



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Título. Uso de Agromena y EcoMic como fertilizante alternativo en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en los Cultivos Protegidos.



TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Arianne del Valle Pérez

Matanzas

2022



UNIVERSIDAD DE MATANZAS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

Título. Uso de Agromena y EcoMic como fertilizante alternativo
en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en los
Cultivos Protegidos.

TESIS EN OPCIÓN AL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
FRUTICULTURA TROPICAL

Autor: Ing. Arianne del Valle Pérez

Tutor: M. Sc José Pérez Rodríguez

Matanzas

2022

DEDICATORIA

- A mi mamá Ana María Pérez y mi papá Odlavin del Valle por ser los que han guiado mi vida y me han apoyado en todo momento.
- A mis abuelos que han sabido inculcar en mí corazón el amor a la Agronomía.
- A mi hermana que pretendo ser su guía.
- A mi novio que me ha apoyado a seguir superándome en mi vida profesional, por su paciencia, amor y dedicación.
- A todos los que de una manera u otra han contribuido a mi formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

- A la Revolución que ha hecho posible mi formación académica.
- Agradezco de forma especial a toda mi familia por su apoyo e inspiración.
- A mi tutor el M. Sc. José Pérez Rodríguez por su atención durante la preparación, organización y elaboración de este trabajo. Por haber podido contar con su saber acumulado, por toda la colaboración e interés porque este proyecto se realizara con la mayor calidad posible.
- Agradezco a todos los que me han ayudado y apoyado en este trabajo .

A todos, Muchas Gracias.

RESUMEN

En Cuba, el cultivo protegido constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosechas de las hortalizas tradicionales, optimizar los recursos y afectar en menor medida el medio ambiente. Permite además obtener rendimientos altos y estables durante todo el año, El uso de biofertilizantes y fertilizantes de producción nacional en la tecnología de cultivos protegidos se hace cada vez más necesario debido a la crisis mundial y el recrudecimiento del bloqueo de ahí la necesidad de buscar alternativas que nos permitan mantener las producciones hortícolas El empleo de Agromena y el biofertilizante EcoMic® a diferentes proporciones en el balance nutricional del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), permitirá cubrir el déficit de fertilizantes y obtener los rendimientos esperados. En el estudio realizado para la producción de plántulas indistintamente de los parámetros evaluados los mejores resultados se obtuvieron con Agromena al 20% y 25% y el biofertilizante EcoMic® y en la producción todos los tratamientos mostraron rendimientos superiores al testigo Zeolita 100%.

INDICE

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 Aspectos generales del cultivo del tomate	3
2.2 Características y taxonomía del tomate	4
2.2.1 Características botánicas	4
2.3 Importancia del cultivo del tomate	7
2.4 Producción de plántulas de hortaliza en Cuba	8
2.4.1 Importancia del uso y calidad del cepellón	8
2.5 El sustrato y sus características generales	9
2.5.1 Características generales del sustrato en estudio	10
2.5.1.1 Zeolita	10
2.5.1.2 Características de la Agromena como biofertilizante	12
2.5.1.3 Micorrizas. Características y uso	13
2.6 Atenciones culturales y fases del cultivo	15
2.7 Manejo integrado de plagas y enfermedades	23
2.8 Cosecha y postcosecha	24
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Localización del experimento	25
3.2 Material vegetal	25
3.3 Producción de plántulas en cepellones. Diseño	25
3.4 Siembra	25
3.5 Sustrato utilizado.....	26
3.6 Evaluación de la germinación y dinámica de crecimiento de las plántulas	26
3.7 Determinación del desarrollo agroproductivo con Agromena y EcoMic.	27
3.8 Análisis general y programa estadístico.....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1 Evaluación de la germinación y dinámica de crecimiento de las plántulas	29
4.2 Determinación del desarrollo agroproductivo con el uso de Agromena y EcoMic	34
5. CONCLUSIONES.....	36
6. RECOMENDACIONES	37
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el cultivo protegido se reconoce como una tecnología agrícola de avanzada, que puede influir eficazmente en la producción de hortalizas frescas durante todo el año, siendo España el país con más superficie en invernaderos de plástico con casi 66 000 hectáreas (Nova, 2009).

En Cuba, el cultivo protegido constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosechas de las hortalizas tradicionales, optimizar los recursos y afectar en menor medida el medio ambiente. Permite además obtener rendimientos altos y estables durante todo el año, lo cual asegura un suministro fresco al turismo, al mercado en frontera y a la población (Casanova *et al.*, 2007).

En la actualidad el país cuenta con 178,18 ha y 2 598 casas de cultivos protegidos distribuidas en todo el territorio nacional. La empresa con mayor crecimiento en esta tecnología es la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”, perteneciente al MINAG, que cuenta con 18 hectáreas y 154 casas de diferentes tipologías, lo que representa el 6% del total de casas del país y el 10% del área (MINAG, 2009).

Una plántula de calidad es uno de los factores más importantes para aspirar a una producción hortícola de excelencia, esto es posible si se logran plántulas sanas, de buena calidad, libres de enfermedades y disponibles a tiempo para su trasplante (Alarcón, 2006).

El uso de biofertilizantes y fertilizantes de producción nacional se hace cada vez más necesario debido a la crisis mundial y el recrudecimiento del bloqueo de ahí la necesidad de buscar alternativas que nos permitan mantener las producciones hortícolas (Álvarez y Pérez, 2008).

La utilización de hongos formadores de micorriza en la tecnología de cultivos protegidos, se hace necesaria ya que contribuyen con la solubilización del elemento fósforo, indispensable para el desarrollo de las plantas, provoca el crecimiento de la masa radicular y de esta manera una mayor absorción del resto de nutrientes por

parte de la planta, induciendo mayor eficiencia de los fertilizantes y por ende la reducción en su uso (Ruperto, 2009).

Problema

El déficit de fertilizantes a emplear en la tecnología del cultivo protegidos del tomate afecta los rendimientos en la Unidad Empresarial de Base Casas de Cultivos de la Empresa Agroindustrial “Victoria de Girón”.

Hipótesis

El empleo de Agromena y el biofertilizante EcoMic® en el balance nutricional del cultivo del tomate permitirá cubrir el déficit de fertilizantes y obtener los rendimientos esperados.

Objetivo General

Evaluar el efecto de la fertilización con Agromena y el biofertilizante EcoMic® en la producción de tomate en las casa de cultivo protegido.

Objetivos Específicos

- Evaluar la dinámica de crecimiento de las plántulas de tomate en la casa de postura con diferentes tratamientos.
- Determinar el desarrollo agroproductivo del tomate en casa de cultivo con el uso de Agromena y el biofertilizante EcoMic® .

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Aspectos generales del cultivo del tomate

El tomate es una planta nativa del Perú, Ecuador y Bolivia y los Andes de Suramérica. El hábitat natural de esta especie es una estrecha franja costera que se extiende desde el Ecuador (0 latitud) hasta el norte de Chile (30 latitud sur) y entre el Pacífico y los Andes en altitudes que varían entre 0 a 2 000 m, se incluyen las islas Galápagos. En ella durante seis meses del año casi no llueve, pero existe una niebla constante, así como temperaturas de 17 a 24 °C diurnas y nocturnas de 11 a 18 °C.

La aceptación y preferencia del tomate se debe a sus cualidades gustativas, a la posibilidad de su amplio uso en estado fresco o elaborado en múltiples formas, y a su relativo aporte de vitaminas y minerales. Además puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades cardíacas, cáncer y obesidad (Gómez *et al.*, 2000).

Según el hábito de crecimiento, las variedades de tomate se clasifican en dos grupos: las variedades de crecimiento determinado, cuyos tallos terminan en un ramillete floral que marca el punto donde se termina el crecimiento, y las variedades de crecimiento indeterminado, que son aquellas de hábito guiador, cuyo ápice ubicado en la parte extrema del tallo, sigue creciendo indefinidamente. Estas últimas son las más utilizadas comercialmente y en las cuales es posible encontrar rendimientos que superan las 200 t.ha⁻¹ bajo condiciones desfavorable (Haifa Chemicals, 2014).

El tomate se utiliza como condimento y como planta alimenticia, tiene además demanda como planta medicinal, por sus propiedades tónicas y por su contenido en vitaminas. Asimismo se usa como remedio casero para las quemaduras y como astringente (Roig, 1989). Por sus contenidos en carotenos (beta carotenos, licopenos y vitaminas C), se le atribuyen propiedades antioxidantes que estimulan el sistema inmunológico (Carrillo, 2002).

2.2 Características y taxonomía del tomate

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

Subdivisión: 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.*, 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).

2.2.1 Características botánicas

a) Sistema radicular

El sistema radicular consiste en una raíz principal pivotante de la que salen raíces laterales y fibrosas, formando un conjunto que puede tener un radio hasta de 1,5 m. En el cultivo, sin embargo, las labores de trasplante destruyen la raíz principal y lo más común es que presente una masa irregular de raíces fibrosas. Es muy frecuente la formación de raíces adventicias en los nudos inferiores de las ramas principales. (Monardes, 2009).

b) Tallo

El tallo de las plantas jóvenes de tomate es cilíndrico, más tarde se hace angular. Está cubierto de finos bellos unos más largos, otros más cortos. Los últimos segregan una sustancia grasosa de color verde oscuro y olor específico para el tomate. Según las características hereditarias de las variedades y la influencia del modo del cultivo (deshije o no), el tallo alcanza altura desde 40 cm hasta más de dos metros (Roig, 1989).

Las ramificaciones se forman en los senos de las hojas y se denominan hijos. Los hijos aparecen temprano y crecen con más vigor en los senos de las hojas que están situados inmediatamente debajo de los racimos. En una de las variedades el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en racimos, en otros casos el tallo crece siempre hacia arriba, no pierde la dominancia apical y se les denomina como de crecimiento indeterminado (León *et al.*, 2007).

c) Habito de crecimiento

Entre los diversos tipos de plantas de tomate hay cultivares de porte erecto o indeterminado, a menudo reducido a un solo tallo. El eje central de la planta y sus ramas son de crecimiento monopodial y llevan en el ápice una yema vegetativa, de modo que crecen indeterminadamente. Una forma de crecimiento distinta a la anterior se debe a un gen recesivo que afecta el crecimiento del tallo y las ramas al emitir una inflorescencia terminada, dando por resultado el crecimiento determinado (León *et al.*, 2007).

d) Hojas

La forma de las hojas es muy variable y depende en gran parte de las condiciones ambientales. La lámina está dividida en pares de segmentos o folíolos, de diferente tamaño. Con frecuencia entre dos pares de folíolos grandes hay de uno a tres pares más pequeños, en todos ellos los bordes son muy recortados. En las hojas como en los tallos jóvenes, hay abundante pubescencia. Los pelos pueden ser largos y agudos o terminados en forma acotada (León *et al.*, 2007).

e) Inflorescencia

La inflorescencia más corriente es una cima racimosa, generalmente simple en la parte inferior de la planta y más ramificada en la superior. Las flores tienen un pedúnculo corto y curvo hacia abajo, por lo que asumen una posición pendular, el pedúnculo presenta un engrosamiento en el centro, que corresponde a la superficie de abscisión y es muy corriente en esta especie que un gran número de flores caiga prematuramente (Infoagro Systems S.L. 2016).

f) Polinización

Las flores se desarrollan en racimo y se abren simultáneamente. En una misma rama hay siempre botones, flores y frutos. La antesis ocurre por lo común en las mañanas y 24 horas después se inicia la salida del polen. Este aparece en el lado interno de las anteras y, por la posición pendiente de la flor, cae directamente sobre la superficie de los estigmas. La autopolinización es lo más frecuente en los tomates cultivados. La polinización cruzada debido a insectos ocurre en un cinco por ciento (León *et al.*, 2007).

g) Fruto

El fruto es una baya de forma muy variada. En los principales cultivos comerciales es de forma ovalada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes. En los tomates silvestres predominan los frutos esféricos. El número de lóculos en los frutos de los tomates silvestres es de dos (Roig, 1989).

En los cultivares comerciales, seleccionados por el mayor número de tabiques y su grosor, es corriente encontrar de cinco a 10 celdas. La epidermis es una capa de células de paredes externas engrosadas por la cutícula. Es frecuente la presencia de pelos o glándulas que desaparecen conforme madura el fruto. Debajo del pericarpio hay tres o cuatro estratos de colénquima que junto con la epidermis forma una cáscara fina y resistente.

En ellas hay pigmentos amarillos o rojos según la variedad, en tanto el resto del fruto se forma de parénquima cargado de pigmentos rojos y amarillos que aparecen como

cristales suspendidos en el líquido que rellena las células. Las paredes de las células son también de parénquima, interrumpido por cordones aislados de haces vasculares del fruto.

2.3 Importancia del cultivo del tomate

El tomate es considerado como uno de los cultivos hortícolas de mayor importancia a escala mundial, su demanda, producción y comercio aumenta continuamente (Gómez y Rodríguez, 2004). La producción global oscila en más de 408 millones toneladas métricas en una superficie de alrededor de 15 817 023 hectáreas (FAOSTAT, 2007).

La alta preferencia y aceptación del tomate se debe a sus cualidades gustativas, la posibilidad de su amplio uso en estado fresco, elaborado en múltiples formas y su relativo aporte de vitaminas y minerales (Tabla 1). El tomate contiene cerca del 93-96 % de agua. Por otra parte, este cultivo es fuente importante de vitaminas A y C, más que por su contenido individual, por la ingesta diaria (Barón *et al.*, 2000).

Tabla 1. Valor nutritivo del tomate.

Promedio por 100g de producto fresco comestible			
Desecho	6.00%	Caroteno	0.50mg
Materia seca	6.20g	Tiamina	0.05mg
Energía	20.00kcal	Rivoflavina	0.04mg
Proteína	1.20g	Niacina	0.60mg
Fibras	0.70g	Vitamina C	23.00mg
Calcio	7.00mg	VNM*	2.39
Hierro	0.60mg	/NM/100gM.!	38.5
*VNM= Valor Nutritivo Medio			
Promedio del Jugo			
Agua			93-96%
Azucares			2.0-3.5%
Acidos Organicos			0.25-5.0%
Sustancias insolubles			0.7-1.0%
Amino-ácidos y proteínas solubles			0.6-1.20%
Elementos minerales			0.3-0.6%

Fuente: IBPGR (1977), citado por Gómez *et al.* (2000).

2.4 Producción de plántulas de hortalizas en Cuba

En Cuba la producción de hortalizas es estacional y se ha caracterizado por el uso del trasplante a “raíz desnuda”, de plántulas producidas en semilleros tradicionales a campo abierto, durante el período lluvioso del año (Casanova, 2004).

El Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” (IIHLD), en el período de 1987–1989 estudió comparativamente en época óptima para el cultivo del tomate la influencia de los métodos de plantación a raíz desnuda y de plántulas enraizadas en sustratos, en función de las densidades de plantación alcanzadas por lo mismos en el campo, llegando a la conclusión que con el trasplante de plántulas enraizadas en sustratos, en bloques o motas prensados, se lograron densidades de plantación en el campo de 93-100% de lo establecido, según las variables usadas en contraste con solo 63% logrado por el trasplante a raíz desnuda, lo que conlleva a la pérdida de un 30% del rendimiento como mínimo (Casanova, 2004).

2.4.1 Importancia del uso y calidad del cepellón

Dentro de la tecnología del cultivo protegido se encuentra la producción protegida de plántulas en cepellones como el eslabón más importante y vulnerable de esta tecnología (Casanova *et al.*, 2007).

La tecnología de cepellón, tiene numerosas ventajas entre las cuales se destacan, mayor uniformidad vegetativa de las plántulas, facilita que superen la crisis del trasplante. Se logra un mayor número de plántulas por superficie, mayor precocidad y uniformidad de la producción, seguridad en el cumplimiento de los plazos de plantación y producción. Además de mínimo riesgo de enfermedades en las raíces y cuello de las plántulas, mayor rendimiento por superficie, facilita la selección y agrupación de las plántulas por tamaño (FAO, 2009).

Resulta de especial importancia dentro de la producción de plántulas: la calidad de las mismas, una de las causas principales que afectan los rendimientos hortícolas, debido a que dependerá de ellos el posterior desarrollo del cultivo y por consiguiente sus rendimientos (García *et al.*, 2009).

Tradicionalmente los agricultores preparan los semilleros donde obtienen plantas para ser trasplantadas a raíz desnuda, con el inconveniente de la poca uniformidad en el desarrollo de las plántulas afectándose a muchas el sistema radical, provocando que exista una alta mortalidad en la fase posterior al trasplante con un consiguiente consumo alto de semillas (Casanova *et al.*, 2007).

Frente a la forma clásica de producción de plántulas a raíz desnuda, se está implantando en varios países, la producción en cepellón o “speedling” (plántulas en su propio terrón) cuya principal ventaja para el productor es la reducción de pérdidas en el trasplante, que tanto influyen en los bajos rendimientos de los cultivos.

Las plántulas en cepellón no sufren el estrés o crisis del trasplante, se producen menos daños a las raíces, su arraigo y porcentaje de sobrevivencia en campo abierto es mayor y prácticamente siguen su ritmo de crecimiento. Contrario a lo que ocurre en la forma tradicional del trasplante, el sustrato del cepellón contiene una reserva de humedad que la planta puede utilizar hasta que sus raíces alcancen la humedad del suelo (Casanova *et al.*, 2007).

2.5 El sustrato y sus características generales.

El sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo, presenta un volumen físico limitado y debe encontrarse aislado del suelo. Además tiene como funciones: mantener la adecuada relación aire-solución nutritiva, para proporcionar a la raíz el oxígeno y los nutrientes necesarios y en el caso de sustratos sólidos ejercer el anclaje de la planta (Alarcón, 2006).

No existe el sustrato ideal, cada uno presenta una serie de ventajas e inconvenientes y su elección dependerá: de las características del cultivo a implantar, de las variables ambientales y de la instalación, lo que si existe es un manejo ideal para cada tipo de sustrato a emplear (Bures, 1997).

Por otra parte se considera que el medio o la mezcla sin tierra debe proveer un ambiente favorable para el desarrollo radicular, las funciones principales del medio para sostener el crecimiento son: fuente de nutrientes, retención y disponibilidad de

agua, mantener un eficiente intercambio de gases y dar soporte a la planta (Perdomo, 2017).

Los sustratos deben contar con las siguientes características: retener agua de forma disponible para la planta, proporcionar oxígeno para la respiración radical, suministrar nutrientes, ser un soporte para la planta en crecimiento (anclaje), mantener el pan de tierra para el transplante, permitir una buena circulación tridimensional de las soluciones nutritivas, tener una buena estabilidad físico-química (Peña *et al.*, 2005).

Es importante además la ausencia de patógenos y elementos tóxicos para la planta, cuanto menor sea la capacidad de cambio del sustrato mejor control nutricional, es conveniente un sustrato químicamente inerte (Peña, 2009).

2.5.1 Característica general del sustrato en estudio.

2.5.1.1 Zeolita

Sustrato órgano-mineral extraído de las rocas siolíticas cuyas propiedades físico-químicas mismas la hacen un mejorador potencial del suelo, debido a su alta capacidad de intercambio catiónico (Soca, 2012).

La litonita es un sustrato órgano-mineral producido a partir de la zeolita cubana con granulometría de 2-3 mm, cargada con macro y microelementos que se emplea como aditivo al sustrato para semilleros hortícolas (Moreno, 2009).

Este sustrato garantiza los nutrientes necesarios para producir plántulas de alta calidad, sin la necesidad de la adición de abono químico, soluble en forma foliar o mediante fertirriego. Además evita la compactación del sustrato y su lavado por acción de los riegos, no incrementa la conductividad del sustrato, disminuye los problemas fitosanitarios a nivel radical y se logra una mayor armonía medio – ambiental (Espinosa *et al.*, 2009).

La litonita es un producto que proporciona medio de cultivo y alimentación al mismo tiempo para cualquier tipo de planta; es una piedra que absorbe sales minerales y luego las cede a las raíces de la planta por medio del intercambio iónico (Hernández y González, 2003).

Estudios con sustratos enriquecidos con zeolita para la producción de plántulas de semillero de tomate y pimiento mostraron, que los componentes mezclados con zeolita enriquecida produjeron alta calidad en el crecimiento de las posturas de semilleros (Markovic, 2005).

Entre las principales propiedades físico químicas de la zeolita natural se destacan las siguientes: catálisis, intercambio iónico y la absorción. La primera de ellas resulta la menos conocida en la agricultura pero no por ello la de menos importancia pues se ha comprobado que actúan como catalizadora en procesos relacionados con la fisiología de los vegetales (Vázquez, 2007).

Las zeolitas son grandes intercambiadoras iónicas en particular de cationes teniendo una capacidad de intercambio superior a los 200 meq/100g de zeolita, la cual es muy superior a la de los suelos existentes en el país donde predominan los ferralíticos con capacidad de intercambio catiónico alrededor de 23 meq/100g, los pardos con 50 meq/100g y los oscuros plásticos con 80 meq/100g (Márquez *et al.*, 2009).

En las zeolitas naturales aparecen iones de Na^+ , Ca^{2+} , K^+ , Mg^{2+} , Fe^{2+} entre otros en el interior de los canales coordinados a la estructura cristalina y ellos pueden ser reemplazados por otros iones como NH_4^+ , Sr^{2+} , sin alterar en absoluto la composición sílice-aluminio de la estructura cristalina. La zeolita es capaz de intercambiar los iones que presenta en los canales por otros, lo cual nos permite utilizar soluciones con una adecuada concentración de cationes para obtener una composición iónica determinada de acuerdo a nuestras necesidades (Márquez *et al.*, 2009).

En los espacios libres de los canales se incorporan moléculas de agua y gases los cuales pueden ser desplazados por otras moléculas, de esta forma es que se beneficia la absorción de agua y gases, por ejemplo la zeolita del yacimiento de Tasajeras tiene una capacidad de retención de agua de hasta un 30% de su peso (Márquez *et al.*, 2009).

La composición química de la roca zeolítica puede variar por el proceso de intercambio iónico pero sólo en aquellos cationes intercambiables presentes en la misma, con Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Fe^{2+} y otros, durante este intercambio la zeolita tiene el siguiente orden de selección K^+ , $\text{Na}^+ > \text{Fe}^{2+} > \text{Ca}^{2+} > \text{Mg}^{2+} > \text{Cu}^{2+} > \text{Zn}^{2+}$.

2.5.1.2 Características de la Agromena como biofertilizante.

Agromena (Arcillas bentoníticas). La bentonita es una arcilla muy rica en magnesio, silicio, potasio, óxidos de hierro, aluminio, manganeso, magnesio y titanio. Tiene un gran poder emulsionante y acción detergente debido a la suspensión viscosa del gel que contiene así como una enorme capacidad de absorción y pureza. En el territorio pinero hay presencia de esta arcilla (Velázquez *et al.*, 2013). Según este autor se conocen con el nombre de bentonitas o arcillas bentoníticas, aquellos silicatos alúmicos hidratados, de aspecto terroso-coloidal, con alta capacidad de absorción, compuestos por una mezcla de minerales del grupo de la esmectitas, tales como, montmorillonita (13 - 17,9%) y nontronita (37,2 - 48,2%). Dentro del grupo de la montmorillonita se encuentran la beidelita, la propia montmorillonita, la nontronita, etc.

La propiedad más notable de la bentonita es su gran capacidad de hinchamiento en presencia de agua, y perderla gradualmente al calentarse. Esta gran capacidad de absorción hace posible la extracción de impurezas en suspensión, y el empleo del mineral como decolorante, etc., lo que determina su importancia industrial. Otra propiedad muy importante consiste en su gran capacidad de intercambio de cationes (Velázquez *et al.*, 2011).

Las características de la materia orgánica utilizada generalmente en la obtención del producto fertilizante órgano-mineral Agromenas, así como la composición de la fórmula órgano-mineral más completa se presentan en las tablas 2 y 3

Tabla 2. Características de la materia orgánica utilizada generalmente en la obtención del producto fertilizante órgano-mineral Agromenas.

Características físico-químicas	pH	%Hdad	%MO	%P ₂ O ₅	%K	%Nt	%Ca	Na Soluble (ppm)	Fe (ppm)	Cu (ppm)	C/N
Valor	6,8	67,6	48,2	1,1	0,13	1,6	5,4	90	1 343	43,4	15,7

Tabla 3. Composición de la formula órgano-mineral más completa (Agromenas).

Composición	Nt%	P ₂ O ₅ %	K ₂ O	MgO	CaO	pH	Pe (g/m ³)	Humedad %
Valor	2-2,6	7-10	2.30	0.64	12.70	6,5- 6,9	0.91	25

Donde la fase mineral representa (50-55) %, orgánica (30-35) % y los componentes químicos (10- 14) %. Max.

2.5.1.3 Micorrizas. Características y usos.

El termino micorrizas fue propuesto por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, quien lo tomo del griego donde micro significa hongo y rhiz raíces o sea la asociación simbólica entre ciertos hongos mutualista del suelo y las raíces de las plantas, aunque esta asociación era conocida desde 1835 se consideraban las micorrizas inicialmente como organismos parásitos (Russell, 1959).

Las micorrizas constituyen un biofertilizante integral, seleccionada para garantizar la simbiosis óptima hongo planta en cualquier cultivo y todo tipo de suelo. O sea son hongos que viven en raíces de las plantas, donde estas les suministra carbohidratos al hongo y el las ayuda a aumentar la superficie de absorción de agua y nutrientes además de protegerlas contra organismos patógenos (Sieverding, 1991).

El término micorrizas designa la asociación simbiótica entre ciertos hongos del suelo y las raíces de las plantas. Ellas se clasifican dependiendo de la anatomía de las raíces que colonizan en ectomicorrizas, endomicorrizas y endectomicorrizas. Dentro de las endomicorrizas, los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) constituyen la simbiosis más extendida del planeta.

Los HMA favorecen un mejor aprovechamiento de la zona radical al aumentar el volumen de suelo explorado, una mayor resistencia a las toxinas, incremento de la translocación y solubilización de elementos nutritivos esenciales, aumento de la tolerancia a condiciones abióticas adversas (sequía, salinidad) y cierta protección contra patógenos radicales (Fernández, 2003).

Se ha comprobado que por cada metro de raíz colonizada se producen entre siete y 250 metros de hifas externas del hongo. De todos los nutrimentos, es el fósforo el que más atención ha despertado respecto a la micorrizas, en gran medida por la frecuente insuficiencia de fósforo en los suelos tropicales y por la creciente escasez de fosfatos naturales (Fernández, 2003; Eichler-Loebermann, 2004).

Su empleo es relativamente barato y agroecológicamente mejor que los fertilizantes químicos (Rivera *et al*; 2007):

- No requiere condiciones especiales de almacenamiento.
- Su aplicación no requiere de equipos ni de mano especializada.
- Puede reproducirse en condiciones de producción a partir de una cepa certificada.
- Disminuye en un 50% a un 80% la necesidad de fertilizantes químicos en las plántulas.
- Incrementa la capacidad de absorción de agua y nutrientes de las raíces.
- Robustece las plantas contra ataques de patógenos y condiciones climáticas adversas.
- Protege las raíces contra el ataque de nemátodos y otros patógenos.
- Mantiene todos sus efectos después del transplante de las plántulas y a lo largo del ciclo de la planta.
- Adelanta notablemente la cosecha y disminuye el tiempo de semillero hasta 10 días.
- Incrementa los rendimientos netos.

- Mayor desarrollo de las plántulas y mayor sistema radicular.

En Cuba se producen y aplican desde el siglo pasado bioproductos para la nutrición de las plantas y el control de plagas en los cultivos agrícolas. Entre estos se pueden mencionar el uso de biofertilizantes, bioestimuladores, entomopatógenos, entomófagos y antagonistas. Su uso por el agricultor contribuye a la obtención de cosechas sanas, la disminución de contaminantes al ambiente, el riesgo de intoxicaciones, la afectación de organismos beneficiosos y el ahorro de divisas por importación de agroquímicos (Ruiz, 2015).

Los productos de la serie EcoMic® son inoculantes sólidos que contienen especies naturales de hongos micorrizógenos de alto grado de pureza, eficiencia y estabilidad biológica, desarrollados en sustratos adecuados y evaluados con éxito en diferentes condiciones edafoclimáticas, es capaz de incrementar la eficiencia en forma de nutrientes y el agua en los cultivos, aumenta la tolerancia al ataque de patógenos, y mejora las propiedades físicas de los suelos. Permite además sustituir el 30% de la fertilización química (nitrogenada, fosfórica y potásica), incrementa los rendimientos agrícolas entre un 15 y 30%, y disminuye la contaminación ambiental (Ruiz, 2015).

2.6 Atenciones culturales y fases del cultivo.

Según Casanova *et al.* (2007) la tecnología tiene cinco fases o componentes: preparación del sustrato, formación del soporte, siembra, germinación y crecimiento de plántula.

a) Formación del soporte.

Las bandejas, previamente desinfectadas, son llenadas con el sustrato elegido en forma manual. Debe evitarse que la bandeja tenga contacto con el suelo, para el llenado de los alvéolos de las bandejas, se sugiere que el sustrato tenga una humedad adecuada y cuidar que todos los alvéolos queden bien llenos, evitando espacios vacíos o su compactación durante esta operación. Los tabiques que separan los alvéolos deben quedar libres de sustrato.

Después de llenar bandejas, antes de la siembra, es conveniente aplicarle un riego uniforme al sustrato y luego rellenar los alvéolos nuevamente. Cuando la siembra se realiza de forma manual, es aconsejable llenar las bandejas un día antes para evitar complicaciones el día de la siembra.

b) Siembra.

La siembra puede ser manual o mecanizada. Para la siembra manual se colocan las bandejas sobre una mesa y se marca la profanidad a nivel de cada alvéolo en forma simultánea y uniforme, con un marcador de profundidad correspondiente (2 mm).

La siembra manual se realiza colocando una semilla por alveolo, debe quedar sembrada en el centro del alveolo, lo que beneficia la extracción posterior de las plántulas.

Previo al tape de la semilla debe verificarse la calidad de la siembra. Este se realiza con el mismo sustrato tamizado convenientemente y con menor humedad, la uniformidad del tapado de las semillas es un factor importante en el éxito de una germinación uniforme (Costales *et al.*, 2007). Cada lote debe identificarse en la bandeja, con el nombre del cultivar, la fecha de siembra y su destino.

Posterior a la siembra manual, las bandejas se colocaran sobre el porta bandejas de la casa de preparación, donde se le aplica el primer riego de germinación con varios pases ligeros, hasta que se inicie el drenaje del agua por los orificios interiores de los alveolos.

Es importante evitar que con el primer riego se remuevan las semillas. Una alternativa para evitarlo es proteger previamente las bandejas con una malla fina por encima.

c) Germinación de la semilla.

Después del primer riego, las bandejas se colocan en número no mayor de seis, con un separador entre las mismas. Se cubren con polietileno lo más herméticamente posible para evitar la pérdida de humedad y se colocan en la cámara de pregerminación. Deben observarse sistemáticamente las bandejas a partir de las 24

horas después de la siembra.

Cuando se observe el inicio de la germinación de las primeras semillas (5% o menos), proceda a destapar y trasladarlas a la casa de producción protegida de plántulas.

Riegue al menos dos veces al día bien temprano en la mañana y luego al caer la tarde, y luego al caer la tarde, hasta lograr la germinación total.

d) Crecimiento de plántulas.

A las bandejas trasladadas a la casa de producción protegida de plántulas se les debe registrar la fecha de entrada en esta instalación. Hasta tanto todas las semillas hayan nacido, hay que controlar cuidadosamente el riego y asegurar que no falte la humedad ni haya excesos que asfixien a las plantas.

Después de lograr la germinación uniforme de las semillas, a partir del inicio de la formación de la primera hoja verdadera en el tomate, se establece un manejo del riego que establezca un crecimiento armónico de la parte vegetativa de las plántulas y su sistema radicular, para lo cual se observa el semillero en horas tempranas y en la tarde, regando cuando se note el inicio del estrés (10% de las plántulas).

Entre las actividades comunes que se realizan al cultivo del tomate se encuentran las siguientes:

Previo al trasplante se dará un riego al área de plantación para garantizar la humedad adecuada para el establecimiento de las plántulas en cepellones y evitar el estrés de las mismas en esta fase. Los orificios para trasplantar se abrirán con el auxilio de un plantador o una estaca de madera aguzada, que desplace un volumen de suelo similar al taco del cepellón, para lograr un adecuado contacto entre este y las paredes del orificio abierto.

Al extraer las plántulas de las bandejas se debe tener sumo cuidado para no ocasionar daños al taco del cepellón o al sistema radicular.

Deben ser enterradas hasta el nivel de las hojas cotiledonales, después de

colocadas en el orificio se procede al tape del cepellón, que se realiza con una ligera presión del suelo hasta la plántula.

Aplicar un riego ligero después del trasplante para garantizar una adecuada humedad alrededor de las raíces y evitar los espacios de aire entre el cepellón y el suelo circundante.

Otras labores culturales se describen a continuación:

- Tutorado y descenso (baje de las hojas)

El tutorado permite la conducción de la planta en forma vertical, para lograr que las ramas dispongan de suficiente luz, aire y espacio para el normal crecimiento y desarrollo de su producción, además, propicia condiciones menos favorables para el desarrollo de enfermedades, evita que los frutos hagan contacto con el suelo y favorece las labores propias del manejo fitosanitario, el objetivo de esta labor es lograr un mejor equilibrio follaje/frutos, mayor número de racimos por planta y una producción máxima precoz y de alta calidad comercial (Casanova, 2004).

- Deshoje

Consiste en la poda o eliminación de las hojas caducas y enfermas o en contacto directo con el suelo y de las que se encuentran en la parte inferior del tallo, con el objetivo de sanear la planta al eliminar posibles hospederos de plagas y enfermedades. La práctica indica las ventajas del deshoje sistemático, es conveniente comenzar a eliminar las dos primeras hojas alrededor de los 30 días de la plantación (Casanova, 2004).

- Vibrador

Según Casanova *et al.* (1999) la aplicación del vibrador o “abeja eléctrica” a lo racimos florales del tomate, es una técnica auxiliar que pretende el desprendimiento de los granos de polen de las anteras por acción mecánica, para lograr una fecundación y desarrollo de los frutos más efectiva, lo que contribuye al incremento de la producción por planta. Para llevar a cabo esta labor deben considerarse los pasos siguientes:

- Aplicar el vibrador cuando se comprueba que hay polen en las flores (al golpear sobre un plástico negro), pero este normalmente no puede desprenderse debido a la alta humedad relativa ambiental, la temperatura no rebasará los 34 °C. Esta labor debe realizarse a diario o en días alternos, a partir de la apertura de las primeras flores, lo cual garantiza la polinización de un mayor número de flores por racimo.
- Se sugiere su uso después de las nueve de la mañana.
- Conservar el vibrador cargado en un lugar seco y fresco.
- Si la unidad no cuenta temporalmente con un vibrador eléctrico, una alternativa es hacer vibrar manualmente el ramillete florar para lograr el desprendimiento del polen de las flores y la fecundación deseada.

- Hormonas

Cuando las temperaturas sobrepasan los 34 °C, generalmente no hay producción de polen o el polen producido no es viable (esterostilia), por lo cual es necesaria la aplicación de hormonas reguladoras de la fecundación.

La aplicación de hormonas se realizan preferentemente al atardecer (después de las 4:00 pm) en busca de temperaturas más frescas, mayor número de flores abiertas y más turgencia en la planta, o en el horario de la mañana después de la caída del rocío y a temperaturas inferiores a 30 °C, Se recomienda sólo el uso de productos registrados en el país (Casanova *et al.*, 2003).

Producto dosis (cc/L) frecuencia

Procarpil 4 a 5, dos veces por semana

Hormotón 5, dos veces por semana

- El producto se aplica con un aerosol especial, colocar la mano del operario detrás del racimo para impedir que el mismo haga contacto con la parte terminal de la planta.

- Para su aplicación se emplea únicamente agua destilada o agua de lluvia.
- La aplicación debe coincidir con una buena humedad de campo.
- No deben repetirse aplicaciones a una misma flor.

- Poda de frutos.

Consiste en eliminar los frutos poco desarrollados y deformados de cada racimo. Es una labor indispensable para lograr frutos de mayor calidad y se realiza a lo largo de todo el ciclo. En ocasiones y dependiendo del cultivar, se practica la poda de flores en los racimos (Casanova *et al.*, 2004).

Otras labores comunes que se realizan al cultivo de tomate son la eliminación de las malezas tales como: escardas manuales, guataqueas ligeras y arranque de malezas y las que se efectúan para mejorar las condiciones físicas del suelo y la aireación del sistema radical de la planta, como es el caso del mullido y la escarificación, de gran importancia a partir del establecimiento de las plántulas después del trasplante (Casanova *et al.*, 2007).

En la ejecución de estas labores debe mantenerse la conformación del cantero. Los pasillos de los canteros se mantendrán libres de malezas, deben cuidar las líneas de riego por goteo durante la ejecución de estas labores.

- Aporque

El aporque de las plantas constituye una alternativa de manejo cultural para el cultivo del tomate, ya que beneficia la emisión de raíces en la zona basal del tallo que sirve de anclaje a las plantas y además resulta beneficiosa su aplicación en caso de daños por enfermedades fungosas a nivel de la base del tallo (Casanova *et al.*, 2007).

- Riego

El riego es uno de los factores del rendimiento en el cultivo del tomate. Para valorizar mejor el agua aportada mediante el mismo es necesario que todos los otros factores de producción (fertilización, labores de cultivo, etc.) estén optimizados. El tomate es un cultivo que requiere un adecuado suministro de agua durante todo ciclo

vegetativo, cualquier déficit en una fase crítica de desarrollo o un humedecimiento excesivo afectar tanto la cantidad como la calidad de los frutos (Casanova *et al.*, 2004, Claret, 2005).

Los resultados de varias investigaciones indican que el tomate es más exigente al momento de aplicación del riego que a la norma de aplicación. El objetivo que se pretende con el riego es el de satisfacer las necesidades hídricas del cultivo, aplicando el agua uniforme y de forma eficiente, es decir que la mayor cantidad de agua queda almacenada en la zona radical a disposición de la planta.

El conocimiento de la evapotranspiración es fundamental para la estimación de las necesidades de agua del cultivo y la consiguiente programación de los riegos. La evapotranspiración máxima (ETM) del tomate oscila entre 300 y 400 mm y la real (ETR), para un límite mínimo de humedad de 80-85% de la capacidad de campo, está entre 200 y 300 mm. Ambas dependen en gran medida de las condiciones climáticas del lugar. La dosis y frecuencia de riego dependerán del tipo de suelo y de su capacidad de retención del agua; conociendo la pluviométrica diaria, la frecuencia de riego estará en función de la demanda climática pero también del estado vegetativo del cultivo (Morandes, 2009).

La mayor demanda de agua por el cultivo se produce en la fase de floración-fructificación, la cual representa del 45-50% del consumo total (Alarcón, 2006), La planta extrae cerca del 70% de sus necesidades hídricas en la capa del suelo de 0 a 30 cm. El riego localizado, principalmente por goteo, resulta la técnica más eficiente y la menos difundida, sobre el no actúa la acción del viento y se logra una gran economía del agua, además su penetración en el suelo puede ser fácilmente controlada, de manera óptima en cuanto a la profundidad de humedecimiento. Este permite aplicar la fertirrigación con gran eficiencia, el ahorro de nutrientes y mantener la humedad idónea en la zona radical.

- Fertirriego.

El método de fertirriego combina la aplicación de agua del riego con la de los fertilizantes. Esta práctica incrementa notablemente la eficiencia de la aplicación de los nutrientes, obteniéndose mayores rendimientos y mejores calidades de los frutos. El fertirriego permite aplicar los nutrientes en forma exacta y uniforme al volumen radical humedecido, donde están concentradas las raíces activas, las recomendaciones del régimen de fertirriego para los diferentes cultivos están en función de la etapa fenológica del cultivo, tipo de suelo, clima, variedades y otros factores agrotécnicos. Especial atención debe prestarse al pH, la relación NO_3/NH_4 , la movilidad de los nutrientes en el suelo y la acumulación de sales.

Para la aplicación del fertirriego pueden utilizarse diferentes tecnologías:

- Tanque ferti-irrigador
- Succión con ventura
- Bombas inyectoras
- Sistemas automatizados

Los sistemas automatizados: son los más avanzados y exactos, pero son costosos y requieren de personal altamente calificado para su programación y operación. En el caso de los sistemas automatizados con varios tanques para diferentes productos fertilizantes y ácidos, cada tanque tiene acoplado un equipo de inyección independiente y lo normal es concentrar las soluciones nutritivas 100 o 200 veces en función de la solubilidad de los fertilizantes a utilizar. Pero en la gran mayoría de las instalaciones de fertirriego no existen sistemas automatizados, sino que se cuenta con sistemas manuales con una sola bomba de inyección y de uno a tres tanques para la preparación de las soluciones nutritivas (Moreno, 2009).

- Fertilización.

Las necesidades nutricionales del tomate es de unos $400\text{-}700 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de N_2 , de $100\text{-}200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de fósforo, de $1\ 000\text{-}1\ 200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de potasio y de $100\text{-}200 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de

magnesio; además, requiere de un 3-4% de sodio en el suelo, del 10 al 20% de manganeso y de un 40-70% de calcio (Rodríguez *et al.*, 1997).

Cabe mencionar, que las necesidades nutricionales del cultivo de tomate dependen por lo general del estado de crecimiento de la planta, de la variedad y las condiciones del tiempo entre otros factores (CIAA, 1997). Así mismo, se puede decir que una fertilización eficiente es aquella que, en base a los requerimientos nutricionales del cultivo y el estado nutricional del suelo, proporciona los nutrientes en las cantidades y épocas críticas para la planta (Molina, 2016).

2.7 Manejo integrado de plagas y enfermedades.

La aplicación del MIP en las casas de cultivo protegido presupone la adopción oportuna de medidas que coadyuven a reducir la incidencia, establecimiento y desarrollo de organismos nocivos a los cultivos dentro de las instalaciones, así como aquellas que se derivan de una insuficiente conducción del proceso tecnológico en este tipo de producción (Gómez, 2007).

Entre las principales plagas y enfermedades del cultivo del tomate se encuentran las siguientes:

Minador común: (*Agromyza* sp, *Liriomyza trifolii*); Nemátodos formadores de nódulos (*Meloidogyne* spp); Podredumbre de las raíces, *Damping off* (*Pythium* spp); *Rhizoctonia solani*; *Phytophthora parasitica*; Minador gigante o gusano de alfiler (*Keiferia lycopersicella*); Mosca blanca (*Bemisia tabaci*); Mantequillas (*Spodoptera* sp, *S. latifacia*, *S. sunia*, *S. ornithogalli* y *S. eridania*); Falso medidor (*Thichoplusia ni*); Acaro bronceado (*Vasates destructor*); Araña roja (*Tetranychus* sp); Ácaro común o ácaro de dos manchas (*Tetranychus urticae* Koch); Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks).

El virus del enrollamiento foliar amarillo del tomate (Geminivirus) es transmitido por la mosca blanca (*Bemisia tabaci* y *Bemisia argentifolii*). El síntoma característico es un moteado clorótico, mosaico amarillo, encrespamiento, deformación de las hojas, los nervios de las hojas toman un color más verde, más intenso, posteriormente las

hojas se encorvan en forma de cuchara, los entrenudos se acortan y cuando el daño es intenso el encrespamiento es severo y se provoca enanismo.

2.8 Cosecha y pos-cosecha.

La cosecha se hace de forma manual con el objetivo de no maltratar los frutos y conservar la calidad de los mismos. Al igual que la cosecha, el transporte también se debe de hacer con sumo cuidado para garantizar que el producto se introduzca al mercado.

El número de cortes esta en dependencia del destino del producto, si es para la industria el primer corte se realiza cuando el 80% de los frutos están maduros; pero si estos presentan alta incidencia de infecciones de patógenos causantes de pudriciones de frutos, se deben de restringir los riesgos y realizar la primera cosecha cuando el 60% de los frutos estén maduros. Una segunda cosecha o una eventual tercera se debe hacer a un plazo de 15 a 30 días después de la primera, dependiendo de la precocidad del cultivar y las condiciones climáticas. En el caso del tomate para el consumo fresco, la cosecha depende de las distancias entre el cultivo y el mercado consumidor.

La clasificación de los frutos dependen de la uniformidad y del mercado al que se destina, así como del peso, la madurez (color) y del tamaño, donde se hace las siguientes clasificaciones para tomate de mesa:

- Clase I: Mayores de 180 g y al menos de 7cm de diámetro, sanos y con buena apariencia.
- Clase II: de 120-180 g, entre 5,5-7cm de diámetro, sanos y con buena apariencia
- Clase III: Menores de 120 g y menores de 5,5 cm de diámetro, sin madurez definida.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

El trabajo se desarrolló en la UEB Casas de Cultivos Protegidos, ubicada en el poblado de San José de Marcos, perteneciente a la Empresa Agroindustrial 'Victoria de Girón', localizada entre los 22°30' - 22°50' de latitud norte y los 81°35' - 81°51' de longitud oeste a una altitud de 13-25 msnm, en el municipio Jagüey Grande, provincia de Matanzas, en la región occidental de Cuba.

El clima de la localidad se caracteriza según Aranguren (2009) por una temperatura media mensual de 14,4 °C en el mes más frío (enero) y de 33,4 °C en el mes más cálido (julio), con el período lluvioso entre mayo y octubre, una precipitación media anual de 1 494 mm, humedad relativa promedio superior al 80% y 7,6 horas diarias de luz solar.

3.2 Material Vegetal

Se utilizaron semillas del híbrido de tomate, cultivar HA -3057 de la firma HAZERA.

3.3 Producción de plántulas en cepellón. Diseño

El ensayo se realizó en una casa de posturas de la firma Metalúrgicas Halvar S.L, con dimensiones 35 m de largo por 12 m de ancho y una altura de 2,5 m, ubicada de norte a sur, con cinco porta bandejas separados entre sí a 0,9 m, con una altura 0,8 m y una capacidad de 42 bandejas cada uno, recomendada por Álvarez y Pérez (2008)

Para la siembra se utilizaron bandejas españolas de polietireno de 150 alvéolos con una capacidad de sustrato de 7,2 L, que se desinfectaron con formol al 5% y se lavaron con abundante agua.

3.4 Siembra

La siembra se realizó con un marcador de madera para lograr uniformidad en el hollado, el cual está graduado según el cultivo a sembrar, se colocó una semilla por

alvéolo, a una profundidad de 2 mm según las metodologías establecidas por Sandó (2006).

3.5 Sustrato utilizado

Para el testigo se utilizó: Zeolita cargada (Litonita) y en los experimentos zeolita más agromena y el EcoMic® este último a razón de 5 g.

3.6 Evaluación de la germinación y dinámica de crecimiento de las plántulas.

Para determinar la dinámica de crecimiento de las plántulas se realizó un ensayo en septiembre del 2019 utilizando un método de muestreo en diagonal cruzada con seis tratamientos, de seis réplicas cada uno (cada bandeja constituyó una réplica). Se evaluaron 20 plantas por réplica.

El sustrato se utilizó solo y en combinaciones, las mezclas se realizaron en bases volumétricas, se homogenizaron de forma manual, las semillas se peletizaron con EcoMic® y se formaron los siguientes tratamientos:

- 1- Z 95 + A 5 (Zeolita 95 % + Agromena 5 %) + EcoMic®
- 2- Z 90 + A 10 (Zeolita 90 % + Agromena 10 %) + EcoMic®
- 3- Z 85 + A 15 (Zeolita 85 % + Agromena 15 %) + EcoMic®
- 4- Z 80 + A 20 (Zeolita 80 % + Agromena 20 %) + EcoMic®
- 5- Z 75 + A 25 (Zeolita 75 % + Agromena 25 %) + EcoMic®
- 6- Z 100 (Zeolita cargada 100 %) + EcoMic®
- 7- Z 100 (Zeolita cargada 100 %)

Las labores de eliminación de malezas y la rotación de bandejas para evitar la competencia por la luz se ejecutaron según lo expuesto por Casanova *et al.* (2003).

El riego se realizó atendiendo a las necesidades del cultivo y en función del sustrato utilizado, el control fitosanitario se efectuó preventivamente para evitar infestaciones en las plántulas por hongos.

Variables evaluadas

- Altura: para ello se realizaron mediciones hasta los 30 días. Se empleó una regla graduada (cm) y los puntos de referencias fueron la base del tallo y la yema apical.
- Diámetro del tallo: se realizaron mediciones hasta los 30 días, a la altura de dos milímetros de la base del tallo, empleando el pie de rey, con error de lectura 0,5 mm.
- Número de hojas verdaderas: se realizó por conteo físico y se registró el número de hojas a partir de la primera hoja verdadera.
- Masa fresca foliar y de la raíz. Las plántulas después de culminado su ciclo fueron extraídas de la bandejas, lavadas con agua corriente y una vez separada la parte aérea y el sistema radical se pesaron utilizando una balanza técnica (g).
- Masa seca foliar y de la raíz: ambas partes fueron secadas en una estufa a 65 °C de temperatura hasta obtener las muestras totalmente secas y lograr una masa constante utilizando una balanza técnica (g).

3.7 Determinación del desarrollo agroproductivo con Agromena y EcoMic®

Las plántulas se trasladaron a la casa 87 el día 4 de octubre de 2019, la cual cuenta con área de 0,12 ha, a un marco de plantación (0,25 x 100), el sustrato utilizado es zeolita natural y se montaron los siguientes tratamientos:

- 1- Z 100 (Zeolita cargada 100 %) nutrición tradicional.
- 2- Z 100 (Zeolita cargada 100 %) nutrición tradicional + EcoMic® .
- 3- Agromena 5 % + EcoMic®
- 4- Agromena 10 % + EcoMic®
- 5- Agromena 15 % + EcoMic®
- 6- Agromena 20 % + EcoMic®.
- 11-Agromena 25 %+ EcoMic® .

El EcoMic® se aplicó 5 g por orificio en el momento de la siembra y la Agromena se mezcló con la zeolita en el cantero.

Se evaluaron as siguientes variables:

- Número de racimos por planta
- Número de frutos por racimo
- Peso del fruto (g)
- Producción (Kg/planta)
- Rendimiento (t.ha⁻¹)

3.8 Análisis general y programa estadístico

Los datos obtenidos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple, se transformaron a \sqrt{x} para el ANOVA y se establecieron las diferencias entre las medias por el test de Tuckey al 5% de probabilidad, se empleó el paquete STATISTICA, Versión 6.1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Evaluación de la germinación y dinámica de crecimiento de las plántulas

La germinación de la semilla ocurrió a las 72 horas de pregerminadas y la brotación de las plántulas se inició a partir del tercer día de sembrada en la bandeja, según Casanova *et al.* (2003). Por cada día que se logre acelerar la germinación de las semillas, se incrementa en un 5% la rentabilidad de la tecnología, permitiendo liberar espacio en la casa de posturas y realizar una nueva producción.

En la tabla 4 se presenta el resultado de la evaluación de la altura de las plántulas de tomate, se observó que existieron diferencias significativas entre tratamientos, la concentración de Agromena al 25% más EcoMic® fue el de mayor crecimiento, seguidos de los tratamientos con 15% y 20%, según Ruiz (2015) el producto es capaz de incrementar la eficiencia en forma de nutrientes y el agua en los cultivos, aumenta la tolerancia al ataque de patógenos, y mejora las propiedades físicas de los suelos.

Tabla 4: Altura de las plantas usando como biofertilizantes diferentes proporciones de Agromena y EcoMic® en el cultivo del tomate en cepellón.

Tratamientos	Altura de las plantas en (cm.)					
	4 días	8 días	12 días	16 días	20 días	24 días
95Z+5A+ EcoMic®	2,1b	3,4a	4,0a	4,9ab	5,8b	8,4c
90Z+10A+EcoMic®	2,4ab	3,2ab	3,8ab	4,5bc	5,7b	8,5c
85Z+15A+EcoMic®	2,2ab	3,1ab	3,7b	4,5b	5,9b	9,1b
80Z+20A+EcoMic®	2,2ab	3,0b	3,8ab	4,7b	5,9b	9,4b
75Z+25A+EcoMic®	2,5a	3,4a	4,0a	5,2a	6,4a	10,0a
Z100+ EcoMic®	2,1b	3,3ab	3,8ab	4,6b	5,7b	8,4c
Z100	2,2ab	3,0b	3,4c	4,3c	5,5bc	8,0cd
E.S	0,035	0,035	0,036	0,047	0,070	0,079
CV (%)	19,07	16,68	11,63	12,59	15,3	10,97

La zeolita 100% resultó la de menores valores, lo que demuestra una que la zeolita es un sustrato de poca retención de agua, por lo que la plántula necesita un período

más largo en casas de posturas para alcanzar la calidad requerida y un mayor intervalo de riego.

En cuanto al efecto positivo de las micorrizas en estas variables del crecimiento de las plántulas, los resultados obtenidos muestran la capacidad de las mismas para emplear nitrógeno tanto de forma amoniacal como nítrica. Sin embargo sus efectos tienen mayor repercusión fisiológica producto de la absorción de amonio, ión que por el contrario del nitrato, se difunde lentamente en la rizosfera, y por lo tanto es menos accesible a las raicillas de las plantas.

En lo que se refiere al diámetro del tallo (Tabla 5) se observó una respuesta similar de esta variable a los tratamientos aplicados, a los 12 días después de la germinación no se observaron diferencias entre los tratamientos. A los 24 días después de la germinación las diferencias entre los tratamientos fueron más acentuadas, logrando mayor magnitudes el tratamiento donde se aplicó como sustrato un 75 % de zeolita + 25 % agromena + EcoMic®, seguido con el tratamiento de un 85 % de zeolita + 15 % agromena + EcoMic®, el resto de los tratamientos no mostraron diferencias significativas con el tratamiento testigo Zeolita 100%.

Tabla 5: Diámetro de las plantas usando como biofertilizantes diferentes proporciones de Agromena y EcoMic® en el cultivo del tomate.

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm.)					
	4 días	8 días	12 días	16 días	20 días	24 días
95Z+5A+ EcoMic®	1 ^{ns}	1,7a	1,8b	2 ^{ns}	2,5ab	3,2 c
90Z+10A+EcoMic®	1 ^{ns}	1,6ab	1,8b	2 ^{ns}	2,5ab	3,3bc
85Z+15A+EcoMic®	1 ^{ns}	1,7a	1,9ab	2 ^{ns}	3a	3,6b
80Z+20A+EcoMic®	1 ^{ns}	1,8a	1,9ab	2 ^{ns}	3a	3,5b
75Z+25A+EcoMic®	1 ^{ns}	1,8a	2,0a	2 ^{ns}	3a	4a
Z100+ EcoMic®	1 ^{ns}	1,7a	1,9ab	2 ^{ns}	2,5ab	3,2c
Z100	1 ^{ns}	1,5b	1,9ab	2 ^{ns}	2,5ab	3d
E. S	-	0,037	0,001	-	0,003	0,004
CV (%)	-	22,32	12,25	-	16,84	14,91

Resultados similares obtuvieron González *et al.* (2008) al comparar plantulas de tomate tratadas con una suspensión de EcoMic® con plántulas sin tratar, observaron incrementos significativos en las variables del crecimiento con respecto a las no tratadas. Debe señalarse que un sustrato para el cultivo de plantas es todo material que puede proporcionar anclaje, oxígeno y agua suficiente para el óptimo desarrollo de las mismas, o en su caso nutrimentos, requerimientos que pueden cubrirse con un solo material o en combinación con otros.

Los tratamientos en estudio mostraron un buen comportamiento en cuanto al diámetro del tallo, todos con valores dentro del rango óptimo (2,5-3 mm) destacándose el tratamiento con un 25% de Agromena y un 75% de Zeolita el cual logro alcanzar 4 mm de diámetro.

Con relación al comportamiento del área foliar de las plantas de tomate, se obtuvo un resultado estable en cuanto al número de hojas por plantas en los tratamiento T1 y T2; T3, T4 y testigo no mostrando ninguna diferencia significativas entre ellos, siendo el de mejor resultado el tratamiento T5, de forma general se pudo evidenciar el efecto estimulador que produjo la combinación de la Zeolita con la Agromena como biofertilizante.

Este resultado tiene gran significado para el vegetal ya que conjuntamente con éste se establece un equilibrio en el área fotosintética activa de la planta, produciéndose un aumento en la producción de carbohidratos que conjuntamente con el agua y las sales minerales absorbidas por el sistema radical, el cual se va mejorando por la aplicación de biofertilizantes, este puede inducir un incremento en la síntesis de proteínas que resultará un aumento de biomasa del cultivo.

Resultados similares fueron alcanzados por Rivas *et al* (2015) y Regueiros (2015) quien destacó una mayor asimilación de nutrientes por las plantas, destacando las condiciones que proporciona la Zeolita cargada ya que retiene el agua, aporta minerales para las plantas, también favorece las actividades del crecimiento vitales de las mismas.

Todos los tratamientos alcanzaron el número de hojas requeridas para poder ser llevados a la producción (Tabla 6), pero las plántulas (25 % Agromena y 75 %

Zeolita) fueron las que llegaron alcanzar un mayor número de hojas verdaderas en este caso el parámetro más importante que influye en la producción.

Tabla 6: Número de hojas verdaderas usando como biofertilizantes diferentes proporciones de Agromena y EcoMic® en el cultivo del tomate.

Tratamientos	Número de hojas					
	4 días	8 días	12 días	16 días	20 días	24 días
95Z+5A+EcoMic®	1 ^{ns}	1,9b	2,8ab	3,2b	3,7cd	4,6ab
90Z+10A+EcoMic®	1 ^{ns}	1,8bc	2,5c	3,1b	3,5d	4,6ab
85Z+15A+EcoMic®	1 ^{ns}	2,2a	2,7bc	3,0b	4,0b	4,5b
80Z+20A+EcoMic®	1 ^{ns}	2,2a	3,2a	3,3ab	4,3a	4,6ab
75Z+25A+EcoMic®	1 ^{ns}	2,2a	3,2a	3,6a	4,4a	4,9a
Z100+ EcoMic®	1 ^{ns}	2,0b	2,7bc	3,2b	3,7c	4,6ab
Z100	1 ^{ns}	1,7c	2,5c	2,5c	3,0e	4,4b
E. S	-	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
CV (%)	-	23,51	20,20	17,3	15,26	11,04

El comportamiento de las plántulas para las variables masa fresca y masa seca foliar teniendo en cuenta los tratamientos en estudio (Tabla 7), resultó similar al alcanzado en el parámetro altura.

Tabla 7. Influencia de los biofertilizantes en las variables masa fresca y seca foliar del tomate cultivar HA -3057

Tratamientos	Masa fresca foliar (g)	Masa seca foliar (g)
95Z+5A+coMic®	1,6 bc	0,2 a
90Z+10A+EcoMic®	1,7 b	0,2 a
85Z+15A+EcoMic®	1,7 b	0,2 a
80Z+20A+EcoMic®	1,8 ab	0,2 a
75Z+25A+EcoMic®	1,9 a	0,2 a
Z100+ EcoMic®	1,5 c	0,1 b
Z100	1,1 cd	0,1 b
E. S	0,011	0,004
CV (%)	18,46	13,31

Sobresalen por su peso foliar ya sea fresco o seco las plántulas donde se aplicó los biofertilizantes, indistintamente de la proporción utilizada y los mejores resultados se obtuvieron con la agromena al 20% y 25% con diferencias estadísticas significativas con el tratamiento donde se utilizó zeolita sola.

Los tratamientos donde se aplicaron los biofertilizantes por separados fueron los de mejor resultados lo que se corresponde con los resultados obtenidos por León (2007), quien plantea que los hongos que realizan la función de bioestimuladores garantizan a la planta hospedera un incremento del crecimiento y la nutrición, al incidir directamente en el suministro de nutrientes.

Los resultados para las variables masa fresca y seca de la raíz (Tabla 8), muestra la efectividad del uso de agromena y EcoMic® en el crecimiento y desarrollo radicular, independientemente del porcentaje utilizado. Es notable señalar que cuando se usó zeolita (Z100) en el parámetro masa seca de la raíz disminuyó sus valores hasta llegar a existir diferencias con el resto de los tratamientos, lo que está dado por ser la zeolita el sustrato con menor retención de agua, lo que pudiera inducir un menor desarrollo radicular en las plántulas.

Tabla 8. Influencia de los biofertilizantes en las variables masa fresca y seca radicular del tomate cultivar HA -3057

Tratamientos	Masa fresca raíz(g)	Masa seca raíz(g)
95Z+5A+ EcoMic®	0,6 b	0,3 a
90Z+10A+EcoMic®	0,6 b	0,3 a
85Z+15A+EcoMic®	0,6 b	0,3 a
80Z+20A+EcoMic®	0,7 a	0,3 a
75Z+25A+EcoMic®	0,7 a	0,3 a
Z100+ EcoMic®	0,4 bc	0,2 b
Z100	0,4 bc	0,2 b
E.S.	0,006	0,005
CV (%)	15,04	20,44

Al analizar la influencia de los tratamientos en las variables del crecimiento, se comprobó el efecto positivo de los mismos, indistintamente de la variable analizada, estos resultados difieren de los obtenidos por Pérez *et al.* (2013) quienes al evaluar el crecimiento de esquejes de guayaba inoculados con EcoMic® no obtuvieron diferencias significativas entre tratamientos y exponen que esto pudo estar dado fundamentalmente por el corto periodo de tiempo en vivero.

Godes (2007) plantea que las micorrizas son el principal mecanismo con que cuentan las plantas con raíz en su adaptación al suelo. Se trata de una simbiosis multifuncional, cuya actividad gira alrededor de la interacción planta-hongo-suelo. Asimismo señala Valdés (2001) que la infección está condicionada por la densidad de las raíces e infectividad del suelo, déficit nutritivo de la planta, que a su vez depende de la especie vegetal y de la disponibilidad de nutrientes en el suelo.

4.2 Determinación del desarrollo agroproductivo con el uso de Agromena y EcoMic®.

Los mejores resultados en cuanto a los parámetros productividad y rendimiento se obtuvo con el tratamiento de Agromena al 20% más EcoMic®, seguido del 25% más EcoMic®, de las demás concentraciones el testigo mostro los más bajos rendimientos como se muestra en la tabla 9

Tabla 9. Influencia de los biofertilizantes Agromena y EcoMic® en la productividad y rendimientos del tomate cultivar HA -3057.

Tratamientos	Nº de racim	Frut/ racim	Peso fto(g)	Prod. (kg/pt)	Rend t.ha⁻¹
95Z+5A+ EcoMic®	6,0	4,0	140	3,3	82,5
90Z+10A+EcoMic®	5,5	4,0	130	2,8	70,0
85Z+15A+EcoMic®	6,0	4,0	145	3,4	85,0
80Z+20A+EcoMic®	7,0	4,0	150	4,2	105,0
75Z+25A+EcoMic®	6,5	4,0	155	3,9	97,5
Z100+ EcoMic®	6,0	3,0	150	2,7	67,5
Z100	5,5	3,0	130	2,1	52,5

De manera general se ha podido apreciar la respuesta productiva del tomate al uso de los biofertilizantes, la cual fue positiva en todos los tratamientos utilizados. En este sentido Villegas *et al.* (2001) plantean que el desarrollo vegetal puede incrementarse por la utilización de elementos biológicos que actúan de forma coordinada en la interfase suelo - raíz, entre estos y como factor imprescindible se encuentran los hongos formadores de micorrizas arbusculares.

Por otra parte, se ha demostrado que la inoculación de las plantas con hongos micorrizógenos provoca, de manera general, un marcado incremento en los procesos de absorción y translocación de diversos nutrientes tales como: P, N, K, Ca, Mg, Zn, Cu, Mo y B.

Rivera (2001) considera que otro factor determinante en la efectividad simbiótica lo constituye el tipo específico de suelo o sustrato, o más aún las concentraciones o el equilibrio de nutrientes en la solución del suelo, la velocidad de mineralización de la materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico.

La respuesta agro productiva de las plantas al uso de agromena y *EcoMic*® demuestran la eficiencia de estos productos en la producción de tomates en cultivos protegidos, permitiendo un ahorro considerable de fertilizantes y estabilidad en las producciones.

5. CONCLUSIONES

- ◆ Los mejores resultados en la dinámica de crecimiento de las plántulas de tomate en la casa de postura se obtuvieron con los tratamientos de Agromena al 20% y 25% y el biofertilizante EcoMic®
- ◆ El uso de Agromena y biofertilizante EcoMic® estimuló positivamente el desarrollo de la masa fresca y seca de las plántulas de tomate.
- ◆ En todos los tratamientos donde se usaron los biofertilizantes Agromena y EcoMic® los rendimientos estuvieron por encima del testigo zeolita cargada 100% destacándose los tratamientos Agromena al 20% y 25%.

6. RECOMENDACIONES

- ◆ Utilizar en la producción de plántulas en cepellón para los cultivos de tomate las mezclas de zeolita con agromena a diferentes proporciones y el biofertilizante EcoMic®
- ◆ Evaluar el empleo de estos productos en otros cultivos hortícolas.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Alarcón, A. L. 2006. Curso internacional de cultivos protegidos. Jagüey Grande. Cuba. p. 2-15.
2. Álvarez, E. y Pérez, E. 2008. Manual de instrucción, proyecto: Casas de cultivos para la producción injertada de hortalizas. 133 p.
3. 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 grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical..
4. Barón, G.; Barés, C. y Maradei, F. 2000. Manejo poscosecha del tomate. Imprenta del Mercado Central de Buenos Aires. Argentina.
5. Burés, S. 1997. Sustratos. Madrid: Ediciones aerotécnicas. p. 336.
6. Carrillo, O. V. 2002. Los vegetales en la nutrición humana. Ed. Política. La Habana, Cuba. p. 64.
7. Casanova, A.; Gómez, O.; Puro, F.; Hernández, M.; Chailloux, M.; Depestre, T.; Hernández, T.; Moreno, V.; León, M.; Marrero, A. y Igarza, A. 1999. Guía Técnica para la producción protegida de hortalizas en casas de cultivo tropical con efecto "sombriilla". Instituto de Investigaciones Hortícolas Liliana Dimitrova. La Habana, Cuba. 55 p.
8. Casanova, A.; Gómez, O.; Depestre T.; Cardoza, H.; Pupo, R.; Aranguren, D. y Hernández, M. 2004. Caracterización, evolución y problemática actual del cultivo protegido en Cuba. La Habana, Cuba. p 9.
9. Casanova, A. 2004. Contribución al establecimiento de un sistema competitivo de obtención de plántulas hortícolas enraizadas en contenedores para condiciones tropicales. Propuesta Premio Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, Cuba. p. 20.

10. Casanova, A.; Gómez, O.; Puro, F.; Hernández, M.; Chailloux, M.; Depestre, T.; Hernández, T.; Moreno, V.; León, M.; Marrero, A. y Igarza, A. 2007. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ed. Liliana. La Habana, Cuba. p. 32-33.
11. CIAA (Centro de Investigación y Accesoría Agroindustriales). 1997. Producción de tomate milano bajo invernadero. Bogotá, Colombia. p. 61
12. Costales, D.; Martínez, L. y Núñez, M. 2007. Efecto del tratamiento de las semillas con una mezcla de oligogácturónidos sobre el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill). Cultivos Tropicales. 28(1): 85-91.
13. 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
14. Eichler-Loebermann, B. 2004. Möglichkeiten zur Einflussnahme auf Phosphorkreisläufe für die Gestaltung nachhaltiger Bodennutzungssysteme. Tesis para la obtención del grado académico de doctor agriculturae habilitatus (Dr. agr. hábil.). Facultad de Ciencias Agrarias y del Medioambiente Universidad de Rostock.
15. Espinosa, W.; Fernández, J. y Curbelo, N. 2009. Interés de las zeolitas naturales en la agricultura. ACPA. 4: 7-9.
16. FAO. 2009. La producción mundial del tomate fresco [en línea]. Disponible en: <http://www.elhabanero>. [Consulta: junio, 18 2021].
17. FAOSTAT. 2007. Producción mundial de tomates [en línea]. Disponible en: <http://fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>. [Consulta: junio, 18 2021].
18. Fernández, F. 2003. La simbiosis micorrízica arbuscular. En: El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible.

- Estudio de caso: El Caribe. Editores: Rivera, R. y K. Fernández. Ediciones Ediciones INCA, La Habana, Cuba. 166 p.
19. García, M.; Martínez, V.; Avendaño, A.; Padilla, M.; Izquierdo, O. 2009. Acción de oligosacáridos en el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Fitotecnia*. 32(4): 295-301.
 20. Godes, A. 2007. Perspectivas de los inoculantes fúngicos en Argentina. En: Izaguirre-Mayoral, M.L., C. Labandera y J. Sanjuán (eds.). *Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial*. Imprenta Denad Internacional. Montevideo, Uruguay. p. 11-14.
 21. Gómez, L. G. 2007. Diagnóstico de nematodos agalleros y prácticas agronómicas para el Manejo de *Meloidogyne incognita* en la Producción Protegida de Hortalizas. Tesis en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.
 22. Gómez, O.; Casanova, A.; Laterrot, H y Anais, G. 2000. Mejora Genética y Manejo del Cultivo del Tomate para la Producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba. 152 p.
 23. Gómez, O. y Rodríguez, G. 2004. Imparto del cultivar en los sistema protegido de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill). Conferencia, Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana, Cuba.
 24. Gonzalez, M.; Arozarena, N.; Bardanca, T.; Curbelo, R.; Guevara, A.; Rodríguez, J.; Peña, E. y Hartman, T. 2008. Manejo de sustrato en casas de posturas como alternativa en la sostenibilidad de las producciones hortícolas. *Cultivos Tropicales*. 29(3): 11-15.
 25. Haifa Chemicals. 2014. Recomendaciones nutricionales para tomate en campo abierto, acolchado o túnel e invernadero [en línea]. Disponible en: http://www.haifa-group.com/spanish/files/Languages/Spanish/Tomate_2014. [Consulta: abril, 11 2021].

26. Hernández , C. y Gonzalez, M. 2003. Evaluación de diferentes sustratos de suelo, Gallinaza y Zeolita, en la producción de posturas de tomate en bandejas para trasplante. Tesis de grado. Universidad Nacional Agraria.
27. 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: abril, 11 2021].
28. 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: marzo, 23 2021].
29. León, D.; Peña, V. C. y Cardona, G. 2007. Glomus [en línea]. Disponible en: <http://www.siac.net.co/sib/catalogoespecies/especie.do?idBuscar=501&method=display>. AAT. [Consulta: mayo, 21 2021]
30. Markovic, V. y Enriched, C. 2005. Zeolite as a substrate component in the production of pepper an tomato seedlings [en línea]. Disponible en: <http://www.actahort.org>. [Consulta: mayo, 21 2021]
31. Martínez, M.; Vargas, O.; Rodríguez, A.; Chiang, F. y Ocegueda, S. 2017. Solanaceae family in México. Botanical Sciences. 95 (1) : 131-145
32. MINAG (Ministerio de la Agricultura). 2009. Documento rector para el desarrollo de los cultivos protegidos en Cuba. Ed: Ministerio de La Agricultura. Ciudad de la Habana. Cuba. p.7-9.
33. Molina, E. 2016. Fertilización de tomate. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 51 p.
34. Monardes, H. 2009. Características botánicas. Manual del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Nodo Hortícola, VI Región. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile y Innova Chile Corfo. Santiago de Chile, Chile. 60 p.

35. Moreno, V. 2009. La nutrición en cultivos protegidos. Curso de Capacitación. Jagüey Grande. Cuba. 17 p.
36. Nova, A. 2009. Equipamiento agrícola y ganadero. *Época*. 2(545): 8.
37. Peña, E. 2009. Cáscara de arroz carbonizada: opción ventajosa en la elaboración de sustrato para la producción de posturas. p. 5-24.
38. Peña, T. E.; Rodríguez, A.; Carrión, M. y González, R. 2005. Generalización del humus de lombriz en la producción de posturas en cepellón para la agricultura urbana [en línea]. Disponible en: <http://www.ucf.edu.cu>. [Consulta: mayo, 21 2021]
39. 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.
40. Rivera, R. 2001. Efectividad de la simbiosis micorrízica, suministro de nutrientes y nutrición de las plantas. En: XV Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Libro de Resúmenes, Cuba. 45 p.
41. Rivera R.; Fernández, F.; Ruiz, L.; Sánchez, C. y Rivera, M. 2007. Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizal symbiosis. In: *Mycorrhizal in Crop Production*, Hamel, C. y C. Plenchette, (eds.). p. 151 - 238.
42. Rodríguez, R.; Tabres, J. y Medina, J. 1997. Cultivo moderno del tomate. 2da Ed. Ediciones mundi-prensa. Barcelona, España. 255 p.
43. Roig, J. T. 1989. Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba. Ed. Científico Técnica. Cuba. p. 878-879.
44. Ruiz L. 2015. Efectividad de las asociaciones micorrízicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos pardos con carbonatos y ferralíticos rojos de la región central de Cuba. La Habana. Tesis en opción al

grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencia Agrícola

45. Ruperto, A. 2009. Evaluación del efecto de la aplicación de micorrizas en la producción de tomate riñón (*Solanum lycopersicum*) bajo invernadero. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Riobamba – Ecuador.
46. Russell, E. W. y Russell, E. J. 1959. Soil Conditions and Plant Growth. Longmans, Gran Bretaña. p. 232-238.
47. Sandó, N. 2006. Contribución a la tecnología de cepellones para el cultivo protegido en plántulas de tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill) en provincia de Cienfuegos. La Habana. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de la Habana “Fructoso Rodríguez”.
48. Sieverding, E. 1991. Vesicular arbuscular mycorrhiza in tropical agrosystem. Deutsche Gessellschaft fuer technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, Alemania. 371 p.
49. Soca, M. 2012. Zeolitas. Sus usos agropecuarios. Editorial Dirección de Ciencia y Técnica. Ministerio de la Agricultura, Cuba. 165 p.
50. Valdés, R. 2001. Conferencia especializada. Papel de las micorrizas como biofertilizante. Universidad agraria de la Habana. “Fructuoso Rodríguez”. Facultad de Ciencias Agrícolas. Cuba.
51. Vázquez, I. 2007. La zeolita, el mineral del Siglo XX. Ciencia y Técnica. 29(4): 30-35.
52. Velázquez, M.; Febles, J. A.; Alonso, J. A. y Montejo, E. 2011. Alternativas ecológicas de fertilización para diversos cultivos. INFOMIN. 3(2): 32-42.
53. Velázquez, M. G.; Montejo, E.; Alfonso, E.; Alonso, J. A.; Figueredo, V.; Rodríguez, A.; Villavicencio, B.; Puentes, N. y Estrada, J. 2013. Alternativas de empleo de las agromenas en la producción de alimentos [en línea]. Disponible en: cipimm@ip.minbas.cu. [Consulta: mayo, 21 2021]

54. Villegas, T.; Rodríguez, M.; Trejo, T. y Alcantar, G. 2001. Potencial de la miel de abeja en la nutrición de las plántulas de tomate. *Terra Latinoamericana*. 19(1): 97-102.