobre la producción de posturas de cafeto (*Coffea arabica* L.). Centro Agrícola. 43(4): 29-35.

Díaz, B. A.; Rodríguez, M. y Torres, L. J. 2013. Respuesta en el crecimiento y rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) var. Vyta a la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E® Centro Agrícola. 40(4): 25-30.

Díaz, V. 2014. Perfil comercial tomate. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Guatemala. 11 p.

Díaz de Villegas, M. E.; Delgado, G.; Rivas, M.; Torres, E. y Saura, M. 2011. Implementation of an in vitro bioassay as an indicator of the bionutrient FitoMas E. Ciencia e Investigación Agraria. 38(2): 205-210.

Dupin, J.; Marzke, N.; Särkinen, T.; Knapp, S.; Olmstead, R.; Bohs, L. y Smith, S. 2017. Bayesian estimation of the global biogeographical history of the Solanaceae. Journal of biogeography. 44: 887-889.

FAS/USDA. 2015. Base de Datos on Line [en línea]. Disponible en: <http://www.fas.usda.gov/data>. [Consulta: octubre, 9 2021].

Fonseca de la Cruz, J.; Salgado, Y. y Sotto, A. 2011. Empleo de micorriza y humus de lombriz líquido (Liplant) para la producción de posturas en el cultivo del tomate bajo los principios de la agricultura sostenible. Granma Ciencia. 15(3): 12-16.

Gallego, R. R. 2016. Efecto de un fitoestimulante y la fertilización mineral sobre la caña de azúcar (*Saccharum* spp.) y algunas propiedades del suelo. La Habana. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana.

Gómez, O.; Casanova, A. S.; Cardoza, H.; Piñeiro, F.; Hernández, J. L.; Murguido, C. A.; León, M. F. y Hernández, A. 2020. Guía técnica para la producción del cultivo del tomate. Biblioteca ACTAF. Editora Agroecológica. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”, La Habana, Cuba. 57 p.

González, E. 2006. Memoria científica semestral del proyecto metodología para el cultivo en vivero de diferentes especies forestales 1er semestre. 18 p.

González, Y. 2017. Efecto del IHplus® sobre el proceso de germinación de *Sorghum bicolor* L. (Moench) Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

Gutiérrez, J. R. y Gaskin, B. 2017. Aplicaciones de Fitomas E en posturas de cafeto variedad Caturra rojo. Ingeniería Agrícola. 7(1): 16-21.

Guzmán, A.; Borges, Lizette; Pinzón, L.; Ruiz, E. y Zúñiga, J. 2012. Efecto del ácido salicílico y la nutrición mineral sobre la calidad de plántulas de chile habanero. Agronomía Mesoamericana. 23(2): 247-257.

Hernández, Y.; Batista, R. y Rodríguez, N. 2015. Efecto de momentos de aplicación de FitoMas-E®, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) variedad poinset en organopónico. Granma Ciencia. 19(1): 1-8.

Infoagro Systems S.L. 2016. El cultivo de tomate: Parte I [en línea]. Disponible en: http://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_tomate__parte_i_.asp [Consulta: junio, 30 2021].

INTA (Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria). 2014. Guía Manejo Integrado de Plagas. Cultivo de tomate. Managua, Nicaragua. 66 p.

Integrated Taxonomic Information System Report. 2016. Page: *Solanum Lycopersicum* [en línea]. Disponible en: https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671#null [Consulta: octubre, 9 2021].

Juárez, C. R., Aguilar, J. A., Bugarín, R., Aburto, C. A. y Alejo, G. 2020. Medios de enraizamiento y aplicación de auxinas en la producción de plántulas de fresa. Ciencia Tecnología Agropecuaria. 21(1): 1-13.

Juárez, P.; Bugarín, R.; Castro, R.; Sánchez, A. L.; Cruz, E.; Juárez, C. R.; Alejo, G. y Balois, R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Fuente. 3(8): 21-27.

Krzyzanowska, J.; Czubacka, A. y Oleszek W. 2010. Dietary phytochemicals and human health. Bio-Farms for Nutraceuticals: Funcional food and safety control by biosensors. Chapter 7. p. 75-97.

Lambert, T.; Zamora, M. y Ramírez, A. 2011. Aplicación del FitoMas-E® al cultivo de lechuga [en línea]. Disponible en: <http://www.eft.com.ar> [Consulta: abril, 14 2021].

Largo, M.; Medina, E. A. y Fumero, G. 2012. Sostenibilidad económica de los cultivos protegidos. Sociedad de la Información. (38): 1-9.

Lescaille, J.; Ramos, L.; López, Y.; Tamayo, Y. y Telo, L. 2015. Combinación de EcoMic® y Microorganismos Eficientes en el cultivo de *Vigna unguiculata*, L. Cantón-1 en áreas productivas de la Empresa Agropecuaria Imías. Agrotecnia de Cuba. 39(4): 80-88.

Liriano, R.; Núñez, D. B.; Hernández, L. y Castro, A. 2015. Evaluación de microorganismos eficientes y *Trichoderma harzianum* en la producción de posturas de cebolla (*Allium cepa* L.). Centro Agrícola. 42(2): 25-32.

Li, Z.; Palmer, W. M.; Martin, A. P.; Wang, R.; Rainsford, F.; Jin, Y.; Patrick, J. W.; Yang, Y. y Ruan, Y. L. 2012. High invertase activity in tomato reproductive organs correlates with enhanced sucrose import into, and heat tolerance of, young fruit. Journal of Experimental Botany. 63(3): 1155-1166.

López, L. M. 2017. Manual Técnico del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*). Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). San José, Costa Rica. 126 p.

Ilmi, A.; Brunet, E.; Barreda, A.; Colás, A.; González, D. y Chacón, A. 2018. Efecto de FitoMas-E® sobre el crecimiento de *Helianthus annuus* L. cv. CIAP JE- 94 en periodo poco lluvioso. Centro Agrícola. 45(4): 12-19.

Martínez, M.; Rodríguez, A.; Vargas, O. y Chiang F. 2011. Catálogo nomenclatural de las Solanaceae de México. Universidad Autónoma de Querétaro. Informe Final SNIB-CONABIO. Proyecto HS004. México, D.F. 39 p.

Martínez, M.; Vargas, O.; Rodríguez, A.; Chiang, F. y Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in México. Botanical Sciences. 95(1): 131-145.

Max, J. F.; Schurr, U.; Tantau, H. J.; Mutwiwa, U. N.; Hofmann, T. y Ulbrich, A. 2012. Greenhouse cover technology. Horticultural Reviews. 40(1): 259-396.

Méndez, G. J.; Chang, L. R. y Salgado, B. Y. 2011. Influencia de diferentes dosis de Fitomas-E en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Granma Ciencia. 15(2): 1-10.

Méndez, M.; Quintero, N. y La O, A. L. 2020. Alternativas biológicas en el cultivo del tomate: su contribución al desarrollo agrario sostenible. *Pedagogía y Sociedad*. 23(59): 200-217.

Meriño, Y.; Boicet, T. y Boudet, A. 2018. Efectividad del FitoMas-E® en el cultivo del garbanzo bajo dos niveles de humedad del suelo. *Centro Agrícola*. 45(1): 62-68.

Ministerio de la Agricultura [MINAG]. 2020. Manual Práctico para uso de Bioproductos y Fertilizantes Líquidos. Departamento de Suelos y Fertilizantes. La Habana, Cuba. p. 11-12.

Monardes, H. 2009. Características botánicas. Manual del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Nudo Hortícola, VI Región. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile y Innova Chile Corfo. Santiago de Chile, Chile. 60 p.

Montano, R. 2008. FitoMas-E®, bionutriente derivado de la industria azucarera. Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la caña de azúcar (ICIDCA). p. 3-9.

Montano, R.; Zuaznabar, R.; García, A.; Viñals, M. y Villar, J. 2007. FitoMas-E®. Bionutriente derivado de la industria azucarera ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de azúcar. 41(3): 14-21.

Moreno, A.; Aguilar, J. y Luévano, A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Mexicana de Agronegocios*. 15(29): 763-774.

Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI). 2020. Anuario Estadístico de Cuba 2019. Capítulo 9: Agricultura, Ganadería, Silvicultura y Pesca. Edición 2020. La Habana, Cuba. 37 p.

Ortiz, I. C. 2014. Efecto de la topología en el rendimiento, calidad y rentabilidad del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) en un sistema de producción bajo invernadero [en línea]. Disponible en: <http://ri.uaq.mx/handle/123456789/1273> [Consulta: abril, 14 2021].

Parra, Solenny y Maciel, N. 2018. Efectos de la siembra y el trasplante a recipiente cónico en el crecimiento de *Pithecellobium dulce* y *Platymiscium diadelphum* en vivero. Bioagro. 30(2): 125 -134.

Peet, M. M. 2009. Physiological disorders in tomato fruit development. Acta Horticulturae. (821): 151-160.

Perdomo, Y. 2017. Evaluación de diferentes sustratos en el desarrollo de plántulas de tomate (*Solanum Lycopersicum*, L) en casas de cultivos protegidos de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón” en la provincia de Matanzas. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas.

Pérez, J. 2019. Efecto de microorganismos eficientes y FitoMas-E® en la producción de plántulas de *Capsicum annuum* L. en la Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar. Tesis en opción al título de Master en Ciencias Agrícolas. Universidad de Matanzas.

Pinheiro, D. T.; Cavalcante da Costa, L.; Fontes, G.; Gama, V.; Ferreira, M.; Teixeira, F.; Teixeira, T. y Barros, V. 2017. Aspectos tecnológicos e qualitativos da produção de sementes de tomate. Espacios. 38(44): 10-23.

Pino, M. 2019. Guía didáctica: cultivo y manejo del cultivo de tomate fresco. Facultad Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina. 21 p.

Pupo, F. R. 2004 Instalaciones de cultivos protegidos y manejo climático para condiciones tropicales. En: II Curso Internacional de Cultivo Protegido de Hortalizas en

Condiciones Tropicales. IIH "Liliana Dimitrova", La Habana. Cuba. Conferencia. (CD). 123 p.

Quesada, R. G. y Méndez, S. C. 2005. Evaluación de sustratos para almácigos de hortalizas. *Agronomía Mesoamericana*. 16(2): 171-183.

Ramírez, C. y Nienhuis, J. 2012. Cultivo protegido de hortalizas en Costa Rica. *Tecnología en Marcha*. 25(2): 10-20.

Ramírez, R.; Aguilar, J. y León, R. 2010. Introducción a los cultivos protegidos bajo cobertura plástica en Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería, San José, Costa Rica. 130 p.

Ramos, L.; Arozarena, N. J.; Leiscalle, J.; Castañeda, E.; Rodríguez, G. y Lozano, S. 2014. Dosis de Fitomas-E para el enraizamiento de esquejes de guayaba var. Enana Roja Cubana. *Ciencia Ergo Sum*. 21(2): 133-139.

Reyes, R. J. 2005. Prácticas culturales para mejorar la calidad de plantas de *Pinus patula* y *P. Pseudostrobus* var. *Apulcensis* en vivero. Montecillos, México. Tesis en opción al título de Máster. Colegio de postgraduados.

Ricardo, I. y Aguilrar, C. L. 2015. Evaluación del Fitomas sobre el rendimiento agrícola del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en un suelo vertisol. *Multiciencias*. 15(4): 371 - 375.

Rodríguez, D. A. 2008. Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma Chapingo. Edición Mundi Prensa. México. 156 p.

Rosell, R.; Ramírez, A. G.; Dorado, M.; Peña, J. B. y Pacheco, M. 2019. Evaluación de FitoMas-E® en el cultivo del pepino en producción de parcela. *REDEL. Granmense de Desarrollo Local*. 3(2): 135-148.

Rueda, A.; Benavides, J. D.; Saenz, J. T.; Muñoz, H. J.; Prieto, J. A. y Orozco, Gabriela. 2014. Calidad de planta producida en los viveros forestales de Nayarit. *Mexicana de Ciencias Forestales*. 5(22): 58-73.

Ruisánchez, Y.; Hernández; M. I. y Rodríguez, Y. 2013. Evaluación de los bioproductos DIMABAC y FitoMas-E® en el cultivo del tomate. *Temas Agrarios*. 18(1): 49-56.

Saborit, R.; Meneses, R. y Cañizares, A. 2013. Efecto de las aplicaciones de FitoMas-E combinadas con la fertilización orgánica y mineral sobre los rendimientos agrícolas del cultivo del arroz en aniego. *Infociencia*. 17(4): 1-10.

Sáenz, J. T.; Villaseñor, F. J.; Muñoz, H. J.; Rueda, S. A.; Prieto, J. A. 2010. Calidad de plantas en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Instituto de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias. Folleto técnico No.17. Michoacán, México. 43 p.

Santana, Y.; del Busto, A.; González, Y.; Aguiar, I.; Carrodegua, S.; Páez, P. L. y Díaz, Geilsys. 2016. Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E® como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. *Centro Agrícola*. 43(3): 5-12.

Santiago, O.; Sánchez, V.; Monroy, R. y García, G. 2007. Manual de producción de especies forestales tropicales en contenedor. Folleto Técnico Número 44. Campo Experimental El Palmar. INIFAP. Veracruz, México. 73 p.

Santos, M.; Segura, M. y Núñez, C. E. 2010. Análisis del crecimiento y relación fuente-demanda de cuatro variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el municipio Zipaquirá (Cundinamarca, Colombia). *Fac. Nal. Agr. Medellín*. 63(1): 5253 – 5266.

Serbelló, F. G.; Soto, O. R. y Mesa, J. R. 2013. Efecto de la aplicación de Fitomás-E en la producción de posturas de papayo var. Maradol Roja en Cienfuegos, Cuba. Centro Agrícola. 40(1): 35-38.

Serrano, C. 2012. Beneficios del tomate en la dieta [en línea]. Disponible en: <http://www.hitsbook.com/blog>. [Consulta: abril, 14 2021].

Sierra, J.; Siqueiros, M.; Flores, E.; Moreno, O. y Arredondo J. 2015. Riqueza y distribución de la familia Solanaceae en el estado de Aguascalientes, México. Botanical Sciences. 93(1): 97-117.

Soriano, G. 2011. Efecto de fertilización de N, P y K en la calidad de planta de *Pinus patula* y *P. devoniana* en vivero. Montecillo. Tesis en opción al título de Máster. Institución de Enseñanza e Investigaciones en Ciencias Agrícolas.

Sotolongo, R.; Geada, G. y Cobas, M. 2010. Fomento Forestal. Edición Félix Varela. La Habana, Cuba. 287 p.

Terán. M. A. 2014. Evaluación del efecto del humus de lombriz en la producción de posturas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la etapa de semillero. San Carlos, Cojedes. Tesis en opción al título de Master en Agroecología y Desarrollo Endógeno. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”.

Trabuco, M. B.; Guillén, O.; Bozzano, G.; Zarza, H.; Perrier, J. P. y Gómez, A. 2016. Manual de Cultivos Protegidos: Una estrategia de resiliencia ante el cambio climático. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San Lorenzo, Paraguay. 67 p.

Trocones, A. G. y Delgado, L. A. 2020. Efecto del FitoMas-E sobre la germinación de semillas y calidad de plantas de *Chrysophyllum cainito* L. (caimito) en condiciones de vivero. Cubana de Ciencias Forestales. 8(1): 104-121.

Tsakaldini, M.; Zagas, T.; Tsitsoni, T. and Ganatsas, P. 2005. Root morphology, stem growth and field performance of seedlings of two Mediterranean evergreen oak species raised in different container types. *Plant and Soil*. 278: 85-93

Vargas, J. M.; Palacios, M. I.; Aguilar, J. y Ocampo, J. G. 2016. Cambio tecnológico e innovación en agricultura protegida en Hidalgo, México [en línea]. Disponible en: <http://ciestaam.edu.mx/cambio-tecnologico-e-innovacion-en-agricultura-protegida-en-hidalgo-mexico/> [Consulta: febrero, 18 2021].

Viñals, M.; García, A.; Montano, R. L.; Villar, J. C.; García, T. y Ramil, M. 2011. Estimulante de crecimiento agrícola FitoMas-E®, resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. *ICIDCA. Sobre los derivados de la caña de azúcar*. 45(3): 1-23.

Wahid, A.; Gelani, S.; Ashraf, M. y Foolad, M. R. 2007. Heat tolerance in plants: An overview. *Environmental and Experimental Botany*. 61(3): 199-223.

Zaldívar, P. 2012. Evaluación de algunos extractos de plantas y el bioestimulante FitoMas-E® en la respuesta agroproductiva del pepino (*Cucumis sativus*, L) var. Poinset en área específica del municipio Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

ANEXOS

Anexo 1. Diseño experimental Bloque al azar

T ₄	T ₃	T ₂
T ₁	T ₂	T ₃
T ₃	T ₁	T ₄
T ₂	T ₄	T ₁

Leyenda:

T1 = Control sin aplicación de producto.

T2 = FitoMas-E® a 0,05 mL.m⁻²

T3 = FitoMas-E® a 0,1 mL.m⁻²

T4 = FitoMas-E® a 0,15 mL.m⁻²