

**Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas
FILIAL UNIVERSITARIA MUNICIPAL SANTO DOMINGO**

Carrera de Agronomía



Título: Aplicación de micorriza como EcoMic® en la producción orgánica de posturas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cepellón

Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo

Diplomante: Rosalina Fleites Díaz

Tutores: Dr. C. Calixto Onelio Fundora Herrera

Ing. Elena Mena Martínez

Santa Clara, 2014

PENSAMIENTO

El uso de los biofertilizantes no es solo una alternativa, es una forma de contribuir al desarrollo de una agricultura sostenible, en armonía con la Naturaleza

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos mis profesores que de una forma u otra han sabido dar lo mejor de sí para poder obtener el conocimiento que hoy poseo.

También deseo darles las gracias a mi esposo e hijos por ayudarme en estos seis años de carrera.

También deseo agradecer a Zobeida Pérez y a Frank Moya por guiarme a seguir por este camino recorrido.

Y una gratitud especial a mis queridos tutores:

Dr. C. Calixto Onelio Fundora

Ing. Elena Mena Martínez

Por su esmero, por dedicarme un poquito de su maravilloso tiempo en ayudarme a lograr este sueño de graduarme para ser útil a la Revolución y a nuestro Comandante.

Dedicatoria

Este trabajo esta dedicado en especial a mi Mamá que aunque no se encuentra conmigo fue el principal protagonista de mi superación ya que fue el que me inculcó todos los buenos valores por los cuales me he regido para seguir adelante con mi noble e importante misión, a mi familia por brindarme todo el apoyo necesario.

Está dedicado también a la Revolución y a nuestro comandante en jefe Fidel Castro por darme la oportunidad de ser un profesional de estos tiempos.

Resumen

La Empresa Agropecuaria Santo Domingo con varios años de tradición en la producción de posturas de hortalizas no cuenta con un potencial alto de materiales orgánicos para la producción de posturas para los sustratos empleados en la tecnología de cepellón que dé respuesta, a plántulas bien desarrolladas y con una calidad adecuada que pueda influir en el desarrollo del cultivo. Este trabajo se desarrolló en casas de cultivo protegido durante el mes de noviembre del año 2013 con el objetivo de evaluar variadas dosis de micorriza en forma de EcoMic[®] aplicadas al sustrato de compost y humus de lombriz en la producción de posturas, evaluando sus parámetros morfológicos en diferentes tratamientos para finalmente determinar la dosis conveniente. Teniendo en cuenta todas las características evaluadas en cada variante (altura de la planta, diámetro del tallo, peso fresco y seco de la parte aérea de la planta y de la raíz y largo de la raíz) se obtuvo que el tratamiento correspondiente a 862 g bandeja⁻¹ resultó el mejor, con muy buenos indicadores económicos. La dosis más baja de EcoMic[®] aplicada y la más alta (287.5 y 1150 g por bandeja, respectivamente) no mostraron los mejores efectos: la primera resultó insuficiente y la segunda excesiva, es decir, contraproducente respecto a la calidad de la postura.

Índice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 El cultivo del tomate. Características generales e importancia.	3
2.2 Producción protegida de hortalizas	3
2.2.1. Principales ventajas de la producción de plántulas de cepellón en invernadero	4
2.3 Sustratos	5
2.4. Abonos orgánicos	5
2.4.1. Tipos de abonos orgánicos	6

2.5. Efectos de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo –	11
2.6. Uso y Aplicación de la Materia Orgánica en la Agricultura -----	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS. -----	14
3.1. Caracterización del área -----	14
3.2. Características de las casas de cultivos -----	14
3.3. Características generales del experimento -----	14
3.4 Composición de los sustratos utilizados -----	15
3.5. Análisis de laboratorio a los materiales orgánicos utilizados para preparación de sustratos -----	15
3.6. Tratamientos -----	15
3.7. Evaluaciones realizadas y determinación de índices morfológicos asociados al crecimiento y desarrollo de la planta -----	16
3.8. Análisis estadísticos -----	17

3.9. Evaluación económica	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Influencia de los componentes orgánicos utilizados en la preparación de sustratos sobre la germinación de la semilla y crecimiento	18
4.2. Influencia de los sustratos utilizados sobre la germinación de la semilla	18
4.3. Efecto de los sustratos sobre parámetros morfológicos de la planta	20
4.3.1. Comparación entre las diferentes variantes asumiendo todas las características conjuntamente	26
4.4. Análisis económico	29
5 Conclusiones	30
6 Recomendaciones	31
7 Bibliografía	
8 Anexos	

Introducción

La agricultura moderna e intensiva en los países subdesarrollados debe tender a combinar la utilización de cantidades reducidas de fertilizantes minerales con biofertilizantes de origen microbiano, debido a que los procesos microbiológicos implicados en su acción ofrecen ventajas al ser tecnologías limpias no contaminantes del medio ambiente (Martínez *et al.*, 2008).

Ante esta realidad, en los últimos años se han venido planteando diferentes medidas y nuevas metodologías de producción agrícola que permitan contrarrestar las consecuencias ecológicas perjudiciales de las prácticas agrícolas (Altieri y Nicholls, 2008; Altieri y Cholls, 2011).

La utilización de los biorreguladores del crecimiento vegetal posibilita hacer más eficiente la fertilización y disminución de la dosis a aplicar. La producción de cultivos hortícolas en el mundo ha desarrollado un grupo de productos químicos y biológicos potenciadores del crecimiento vegetal, que resultan caros en las condiciones económicas actuales. Por tal motivo se sugiere que es de vital utilidad la búsqueda de nuevas variantes de fertilización que sean de producción nacional y de fácil obtención.

Las técnicas se deben perfeccionar para lograr una nueva agricultura, la agricultura sostenible, que tiene como base científica la agroecología, para el mejor desarrollo del proceso productivo (Núñez, 1994).

La producción protegida de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en cepellones constituye un importante eslabón en los sistemas de producción intensiva de hortalizas bajo cultivo protegido a nivel mundial y muy en particular en condiciones tropicales. En Cuba, el cultivo protegido constituye una tecnología promisoría para extender los calendarios de cosecha de las hortalizas (Casanova y Hernández, 2009).

Una de las principales ventajas de la tecnología de cepellones es maximizar el ahorro de semillas de híbridos costosos. Frecuentemente la calidad de la producción de plántulas en cepellones en los sistemas de cultivos protegidos del

país resulta insatisfactoria, lo cual influye en la uniformidad de las plantaciones y en los resultados productivos de los cultivos.

Ante esta realidad, en los últimos años se han venido planteando diferentes medidas y nuevas metodologías de producción agrícola que permitan contrarrestar las consecuencias ecológicas, perjudiciales de las prácticas agrícolas modernas.

Problema: La Unidad de Producción de la Empresa Municipal Agropecuaria Santo Domingo con varios años de tradición en el cultivo de hortalizas cuenta con una tecnología de producción de posturas en cepellón con la cual no se da respuesta a plántulas bien desarrolladas y con una calidad adecuada que puedan influir en satisfactorios rendimientos del cultivo, por lo que se deben acometer acciones que aseguren obtener resultados que subsanen las actuales insuficiencias.

Dado lo anteriormente expuesto, se formula la siguiente **Hipótesis:**

La aplicación de micorriza en forma del producto comercial EcoMic[®] en dosis adecuadas a sustratos orgánicos de humus de lombriz y compost de cachaza en la fase de cepellón permitirá obtener posturas de tomate con mejor calidad.

Objetivo General

Evaluar la calidad de las posturas de tomate al emplear diferentes dosis de Ecomic, en sustrato de humus de lombriz y compost de cachaza, durante la fase de cepellón.

Objetivos Específicos

1. Evaluar el efecto de diferentes dosis de EcoMic[®], sobre características de las posturas de tomate (altura de la planta, diámetro del tallo, longitud de la raíz, peso fresco y seco de la parte aérea de la planta y de la raíz)
2. Evaluar económicamente la producción de posturas de tomate en cepellón con aplicación de EcoMic[®] al sustrato de humus de lombriz y compost de cachaza

3. Determinar la mejor dosis de EcoMic[®] para la producción de las posturas de calidad a partir de la aplicación de las diferentes variantes.

2. Revisión Bibliográfica

2.1 El cultivo del tomate. Características generales e importancia

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertenece a la subfamilia Solanoideae, familia de las Solanáceas. El género al que pertenece es pequeño, constituido por el tomate y siete especies salvajes muy relacionadas. El lugar original de domesticación del tomate es incierto, pero las evidencias más importantes indican a México. El centro de origen se encuentra en zonas de baja altitud y costeras del Perú, con clima generalmente tropical, pero con bajo nivel de precipitaciones (Carpíño, 2004).

El tomate es capaz de crecer en un rango amplio de condiciones ambientales, pero, de acuerdo a su lugar de origen, su crecimiento se detiene a temperaturas medias por debajo de 10 °C o por encima de 30 °C y no tolera heladas, ni condiciones de anegamiento del suelo. Es una planta perenne que se cultiva como anual de tamaño variable pudiendo rebasar los 5 m de longitud, la raíz principal es corta y débil pero con raíces secundarias numerosas y potentes (Dogliotti, 2009).

El tallo principal es erecto sobre el cual se van desarrollando hojas, tallos secundarios (hijos) e inflorescencias, en la parte distal se encuentra el meristemo o yema apical donde se inician las nuevas emisiones de hojas, hijos y flores. Posee alto contenido de minerales y vitaminas, considerado como activador de las secreciones gástricas, con alto contenido en vitaminas C, E, la presencia de carotenos en el tomate convierten a este en una importante fuente de antioxidantes, sustancias con función protectora del organismo. Es una fuente interesante de fibra, minerales como el potasio y el fósforo, y de vitaminas, entre las que destacan la C, E, pro vitamina A y vitaminas del grupo B, en especial B1 y niacina o B3. Además, presenta un alto contenido en

carotenos como el licopeno, pigmento natural que aporta al tomate su color rojo característico (Carpíño, 2004).

2.2 Producción protegida de hortalizas

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima, y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas. Principalmente es un protector contra la lluvia, y a su vez, mitiga los problemas de enfermedades en las hojas. Previene que entren insectos, especialmente aquellos que son vectores de enfermedades virales (Casanova *et al.*, 2007).

La tendencia actual de la estrategia de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, que según Castilla (2003) dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, presentándose producciones de tomate de 300 a 500 ton/ha/año, en función del nivel de tecnificación del invernadero, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales (Muñoz, 2003, citado por Anónimo, 2012a).

Tabla1. Características y ciclo vegetativo de las plántulas en invernadero (tomado de Casanova *et al.*, 2007)

ESPECIE	ALTURA (cm)	CANT. HOJAS	DIÁM. TALLO (mm)	CICLO (días)
Tomate	12 – 14	3 – 4	>3,0	24 – 30
Pimiento	12	6	>3,0	32 – 36
Pepino	10	2	3,5 – 4,0	10 – 12
Melón	12 – 15	2 – 3	>4,0	16 – 18
Sandía	12 – 15	2 - 3	>4,0	16 – 20

2.2.1 Principales ventajas de la producción de plántulas de cepellón en invernadero

Según Casanova y Hernández (2009)) las principales ventajas de la producción de plántulas en cepellón son las siguientes:

1. Maximiza el ahorro de semillas de híbridos costosos.
2. Reduce de pérdidas en el trasplante.
3. Mayor uniformidad vegetativa de las plantas.
4. Mayor precocidad y uniformidad de la producción.
5. Mínimo riesgo de enfermedades en raíces y cuello de las plántulas.
6. Posibilita la producción de plántulas en períodos de condiciones adversas.
7. Se logra mayor número de plantas por superficie.

2.3 Sustratos

Concepto de sustrato

El sustrato es todo el material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis mineral que colocado en un contenedor, cama en forma pura o mezclada permite el anclaje del sistema radical y puede o no intervenir en la nutrición vegetal (González, 2010).

El sustrato constituye, junto con la semilla y el riego, el elemento fundamental para el logro de una buena producción, debe estar certificado como libre de nemátodos por la ETPP, ya que al utilizar sustratos sin certificación trae como consecuencia afectaciones totales a las instalaciones, deprimiendo la producción y aumentando los costos de saneamiento, debe tener calidad óptima, que suministre de forma equilibrada aire, agua y nutrientes, elevada porosidad, elevada capacidad de retención de agua, buena aireación y rápido drenaje (Companioni y Peña, 1997).

2.3.1 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos garantizan un incremento del porcentaje de materia orgánica del suelo, lo cual facilita la retención e infiltración del agua, evitando la compactación y el escurrimiento superficial (Quintero, *et al.*, 2011).

Según Casanova *et al.* (2007) los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda, excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados. Arzola *et al.* (2013) consideran que esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo, ya que lo mejoran debido a la formación de agregados más estables, aumenta la capacidad de intercambio iónico, activa la disponibilidad de nutrientes, regula el pH del suelo, aumenta la actividad microbiana y favorece la asimilación de los nutrientes por su lenta liberación. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, al nivel de las raíces de las plantas, obteniéndose mayores rendimientos, un aumento en la cantidad de frutos, especialmente en las hortalizas. Peña (2002) señala que esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas, obteniéndose mayores rendimientos, un aumento en los frutos, fundamentalmente en las hortalizas.

La mayoría de los abonos orgánicos (de origen animal o vegetal) contienen varios elementos nutritivos (particularmente N y P, así como pequeñas cantidades de K y elementos menores), cuya concentración es, sin embargo, esencialmente más baja que la de los fertilizantes minerales. A pesar de ello, los abonos orgánicos no deberán valorarse únicamente por su contenido en nutrientes, sino también por su benéfico efecto en el suelo. La materia orgánica de estos, activa los procesos microbianos, fomentando simultáneamente su estructura, aireación y capacidad de retención de humedad. Junto con ello actúa como regulador de la temperatura edáfica, retarda la fijación del ácido fosfórico mineral, y suministra productos de descomposición orgánica que incrementan el crecimiento de la planta. Así mismo representa una fuente de lento y uniforme suministro de nitrógeno, ejerciendo con ello una favorable influencia sobre el contenido proteico de las plantas (Jacob y Uexküll, 1968).

Los abonos orgánicos están regidos por su contenido de materia orgánica, la naturaleza de los materiales que participaron en su formación y del proceso de oxidación y descomposición a que fueron sometidos los residuos orgánicos (Rodríguez, 2002).

Los indicadores de calidad de un abono orgánico están dados por la calidad del humus. Un abono orgánico debe tener 50% o más de materia orgánica en base seca, contenidos inferiores a ese valor se consideran de mala calidad, deben tener un contenido de nutrientes N, P, K, Ca, Mg, equilibrado, de modo que al ser utilizado mejore la fertilidad de los suelos y beneficie el estado nutricional de las plantas. Además, los abonos no deben tener sustancias que acidifiquen o alcalinicen los suelos y que puedan afectar el desarrollo normal de los cultivos. Su contenido de humus a utilizar debe ser de tener aproximadamente 60%, su relación C/N es una de sus características más importantes (Calero *et al.*, 2009).

2.3.2 Humus de lombriz

Rodríguez (2007) expresa que el proceso de producción de humus se conoce como "lombricultura o vermicultura". La lombriz más utilizada en este proceso es la roja californiana (*Eisenia foetida*); su hábito alimentario es saprofito, consume

materia orgánica en descomposición, las condiciones más adecuadas para ese proceso es: altura de la capa de alimentación de 15 cm.

La lombricultura se presenta como una inigualable herramienta en la lucha contra la contaminación ambiental, el permitir el reciclaje y aprovechamiento de desechos de origen orgánico y promover, al mismo tiempo, el surgimiento de una conducta ecológica en las áreas rurales y urbanas. El producto final de esta transformación es el humus de lombriz o vermicompost, un fertilizante insustituible de los suelos y la nutrición de las plantas (Altieri, 1997).

Importancia del humus de lombriz

Es un auténtico fertilizante biológico que actúa como regenerador del suelo, mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas, es de 6 a 7 veces más efectivo que cualquier otro fertilizante, protege las plantas aumentando su defensa, por el aporte que hace, equilibrando al suelo con vitaminas fitorreguladoras naturales, auxinas, enzimas, micro y macroelementos, ácidos húmicos y fúlvicos, permite la continuidad del cultivo sin necesidad de adquirir más lombrices, ofrece fuentes de renta en la venta de humus, lombrices y harinas, el humus de lombriz es un abono orgánico abundante en nutrientes; por esta razón puede ser utilizado en dosis más bajas que el resto de los abonos orgánicos (Rodríguez., 2007)

Propiedades biológicas del humus de lombriz

El humus de lombriz se produce por la descomposición de residuos orgánicos por lombrices especializadas que tienen la facultad de producir humus de alta calidad. Es uno de los elementos más importantes para usar como sustrato por la riqueza de materia orgánica y nutriente de fácil absorción por las plantas, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos. Se considera un abono completo y eficaz para mejorar los suelos (Companioni y Peña, 1997).

El humus de lombriz influye en forma efectiva en la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas, durante el transplante previene las enfermedades y

evita el trauma por heridas o cambios bruscos en la temperatura y humedad. Se encuentra libre de nemátodos (Peña, 2007).

El humus aporta y mantiene en el suelo una multitud de microorganismos que hacen del suelo un medio vivo. Estos microbios que viven a expensas del humus y contribuyen a su transformación, son tanto más numerosos y activos cuanto mejor provisto esté el suelo en humus. El humus es verdaderamente el fundamento de la actividad microbiológica de los suelos. Ya que produce las enzimas que generan los antibióticos, reguladores y estimuladores del crecimiento vegetal, es por esto que se considera este producto como un material excelente (Orellana *et al.*, 2008).

El humus reviste un triple aspecto: físico, químico y biológico. El mantenimiento de la proporción del humus en el suelo a un nivel adecuado es esencial para la conservación de la fertilidad. El humus ejerce una acción muy favorable sobre la estructura, es decir, sobre la aglomeración de las partículas en glomérulos de tamaño medio, lo cual permite una buena circulación del agua, del aire y de las raíces en el suelo. Se dice convenientemente que el humus da cuerpo a las tierras ligeras y muelle las tierras fuertes (Peña *et al.*, 2000).

El humus de lombriz no es solo un excelente abono orgánico, sino que además posee una serie de propiedades que permiten su uso como sustrato para la germinación de semillas, soporte para inoculantes microbianos, material con capacidad para suprimir fitopatógenos, biorregulador de suelo degradado e incluso biorrecuperador de suelos contaminados (Martínez *et al.*, 2008).

Desde el punto de vista biológico posee una altísima carga microbiana no patógena del orden de 20 000 millones por gramo. Es un fertilizante biológico que además contiene hormonas estimuladores y reguladoras del crecimiento de raíces y de las plantas (CEAS, 1992; citado por Mena, 2012).

El humus de lombriz es especialmente rico en fitoestimulinas entre ellas las giberelinas, las citoquininas y las auxinas. Las citoquininas actúan a nivel de las células vegetales y estimulan la clonación de las estacas, de modo que favorecen el desarrollo de las células reproductivas, haciendo posible la

formación de raíces. Las giberelinas y las auxinas ejercen su acción en el desarrollo vascular y foliar de las plantas y son determinantes en la formación de los frutos (Hurtado, 1987; citado por Mena, 2012).

El humus de lombriz, estimula la bioactividad, al tener los mismos microorganismos benéficos del suelo pero en mayor cantidad, crea un medio antagónico para algunos patógenos existentes, neutraliza sustancias tóxicas como restos de herbicidas, insecticidas y solubiliza elementos nutritivos poniéndolos en condiciones de ser aprovechados por las plantas gracias a la presencia de las enzimas que incorpora y sin las cuales no sería posible ninguna reacción bioquímica. Controla el damping o mal de los almácigos por su pH cercano a 7 y su activa vida microbiana ya que no ofrece un medio óptimo para el desarrollo de los hongos patógenos (Anónimo, 2012 b).

En la acción sobre las características biológicas de los suelos existe una estrecha relación entre la fauna y la microflora del suelo, la alimentación de los invertebrados saprófagos que habitan en el suelo depende de los microorganismos. Por otra parte, los invertebrados del suelo influyen en el aumento, crecimiento y dispersión de los microorganismos. La descomposición de los residuos orgánicos es mucho más intensa bajo la influencia combinada de los animales del suelo y microorganismos, que bajo la influencia de los microorganismos solos (Köppen, 2004) señaló, que el humus de lombriz contiene:

- Enzimas y microorganismos
- Componentes solubles en el agua
- Es inmediatamente asimilable por las raíces de las plantas.
- Es estable con un alto contenido de sustancias nutritivas.
- Contiene un buen porcentaje de potasio, nitrógeno, calcio, magnesio.
- Tiene una alta carga de flora bacteriana que resulta ser una ayuda para terrenos pobres y agotados.

- Su uso no tiene contraindicaciones; por lo tanto puede ser utilizado en todo tipo de cultivos y la aplicación debe hacerse de manera que no quede al descubierto bajo la acción directa de los rayos solares.

2.3.3 Cachaza

Según Peña (2007) La cachaza se obtiene como resultado del proceso de clarificación de los jugos de caña en la industria azucarera, por medio de la alcalización con $\text{Ca}(\text{OH})_2$ y la aplicación de calor, lográndose coagular y precipitar los sólidos del jugo y después separarlos por decantación y filtración. La producción de la cachaza equivale al 3-4 % del peso de la caña que procesa el central, es un abono orgánico rico en materias orgánicas, fósforos y calcio. Desde el punto de vista biológico, presenta una gran riqueza microbiana que la distingue sobre el resto de los residuales orgánicos, lo que esta favorecido por la humedad y el contenido de calcio, este último por su función como activador biológico.

Composición

No posee una composición química definida cuantitativamente pues depende de la zona cañera, del proceso seguido para la extracción, el nitrógeno se presenta principalmente como proteína y compuesto amoniacales y nítricos. El fósforo se presenta, en forma de combinaciones orgánicas como fosfolípidos, nucleoproteínas, fosfatos de calcio; en comparación con el fósforo y el nitrógeno el contenido de potasio es muy bajo (Martínez *et al.*, 2008).

2.3.4 Compost

El compost es considerado como un material biológicamente activo, resultado de la descomposición de la materia orgánica bajo condiciones controladas. Es utilizado para promover el reciclaje de nutrientes, el mejoramiento del suelo y el crecimiento de los cultivos. Esta fuente de fertilización orgánica es una alternativa válida, su confección es sencilla y presenta una serie de ventajas que promueven su uso (Kolsman y Vázquez, 1999).

Las características químicas, físicas y biológicas dependen de la naturaleza de los residuos que se utilizan y del proceso que sufren. Con el proceso de compostaje disminuye la infestación de semillas de plantas indeseables, plagas y enfermedades de los cultivos que pueden presentarse con aplicaciones de residuales sin ser procesados, además se incrementa la producción de humus. (Fundora *et al.*, 1980)

Según Koeppen (2004), las propiedades claves de la materia orgánica en los suelos son:

- Alimenta a las plantas intercambiando nutrientes y liberándolos al descomponerse.
- Es una fuente continua de nutrientes con un efecto prolongado.
- Los ácidos orgánicos del humus ayudan a solubilizar los minerales del suelo permitiendo su asimilación por las plantas, además hacen más permeables a las membranas de las raíces, lo que favorece la absorción del agua y los nutrientes.
- La materia orgánica es la fuente de energía de los microorganismos del suelo indispensables para su salud. En un gramo de suelo rico en humus hay varios miles de millones de bacterias, 1 millón de hongos, de 10 a 20 millones de actinomicetos y 800 000 algas.
- Los microorganismos, especialmente los hongos, secretan al suelo diversos compuestos como resultado de su metabolismo y también al morir y descomponerse. Estas secreciones (formadas por polisacáridos) tienen un efecto aglutinante sobre las partículas de suelo, lo que provoca un mejoramiento de la estructura. Para la productividad del suelo es muy importante, pues, se traduce en una buena aireación, buen drenaje, una retención de humedad y una adecuada resistencia a la erosión.
- La materia orgánica es el factor clave para la estructura del suelo ya que lo protege de la erosión y lo mantiene en una condición abierta, porosa, que facilita la penetración adecuada del aire y del agua.

Normalmente en el proceso de compostaje se da una caída del pH en la fase inicial, debido a la liberación de ácidos orgánicos de la materia orgánica. Conforme el proceso de descomposición continúa, estos ácidos orgánicos son descompuestos, liberándose bases y altos contenidos de amoníaco que ayudan a elevar el pH (Meléndez, 2003).

El compostaje, es una técnica practicada desde hace mucho tiempo por los agricultores, como una manera de estabilizar estiércoles y otros residuos orgánicos con la finalidad de utilizarlos como abonos, es un proceso aeróbico de transformación de los residuales sólidos orgánicos, lo que implica el paso por una etapa termófila y origina al final dióxido de carbono, agua y minerales, como productos de los procesos de degradación, así como una materia orgánica estabilizada, libre de fitotoxinas, y dispuesta para su empleo en la agricultura (Peña, 2002).

Tipos o combinaciones más usadas (según Mena, 2012)

Actualmente la producción de posturas en cepellón requiere de la combinación de diferentes sustratos para lograr un buen desarrollo de las raíces en esta fase, generalmente el humus de lombriz y la cachaza son la base fundamental. En esta etapa la elaboración del compost es imprescindible para lograr un elevado porcentaje de germinación y calidad de las posturas.

Los materiales orgánicos locales que se emplean en la producción de posturas son: humus de lombriz (más utilizado en Cuba), estiércol vacuno, compost de cachaza, compost vegetal, aditivos, cascarilla de arroz 10 – 15 % del volumen, litonita (zeolita cubana cargada).

Combinaciones órgano-minerales usadas

90 % de H. Lombriz + 10 % Litonita (tomate y pimiento).

90 % H. Lombriz + 5 % Litonita (pepino, melón, sandía y lechuga).

100 % H. Lombriz + fertilizante foliar 9-45-15 (tomate y pimiento).

2.4 Uso de micorrizas en la agricultura

El término micorrizas fue propuesto por el botánico alemán Albert Bernard Frank en 1885, quien lo tomó del griego donde Myco significa hongo y Rhizo 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 (hace 168 años) se consideraban las micorrizas inicialmente como organismos parásitos (Russell y Russell, 1959).

Se empleó por primera vez a las peculiares asociaciones entre las raíces de los árboles y los hongos ectomicorrícicos en 1985, posteriormente, al término se le incorporó la segunda r tras una polémica discusión. Más tarde se reconoció la distribución entre micorriza ecto y endotrófica; de una forma u otra, el nombre de la simbiosis micorrícica ha cambiado a través de los años. En particular las micorrizas arbusculares (MA) pudieron haber sido descritas desde 1842 pero sus dibujos solo alcanzaron a semejarse remotamente a una micorriza arbuscular (Hamel y Plenchette, 2007).

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 suministran 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 pertenecen al orden Glomales de la clase Zygomycetes (Ruiz, 2001).

Esta asociación se define como simbiótica ya que a través de la creación de nuevas estructuras ocurren intercambios de sustancias nutritivas, metabolitos

esenciales y sustancias hormonales, con beneficios para ambos simbioses (Hamel, 2007).

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 traslocación 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 (Barea, 1991). El micelio extrarradicular se ha mostrado capaz de captar eficazmente todos los nutrientes, especialmente el fósforo, pero también el nitrógeno y microelementos (George *et al.*, 1995). Otros autores se refieren también a la absorción de potasio, calcio, magnesio, además de especificar algunos micronutrientes como cinc, cobre, molibdeno y boro (Koide, 1991). Es de señalar que la mayoría de los cultivos tropicales producen esta simbiosis (Fernández, 2003).

De todos los nutrientes, 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).

El uso de las micorrizas presenta las siguientes ventajas y beneficios (Fernández. 2003; Ruíz, 2001; Rivera *et al*; 2007; Simó (2014):

Su empleo es muy barato y agroecológicamente mejor que los fertilizantes químicos.

No requiere condiciones especiales de almacenamiento.

Su aplicación no requiere de equipos ni de mano especializada.

Puede reproducirse en condiciones de de producción a partir de una cepa certificada.

Se puede usar para cualquier tipo de cultivo.

Disminuye en un 50% a un 80% la necesidad de fertilizantes químicos en las posturas

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 trasplante de las posturas 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 posturas y mayor sistema radicular.

Cuando el pH del suelo se encuentra entre 5,5 y 6,5 la solubilización de la roca fosfórica puede estar relacionada con la fuerte acidificación de la rizosfera provocada por los exudados de las raíces (Sieverding y Gálvez, 1988).

Los factores bióticos y abióticos ejercen gran influencia sobre las micorrizas, entre ellos es decisivo el clima, (temperatura, luz). El largo de las raíces colonizadas, el número de esporas y la infectividad varían en diferente magnitud según la especie a través de todo el año (Fernández, 2003). Otro de los factores claves es el contenido de agua de los suelos (Fernández, 1999). Las micorrizas son de gran importancia en las plantas bajo estrés hídrico, ya que la simbiosis logra desarrollar una capacidad de absorción superior; esta "irrigación" de la planta, mantiene las hifas satisfactoriamente aun en condiciones adversas, desarrollando convenientemente la asociación (Ruiz *et al.*, 1995).

La relación entre la reacción del suelo y colonización de la micorriza es bastante compleja ya que depende no solamente de la especie micorrícica sino también de las características del suelo, la disponibilidad de nutrimentos sobre todo P y N, pero también de otros como Cu, Zn, Mo y B (Fernández, 2003). Las especies del género *Glomus* varían bastante al respecto, observándose que algunas

exhiben un amplio rango de pH como *G. Fasciculatum*, y otras muestran un estrecho rango (Barros, 1987). Es muy importante en los estudios de selección de especies de estos hongos tener en cuenta el efecto del pH para seleccionar las especies o ecotipos más eficientes en los rangos de pH de interés (Fernández, 2003).

Entre los factores bióticos es de interés la interacción de los HMA con otros microorganismos rizosféricos, interviniendo en su funcionamiento y viceversa (Linderman, 1992).

En los últimos años ha ganado interés entre los científicos e investigadores el efecto benéfico de los HMA como biocontrol de organismos fitopatógenos en el sistema suelo-planta. Se informa por varios autores el efecto controlador, inhibidor, protector o reductor de las poblaciones de nemátodos parasíticos de varios cultivos por los HMA. Se señala una disminución de los niveles poblacionales de *Meloidogyne incógnita*; *Meloidogyne hapla*; *Meloidogyne javanica*; *Pratylenchus brachyus*; *Glodobera solanacearum* y otros. Se continúa examinando las interacciones nemátodos-HMA y el uso de estos hongos como posibles agentes de biocontrol de importancia económica (Baker, 1994).

Por otra parte, en un estudio sobre la inoculación de proteínas relacionadas con la patogenicidad (quitinasa, glucinasa) en etapas tempranas del establecimiento de la simbiosis en dos variedades de tomate inducidas por el HMA *Glomus clarum*, se observó que esta inducción podría contribuir al efecto protector sistémico contra patógenos (De la Noval *et al.*, 2002).

El rendimiento de un determinado cultivo está relacionado con la efectividad micorrícica, lo cual es resultado de la interacción fisiológica entre los simbioses bajo determinadas condiciones ambientales. Esto a su vez depende del tipo de hongo, de la planta hospedera y la interfase simbiótica (área de contacto entre simbioses, tasa de toma de nutrimentos y tasa de reflujo de carbohidratos) (Fernández, 2003).

Según Fernández (1999), Ruiz (2001) y Rivera y Fernández (2003) otro factor determinante en la efectividad es el tipo de suelo: concentración de nutrimentos, materia orgánica y su mineralización, etc. Las especies fúngicas no presentan la

misma respuesta en diferentes condiciones edáficas, lo cual implica encontrar las especies y cepas más efectivas en una condición edafoclimática dada. Las cepas típicas de la zona con mayor adaptabilidad no siempre significan una mayor eficiencia micorrícica (Sánchez, 2001).

Entre otros beneficios de los HMA se encuentra la de servir como aglutinadores de los microagregados del suelo para lo que se sugiere que el mecanismo agregador está dado por las hifas del hongo y la producción de polisacáridos extracelulares (Tisdall, 1991).

En Cuba se han realizado importantes trabajos que demuestran posibilidades de reducción notable de la fertilización mineral en cultivos como raíces, tubérculos y hortalizas (Ruiz y Portieles, 1985; Ruiz, 2001), así como en café (Fernández 1999; Rivera *et al.*, 2003). *Glomus intraradices* se ha mostrado efectiva en Cambisoles calcáricos en cultivos tales como yuca, boniato y papa (Ruiz, 2001), mientras que *Glomus fasciculatum* lo ha hecho en Ferrasoles éutricos también con varios cultivos (ñame, malanga, papa, boniato, yuca) y en Nitisoles respecto a café (Rivera *et al.*, 2007). También se han resultados que demuestran la posibilidad de reducción de fertilizantes o de aumento de rendimiento, o ambos efectos en otros cultivos como maíz (Fundora *et al.*, 2010; Rodríguez *et al.*, 2012).

Se han desarrollado en Cuba técnicas que permiten la producción masiva de inoculante de alta calidad con el nombre comercial de EcoMic[®], de diferentes cepas para distintas características de suelo (*Glomus hoi-like*, *Glomus fasciculatum*, *Glomus intraradices*) (Rivera *et al.*, 2007; Simó, 2014). La producción de inoculantes de HMA tiene características peculiares puesto que para completar su ciclo de vida necesitan reproducirse en las raíces de una planta hospedera donde colonizan las raicillas y desarrollan los propágulos fúngicos, todo lo cual constituye el inóculo micorrícico y no como otros inoculantes producidos por vía fermentativa (Sieverding, 1991). El EcoMic[®] se ha desarrollado sobre un sustrato de tipo arcilloso con excelentes propiedades adherentes que con la sola presencia de agua hace efectiva la metodología de recubrimiento de la semilla; en la elaboración de este producto se emplean

diferentes especies como *Glomus fasciculatum*, *Glomus clarum*, *Glomus mosseae* y *Glomus claroideum* (Fernández, 2003).

3. Materiales y Métodos

3.1 Ubicación del área

El trabajo investigativo se desarrolló en UEB Logística y Desarrollo en las casas de cultivo protegido ubicadas en el Consejo Popular Sabino Hernández de la Empresa Municipal Agropecuaria Santo Domingo.

3.2 Características de las casas de cultivos

El área donde se encuentran enclavadas las instalaciones, está protegida por una cerca perimetral conformada por plantas del Árbol del Nim (*Azadirachta indica*) como medida fitosanitaria. La tipología de las casas de cultivos es de paredes rectas (PR) con un área de 360 m². Su cubierta es de malla antiinsectos en el área perimetral, con doble puerta, efectiva para la protección contra vectores transmisores de germinivirus. El techo cuenta con rafia plastificada, la cual permite el paso de radiaciones solares adecuadas a las condiciones de nuestro país. Poseen, además, puntos de desinfección y “burros” donde se colocan las bandejas. El sistema de riego utiliza microaspersores aéreos, con una norma de riego de 0.28 L seg⁻¹.

3.3 Características generales del experimento

El experimento se realizó durante el mes de noviembre del año 2013. En la investigación se utilizaron como soportes bandejas de cepellón, con ancho de 47.5 cm, largo 69 cm y 6.5 cm de profundidad que contienen 247 alvéolos con un volumen de 13 kg de sustrato.

Se sembró la variedad de tomate Amalia procedente de la Empresa de Semillas de Villa Clara, la cual es de crecimiento determinado, con un ciclo de 90-110 días. Los frutos son grandes de forma redonda y ligeramente achatados, son de color verde claro a rojo naranja cuando maduran y presentan un peso de 130-170 gramos. Este variedad se recomienda para la época óptima de siembra, de

octubre a diciembre (Rodríguez *et al.*, 2007), con rendimientos que oscilan entre 22 y 67 t ha⁻¹. Para cada tratamiento se sembraron 100 de sus 247 alvéolos, y se tomaron 40 plantas para ser evaluadas como réplicas, observando por separado los parámetros morfológicos y otras características objeto de estudio.

Las bandejas se ubicaron en una casa de cultivo en condiciones homogéneas de humedad y temperatura, variando solamente la composición de los sustratos a utilizar.

3.4 Tratamientos

Se emplearon 5 tratamientos partiendo de una dosis que con cierta frecuencia y con un carácter tentativo ha utilizado el Minagri en la producción de posturas en cepellón, esa dosis base corresponde a 575 gramos de EcoMic[®] (cepa *Glomus intraradices*) por bandeja y un testigo, sin aplicación de micorriza (tratamiento 1), además 50% de esa dosis básica (287.5 g por bandeja) = tratamiento 2; 100% de esa dosis básica, tratamiento 3 = 575 g por bandeja; tratamiento 4 = 150% de la dosis base (862 g por bandeja) y una última variante, tratamiento 5 = 200% de la dosis básica (1150 g por bandeja).

Esos 5 tratamientos se mezclaron al sustrato empleado en condiciones de producción: 25% de humus de lombriz y 75 % de compost de cachaza.

3.5 Análisis de laboratorio a los materiales orgánicos utilizados para preparación de sustratos

Humedad: se determinó el peso de la muestra antes y después de ser sometida a desecación en estufa hasta peso constante a 100 ° C.

Materia Orgánica: Por incineración.

Determinación de nitrógeno, fósforo y potasio: Las muestras de los sustratos fueron sometidas a digestión con sulfúrico concentrado y selenio como catalizador, posteriormente se diluyó en agua destilada y se filtró el producto de la digestión que sirvió para los análisis de nitrógeno, fósforo y potasio.

Nitrógeno: mediante colorimetría por el método de Nessler.

Fósforo: fotocolorimétricamente por formación del complejo fosfo-molibdo-vanádico.

Potasio: por fotometría de llama.

Todos los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio Provincial de Suelos, MINAGRI y aparecen en Anexos, Tabla 1.

3.7 Evaluaciones realizadas y determinación de características asociadas al crecimiento y desarrollo de la planta

Las evaluaciones se realizaron a los 12, 19 y 26 días de plantadas las semillas, tomando 40 plantas al azar por tratamiento, teniendo en cuenta la siguiente metodología:

Altura de la planta: a cada planta se midió la altura con una regla milimetrada.

Diámetro del tallo: se utilizó un pie de rey para medir este indicador.

Largo del sistema radical: se tomaron las raíces ya cortadas y con la regla milimetrada se midió su longitud y se determinó su peso fresco y seco.

Se determinó, además, el peso promedio de la parte aérea de la planta, tanto el fresco como el seco.

Las muestras se pesaron en una balanza analítica Sartorius. Para la evaluación de la masa seca de las plantas se usó una estufa (Sakura) a 70 °C, hasta peso constante.

3.8 Análisis estadísticos

Los resultados de las evaluaciones se sometieron a análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA de un factor) y las medias se compararon por la prueba HSD de Tukey.

3.9 Evaluación económica

Para calcular los indicadores económicos se utilizaron datos del Departamento de Economía de la Empresa Agropecuaria Santo Domingo, con la ficha de costo para la producción de plántulas en cepellón (Tabla 2, Anexos).

Las evaluaciones económicas se realizaron según Zumaquero (2003), citado por Cantero (2007), empleándose las siguientes fórmulas:

Costo total = Costo fijo + Costo variable

Ganancia neta = Ingresos – Costos

Rentabilidad = Ganancia neta/Costo total *100

Dentro del costo se ha incluido, por supuesto, la aplicación de EcoMic[®], el cual es de 19.58 CUP kg⁻¹.

4. Resultados y discusión

4.1 Efecto de la aplicación de EcoMic[®] sobre características de la planta

4.1. 1 Efecto sobre la altura de la planta

La aplicación de la micorriza produce un aumento notable de la altura de la planta, a medida que la dosis aumentó éste indicador igualmente se elevó (Fig.1).

Con frecuencia se ha reportado la influencia positiva de la micorriza sobre la altura del vegetal; entre ellos Rivera *et al.* (2007), respecto a la altura de posturas de cafeto. También lo han informado Ruíz (2001) y González-Peralta (2010) en otros cultivos y plantas indicadoras, entre otros autores.

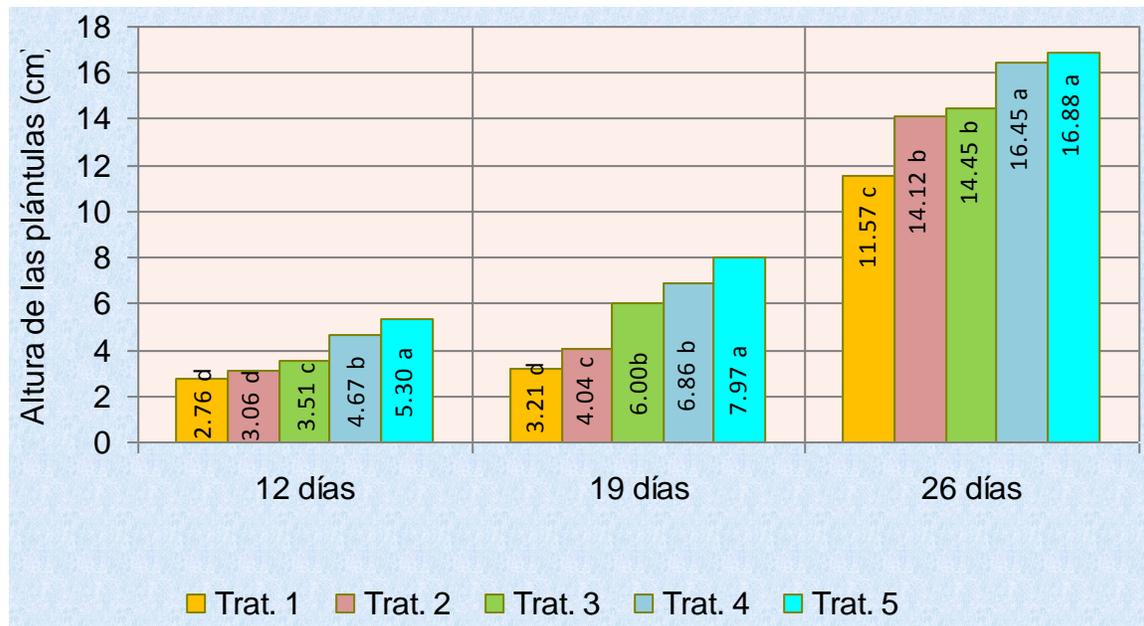


Fig. 1. Efecto de la aplicación de EcoMic[®] sobre la altura de las plántulas (medias con letras desiguales difieren por Tukey HSD para $p \leq 0,05$). Tratamientos (g EcoMic[®] bandeja⁻¹): 1 = sin aplicación; 2 = 287.5; 3 = 575; 4 = 862; 5 = 1150

A los 12 días de brotación la planta el tratamiento 5, igual a 1150 g de Ecomic por bandeja, produce la mayor altura, significativamente superior al resto, evidenciando la influencia del microorganismo sobre la elongación del vegetal.

A los 19 días se observa un efecto similar al anterior, aunque provocando diferencias con el testigo aun mayores (la altura aumenta en más del doble con dosis de EcoMic[®] a 1150g) y ya aun con dosis de EcoMic[®] a 287.5 g hay un efecto significativo.

A los 26 días el tratamiento 4, dosis de EcoMic[®] de 862 g, alcanza estadísticamente al de la dosis de Ecomic de 1150 g, en cuanto a efecto sobre la altura.

Conociendo los efectos favorables de las micorrizas sobre el crecimiento y desarrollo de la planta, por el aporte de nutrimentos, hormonas y otros efectos benéficos directamente sobre el vegetal y sobre el sustrato (Hamel, 2007), no es de extrañar su influencia positiva sobre su crecimiento y desarrollo en general y sobre su altura en particular.

4.1.2 Efecto sobre el diámetro del tallo

La aplicación de EcoMic® origina aumentos en el grosor del tallo (Fig. 2).

A los 19 días las mayores dosis producen el mayor diámetro, con valor no superado de 1.86 cm por la dosis de 1150g de EcoMic® por bandeja. A los 26 días ya con una dosis de 575g alcanza un grosor no superado estadísticamente por las dosis de 862 g y 1150 g, respectivamente.

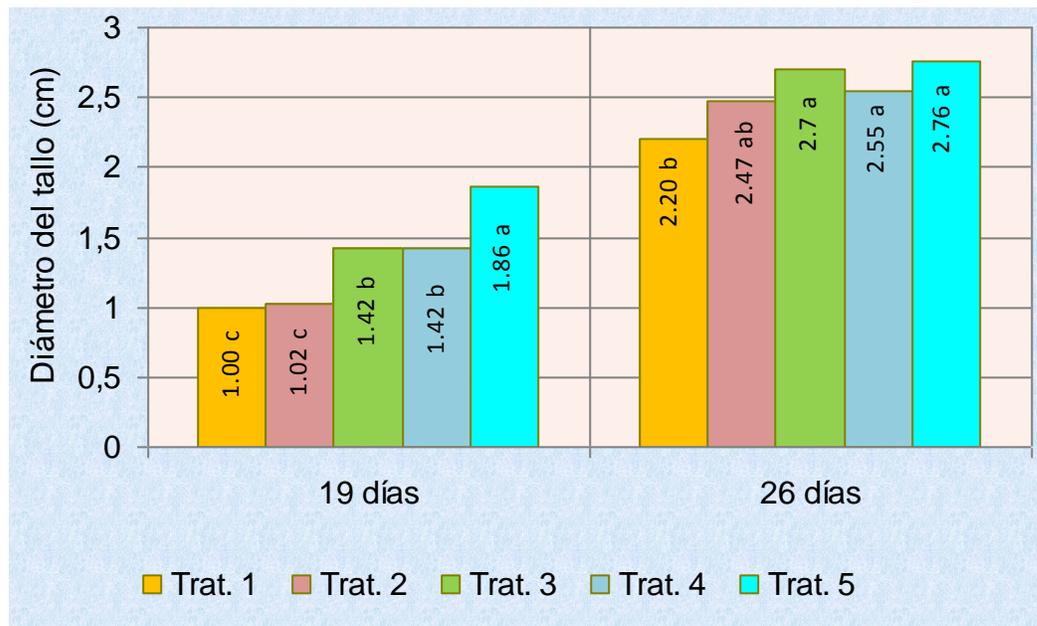


Fig. 2. Efecto de la aplicación de Ecomic sobre el diámetro del tallo plántulas (medias con letras desiguales difieren por Tukey HSD para $p \leq 0,05$).

Tratamientos (g EcoMic® bandeja⁻¹): 1 = sin aplicación; 2 = 287.5; 3 = 575; 4 = 862; 5 = 1150

Igual razón que las expuestas al tratar de la influencia de las micorrizas sobre la altura de la planta habría para sustentar las causas del influjo positivo de estos microorganismos sobre el grosor del tallo (Liu et al., 2007).

4.1.3 Efecto sobre peso fresco y seco de la parte aérea de la planta

El mayor peso fresco y seco se logró como efecto de la aplicación de Ecomic (Fig. 3). Con la dosis de 862 g por bandeja se logró el mayor peso fresco y seco de la planta, no superado estadísticamente por ningún otro tratamiento. Por otra

parte, la dosis más alta (1150g de EcoMic®) presenta valores bajos de ambos indicadores; al parecer la planta con la dosis más elevada se hace más acuosa, pues esta dosis, a pesar de esos resultados, es favorable a su altura y diámetro del tallo.

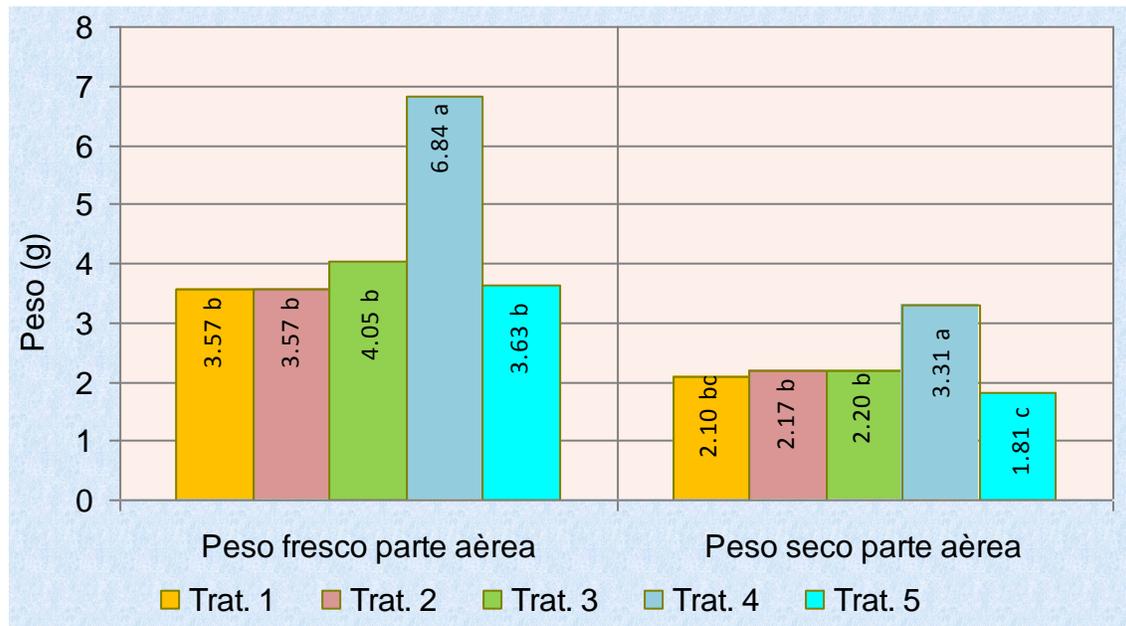


Fig. 3. Efecto de la aplicación de Ecomic sobre el peso fresco y seco de la parte aérea de la planta plántulas (medias con letras desiguales difieren por Tukey HSD para $p \leq 0,05$).

Tratamientos (g EcoMic® bandeja⁻¹): 1 = sin aplicación; 2 = 287.5; 3 = 575; 4 = 862; 5 = 1150

Respecto a tales efectos depresivos no se ha encontrado reportes en la literatura, mientras que es abundante en cuanto a su influencia favorable sobre el peso fresco y seco, ya sea evaluados directamente o expresados por el mayor rendimiento del producto agrícola (Seema *et al.*, 2007; Larsen *et al.*, 2007; Rodríguez, 2014). El favorable efecto de las micorrizas sobre el peso seco se atribuye a muchas causas que favorecen el metabolismo de la planta: mayor suministro de nutrimentos y agua, de metabolitos y hormonas del crecimiento ((McGonigle *et al.*, 2003), efectos sinérgicos con otros microorganismos favorables al vegetal (Fundora *et al.*, 2010) y antagónicas con patógenos (Alarcón *et al.*, 2007); entre otros efectos favorables.

4.1.4 Efecto sobre la longitud y el peso fresco y seco de la raíz

En cuanto a la longitud de la raíz la aplicación del EcoMic[®] no mostró efectos significativamente estadísticos, aunque si se observa cierta tendencia a tener mayor longitud (5,9 cm) con la dosis de 575g por bandeja (tratamiento 3) (Fig. 4).

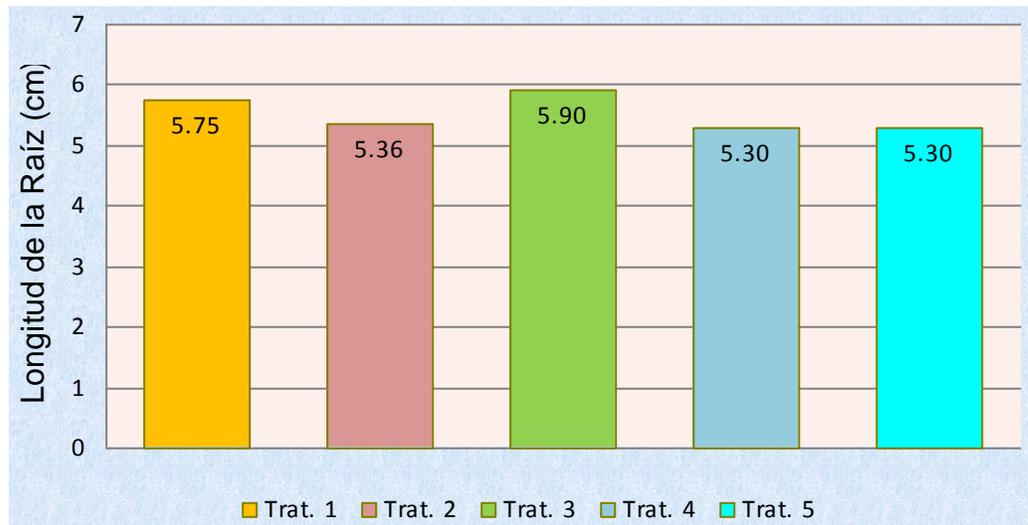


Fig. 4. Efecto de la aplicación de Ecomic sobre la longitud de la raíz (no hubo diferencias significativas según análisis de varianza para $p \leq 0,05$).

Tratamientos (g EcoMic[®] bandeja⁻¹): 1 = sin aplicación; 2 = 287.5; 3 = 575; 4 = 862; 5 = 1150

El peso fresco de la raíz sí aumenta notablemente en las dosis de 575 g -1150 g, sin diferencia estadísticas entre ellas (Fig. 5) , es decir, que ya con una 575 g se alcanza una peso fresco no superado; muy diferente es el efecto sobre el peso seco de la raíz, aunque todas las dosis muestran mayor peso seco si se comparan con la que no se aplicó EcoMic[®], es decir, hay un efecto significativo de la micorriza a este respecto, el mayor peso seco es el producido por la dosis de 575 g de EcoMic[®], seguida por la de 862 g, sin diferencia significativamente entre ellas. Las dosis de 287g y 1150 g sin diferencia entre ellas, siguen a las anteriores, es decir que se aprecia un efecto depresivo de la aplicación de Ecomic con la mayor dosis 862g si se compara con las dosis de 575g y 862, sobre todo con la primera.

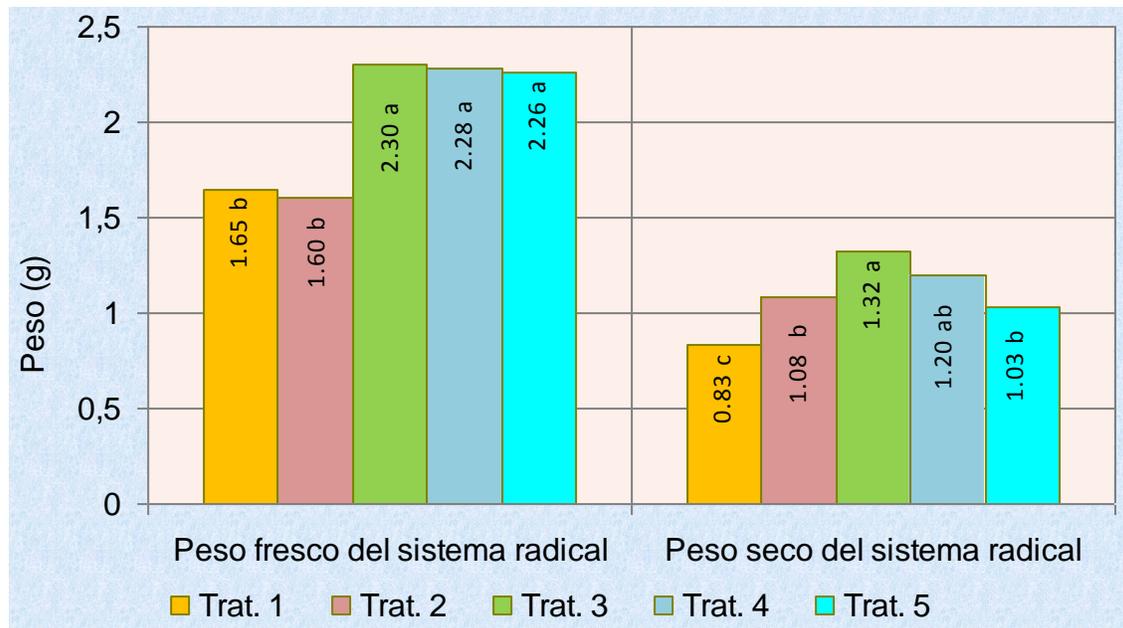


Fig. 5. Efecto de la aplicación de EcoMic sobre el peso fresco y seco de la raíz plántulas (medias con letras desiguales difieren por Tukey HSD para $p \leq 0,05$). Tratamientos (g EcoMic® bandeja⁻¹): 1 = sin aplicación; 2 = 287.5; 3 = 575; 4 = 862; 5 = 1150

La mayor aplicación de micorriza (1150 g), al igual que sucedió respecto al peso seco de la planta, disminuye notablemente el peso seco de la raíz respecto a las mejores dosis. Al parecer estos resultados están determinados por causas que provocan un crecimiento vegetativo excesivo (Liu *et al.*, 2007), como más adelante se discutirá con mayor amplitud.

4.1.5 Influencia de la aplicación de EcoMic® sobre la planta **asumiendo todas las características conjuntamente**

Aunque el sustrato utilizado en esta investigación ha mostrado ser de calidad (Mena, 2012), resulta insuficiente como fuente de nutrientes por la alta demanda del cultivo en un estadio temprano de su crecimiento y desarrollo, ya que gran parte de los nutrientes se encuentra en forma orgánica y han de mineralizarse antes de hacerse asimilables (Arzola *et al.*, 2013). Esto se demuestra por los resultados obtenidos cuando no se aplica micorriza (tratamiento 1), en cuanto a los indicadores evaluados: altura de la planta,

diámetro del tallo, peso fresco y seco de la parte aérea del vegetal y de la raíz, con la única excepción de la longitud de esta última, aunque sí existe tendencia a una mayor longitud con la aplicación del hongo.

En esta asociación simbiótica de las endomicorrizas, específicamente los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA), es conocido el efecto de la mayor exploración del suelo que permiten las hifas del hongo en simbiosis, además de otras posibles vías de extracción de nutrientes facilitadas por las micorrizas (Ruiz, 2001); ello explicaría los resultados obtenidos, considerados en su generalidad, es decir, la obtención de una plántula más vigorosa expresada en una mayor altura, mayor diámetro, mayor peso fresco y seco de la parte aérea y de la raíz.

Esta asociación se define como simbiótica ya que a través de la creación de nuevas estructuras ocurren intercambios de sustancias nutritivas, metabolitos esenciales y sustancias hormonales, con beneficios para ambos simbioses (Hamel, 2007). Tales beneficios se hacen evidentes en esta investigación, aunque con resultados diferentes de acuerdo a la dosis aplicada de EcoMic[®].

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

El micelio extrarradicular se ha mostrado capaz de captar eficazmente todos los nutrientes, especialmente el fósforo, pero también el nitrógeno y microelementos (George *et al.*, 1995). Otros autores se refieren también a la absorción de potasio, calcio, magnesio, además de especificar algunos micronutrientes como cinc, cobre, molibdeno y boro (Koide, 1991). De todos los nutrientes, es el fósforo el que más atención ha despertado respecto a las 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), aunque posteriormente se ha valorado como muy importante el efecto positivo de las micorrizas respecto al aprovechamiento del

nitrógeno del sustrato producido por mineralización de la materia orgánica (Liu *et al.*, 2007), limitando notablemente las pérdidas que son comunes a este nutrimento.

También las micorrizas son de gran importancia en las plantas bajo estrés hídrico, ya que la simbiosis logra desarrollar una capacidad de absorción superior; esta “irrigación” de la planta, mantiene las hifas satisfactoriamente aun en condiciones adversas, desarrollando convenientemente la asociación (Ruiz-Losano y Azcón, 1995). También en esta investigación este efecto puede haber tenido importancia cuando la planta en el cepellón se acerca a un estado de estrés hídrico.

Entre los factores bióticos es de interés la interacción de los HMA con otros microorganismos rizosféricos, interviniendo en su funcionamiento y viceversa. (Linderman, 1992).

Entre los efectos benéficos de los HMA hay que mencionar el biocontrol de organismos fitopatógenos en el sustrato, sobre todo en el sistema suelo-planta (Hamel, 2007).

El rendimiento de un cultivo está relacionado con la efectividad micorrícica, lo cual es resultado de la interacción fisiológica entre los simbioses bajo determinadas condiciones ambientales. Esto a su vez depende del tipo de hongo, de la planta hospedera y la interfase simbiótica (área de contacto entre simbioses, tasa de toma de nutrimentos. Según Fernández (1999), otro factor determinante en la efectividad es el tipo de sustrato: concentración de nutrimentos, materia orgánica y su mineralización (Fernández, 2003).

En Cuba se han realizado investigaciones que demuestran posibilidades de reducción notable de la fertilización mineral en cultivos como hortalizas, café, yuca, boniato, papa, ñame, malanga, maíz (Ruiz y Portieles, 1985; Ruiz, 2001; Fernández 1999; Rivera *et al.*, 2003, Fundora *et al.*, 2010; Rodríguez, 2014).

El producto utilizado en esta investigación con el nombre comercial de EcoMic[®] se ha desarrollado en Cuba y ha probado ser un inoculante de alta calidad, con diferentes cepas para distintas características de suelo (Rivera y Fernández, 2003; Simó, 2014). En la presente investigación este producto, por

los resultados anteriormente presentados y discutidos, ha demostrado ser muy eficaz.

El hecho de que en general 862 g bandeja⁻¹ hayan producido los mejores resultados en cuanto a los indicadores estudiados y que 1150 g bandeja⁻¹ haya producido valores no superados estadísticamente en cuanto a altura de la planta, diámetro del tallo, y peso fresco de la raíz y a pesar de esto presente los peores valores de las variantes tratadas con micorriza en cuanto a peso fresco y seco de la parte aérea de la planta, y peso seco de la raíz, muestra que es, muy probablemente, una planta acuosa, de tejido succulento, por ser sus células de delgadas paredes; por eso puede hablarse de un afecto negativo de esta alta dosis.

Es difícil proponer hipótesis sobre las causas de este efecto negativo. No obstante, pudiera pensarse, por los síntomas, en un excesivo crecimiento por influjo de un exceso de hormonas o de un desequilibrio nutricional, o de ambos; tal vez un exceso de nitrógeno en relación con otros nutrientes.

La plántula en el cepellón recibe el nitrógeno en gran parte por mineralización de los compuestos orgánicos del sustrato; en la medida que estos se liberan tienden a perderse por volatilización en forma de gases, sobre todo por reducción de nitratos (Arzola, *et al.*, 2013). La micorriza con una abundante población limitaría estas pérdidas favoreciendo un suministro mayor a la planta, lo que conjuntamente con la mayor concentración de hormonas del crecimiento provocaría el indeseable efecto ocasionado por la mayor dosis de EcoMic[®]. La micorriza ha sido estudiada sobre todo en sus efectos positivos ya explicados, no obstante, algunas especies de HMA pueden inhibir el efecto positivo de otros microorganismos, presumiblemente a través de competencia interéspecífica, otras pueden no tener efecto o tener efecto positivo (McGonigle *et al.*, 2003; Fundora *et al.*, 2010).

En el señalado efecto negativo de la más alta dosis de micorriza no puede descartarse que tenga múltiples causas; además de las ya mencionadas, podría haber inhibición de efectos positivos de otros microorganismos, o aun debido a

Tabla 1. Clasificación de los tratamientos distribuidos en tres conglomerados de pertenencia

Tratamiento (g EcoMic [®] bandeja ⁻¹)	conglomerado
1= sin aplicación	1
2 = 287.5	1
3= 575	2
4 = 862	3
5= 1150	2

4.2. Análisis económico

En la Tabla 2 de Anexos aparece la ficha de costo para la producción de plántulas en cepellón en EMA Santo Domingo, tanto de la metodología tradicional como la propuesta por esta investigación con la aplicación de 862 g por bandeja de EcoMic[®].

Con esta tecnología de producción de posturas en cepellón de alta calidad debido a la aplicación de micorriza en dosis óptima, se obtienen muy buenos indicadores económicos, alta ganancia neta y elevada rentabilidad (Tabla 2). No obstante, no se refleja realmente la cuantía de los beneficios, ya que estas posturas han de producir, por su calidad, rendimientos mucho más altos que con la tecnología sin micorriza, lo cual en esta investigación, obviamente, no puede determinarse, puesto que exigiría otra investigación de seguimiento con medición de los resultados de cosecha en condiciones de producción.

También sería necesario, atendiendo a la actualización del modelo económico cubano pagar la postura según su calidad; cuando esto se haga, el efecto económico de esta innovación resultaría aún más evidente.

Dentro del costo se ha incluido, por supuesto, la aplicación de Ecomic, el cual es de 19.58 CUP kg⁻¹.

Tabla 2. Evaluación económica del tratamiento con mejores indicadores

Tecnología	Costo total (\$)	Ingresos (\$)	Ganancia Neta (\$)	Rentabilidad (%)
Humus de lombriz + compost de cachaza+ EcoMic® 862 g por bandeja	63 241.02	251 100.00	187 858.98	297.05

Conclusiones

1. La aplicación de EcoMic®, en general, mostró efectos positivos sobre las características de la planta, aunque muy diferentes en dependencia de la dosis utilizada.
2. La dosis más baja de EcoMic® aplicada y la más alta (287.5 y 1150 g por bandeja, respectivamente) no mostraron los mejores efectos: la primera resultó insuficiente y la segunda excesiva, es decir, esta última resultó contraproducente respecto a la calidad de la postura producida por dosis menores (575 g y 862 g por bandeja).
3. La aplicación de 862 g de EcoMic® por bandeja mostró ser la mejor dosis por los indicadores que determinan una mejor calidad de la postura, considerando los mismos en su conjunto.
4. Esta dosis de 862 g de de EcoMic® por bandeja mostró muy buenos indicadores económicos.

Recomendaciones

1. Utilizar la dosis de 862 g de de EcoMic[®] por bandeja en la producción de posturas de tomate en cepellón con sustrato de humus de lombriz más compost de cachaza.
2. Realizar investigaciones de seguimiento en condiciones de campo hasta cosecha, a las posturas producidas según la dosis recomendada, para determinar su impacto económico total.
3. Proponer indicadores de calidad para el precio de venta de las posturas de tomate en cepellón.

Bibliografía

- Alarcón, A., J. Pérez-Moreno, R. Ferrera-Cerrato (2007) Mycorrhizae in tropical agricultural. In: Mycorrhizal in Crop Production, Hamel, C. y C. Plenchette (eds.), pp: 197-238.
- Altieri, M. (1997) Conferencia de Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. Ediciones CLADES, La Habana. Cuba. 45 pp.
- Altieri, M.A. y C.I. Nicholls (2007) Conversión agroecológica de sistemas convencionales de producción: teoría, estrategias y evaluación. *Ecosistemas* 16(1): 1-10.
- Altieri, M. y Clara Cholls (2011) Potencial agroecológico de los sistemas agroforestales en América Latina. *Revista de Agroecología Leisa* 27 (2): 32-33.
- Anónimo (2012a) <http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtml> Producción orgánica de tomate bajo invernadero Consultado 17/2/2012
- Anónimo (2012b) Principales tipos de invernaderos http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos.asp Consultado 17/2/2012.
- Arzola, N., O. Fundora, J. Machado de Armas (1981) Suelo, Planta y Abonado. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 461pp.

- Arzola, N., O. Fundora y R. de Mello Prado (2013) Manejo ecológico de la fertilidad del suelo. Universidad de Sao Paulo, Brasil, 501 pp.
- Baker, T. (1994) Musanews. Rev. InfoMusa 3(2): 28.
- Barea, J. M. (1991) Morfología, anatomía y citología de las micorrizas VA. En: Fijación y movilización de nutrientes. Madrid. Tomo II, pp. 150-173.
- Barros, A. (1987) Micorrizas vesículo arbusculares em cafeeiros da região sul do estado de Minas Gerais. Tesis presentada para optar por maestria, Lavras, Minas Gerais, 97 pp.
- Calero, B; F. Martínez, Amalia Montel (2009) Revista Agricultura Orgánica. (ACTAF) 15 (1): 35, La Habana.
- Cantero, A. (2007) Evaluación en el comportamiento en el campo del c.v de plátano vianda "CENSA ¾" proveniente de la propagación y escalado en biofábrica por embriogénesis somática, Tesis para optar por el grado científico de master en Agricultura Sostenible. Fac. Cienc. Agropec., UCLV, 78 pp.
- Carpino, B. (2004) Manual del Cultivo del Tomate. Fintrac IDEA. 152 pp
- Casanova, A., A. Hernández (2009) Producción protegida de plántulas en cepellón para sistemas de cultivos protegidos Instituto de Investigaciones Hortícola. Liliana Dimitrova MINAGRI, La Habana, 34 pp.
- Casanova, A., O. Gómez, F. Pupo (2007) Manual para la producción protegida de hortalizas. MINAGRI, La Habana, 138 pp.
- Castilla (2003) <http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtml> (consultado 17/2/2012)
- Companioni N., E. Peña (1997) Influencia del sustrato en el desarrollo de las posturas. INIFAT, 24 pp.
- De la Noval, Blanca, J. F. Delgado, V. Olalde y N. Martínez (2002) Inducción de proteínas relacionadas con partogenesidad por micorrizas arbusculares y sistemina. Resúmenes del XIII Seminario Científico. INCA, La Habana, p.128.

- Dogliotti, S. (2009) Bases fisiológicas del crecimiento y desarrollo del cultivo de Tomate. Universidad de la República – Facultad de Agronomía 205 pp.
- 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, 179 pp.
- Fernández, F. (1999) Manejo de las asociaciones micorrícicas arbusculares en la producción de postura de cafeto. Tesis de doctorado, INCA, Cuba, 190 pp.
- Fernández Martín, F. (2003) La simbiosis micorrícica arbuscular. En: El manejo efectivo de la simbiosis micorrícica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. Editores: Rivera, R. y K. Fernández. Ediciones Ediciones INCA, La Habana, 166 pp.
- Fundora, O., N. Arzola, J. Machado (1980). Agroquímica. Edición Pueblo y Educación, La Habana, 267pp.
- Fundora, O., Bettina Eichler-Löbermann, Yenny Torrecilla, M. Vidaurre (2010) Fertilizing effects of combined application of sugar cane ash with mycorrhiza fungi and compost in different Cuban soils. Tropentag: Conference on International Agricultural Research for Development, Zürich, Suiza, 2010. (<http://www.tropentag.de/2010/abstracts/full/695.pdf>).
- George, E., H. Marshner, I. Jakobsen (1995) Role of arbuscular mycorrhizal fungi in uptake of phosphorus and nitrogen from soils. Cri. Rev. Biotechnology 15:257-270.
- González-Peralta, Y. (2008) Aplicación de ceniza y otras prácticas como alternativa a la utilización de agroquímicos portadores de fósforo y potasio. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV., 48 pp.
- González, Rosalía (2010) Fertilidad y manejo de los suelos. Manual de Agricultura Orgánica. Base para La Agricultura Orgánica, INIFAT. La Habana, 141 pp.

- González, Marlen y Yamilka Pérez (2010). Curso-taller nacional “Manejo Agro ecológico de Plagas en la Agricultura Suburbana” INISAV-INIFAT Programa de Agricultura Urbana y Suburbana, p 43.
- Hamel, C. (2007). Extraradical Arbuscular Mycorrhizal Mycelia: Shadowy Figures in the Soil. In: Mycorrhizal in Crop Production, Hamel, C. y C. Plenchette, (eds.), pp: 1 - 35.
- Hamel, C. y C. Plenchette (2007) Mycorrhizal in Crop Production. Haworth Food and Agricultural Products Press, New York, 319 pp.
- Jacob, A. I. Uexküll (1968) Fertilización (Nutrición y Abonado de los Cultivos Tropicales y Subtropicales). Edición Revolucionaria. La Habana. p. 65.
- Koide R. T. (1991) Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. *New Phytol.* 117: 365-386.
- Kolsman, E y D. Vásquez (1999) Manual de Agricultura Ecológica. Segunda edición. La Habana. 83 pp.
- Köppen, D. (2004) Bodenfruchtbarkeit in Agroökosystem. Verlag Dr. Kovac, Hamburgo, Teil I. 529 pp.
- Larsen, J. ; Ravinskov, S. y Sorensen, J. N. (2007) Capturing the benefits of Arbuscular Mycorrhizal in Horticultural. In: Mycorrhizal in Crop Production, Hamel, C. y C. Plenchette, (eds.), pp: 123 -149.
- Linderman, R. G. (1992) Vesicular-arbuscular mycorrhizae and soil microbial interactions. En: Mycorrhizae in sustainable agriculture. Eds.: Bethlenfalvay, G. J. y R. G. Linderman. Special Publication 54. ASA, Madison, Wise. Pp. 45-70.
- Liu, A., C. Plenchette y C.Hamel, (2007) Soil Nutrient and Water Providers: How Arbuscular Mycorrhizal Mycelia support plant performance in a resource limited world. In: Mycorrhizal in Crop Production, Hamel, C. y C. Plenchette, (eds.), pp: 37 - 66.

- Martínez, F; Clara García, Teresa Forbes (2008) Agricultura orgánica. Revista Agricultura Orgánica ACTAF 14 (1): 47.
- McGonigle, T.P., K. Yano y T. Shinhama (2003) Mycorrhizal phosphorus enhancement of plants in undisturbed soils differs from phosphorus uptake stimulation by arbuscular mycorrhizae over non mycorrhizal controls. *Biology and Fertility of Soils* 33:268-273.
- Meléndez, G. (2003) Taller de abonos orgánicos Centro de Investigaciones Agronómicas Universidad de Costa Rica Marzo p. 5, 34, 35.
- Mena, Elena (2012) Utilización de humus de lombriz y compost en la producción orgánica de posturas de tomate en cepellón. Tesis para aspirar al título de Ingeniero Agrónomo. Fac. Cienc. Agropec., UCLV, 53 pp.
- Núñez, M. (1994) Influencia de análogos de brasinoesteroides en el rendimiento de diferentes cultivos hortícola. *Cultivos tropicales* 15(3): 87.
- Orellana, R., F. Ortega, J. Molejón (2008) ACTAF, Revista, Agricultura Orgánica. 14 (2): 40, La Habana.
- Peña, E, N. Companioni, M. Carrión, A. Rodríguez (2000) Abonos orgánicos: Su producción y Manejo en organopónicos. *Revista Agricultura Orgánica*. pp 16-25.
- Peña, E. (2007) Abonos orgánicos. ACTAF Revista Agricultura Orgánica. Año 14 (1): 42-44.
- Peña, E. (2002) Manual para la producción de abonos en la Agricultura Urbana, INIFAT, 102 pp.
- Quintero, P., M. Martínez, Ivis Cárdenas, F. Funes (2011) Consejos útiles para nuevos usufructuarios en el desarrollo agrario municipal. Editora Agroecológica, 52 pp.
- Rivera, R. y K. Fernández (2003) Bases científico-técnicas para el manejo de los sistemas agrícolas micorrizados eficientemente. En: El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de

- caso: El Caribe. Rivera, R. y Fernández, K. Ediciones INCA, La Habana, 166 pp.
- Rivera R., F. Fernández, L. Ruiz, C. Sánchez, M. Riera (2007) Advances in the management of effective arbuscular mycorrhizal symbiosis. In: Mycorrhizal in Crop Production, Hamel, C. y C. Plenchette, (eds.), pp: 151 - 238.
- Rodríguez, A. (2002) Manual para la producción de Abonos Orgánicos en la Agricultura Urbana, INIFAT. 102. pp.
- Rodríguez, A. (2007) Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y organoponía semiprotegida. ACTAF. La Habana, p. 143-144.
- Rodríguez, K. (2014) Reducción de la contaminación ambiental utilizando alternativas nutricionales en la fertilización mineral en papa (*Solanum tuberosum* L.) y maíz (*Zea mays* L.) Tesis para optar por el título de Máster (no publicada). Universidad Central de Las Villas, 95 pp.
- Ruiz, L. y J. M. Portieles (1985) Estudio de la interacción de NPK sobre los rendimientos del boniato (*Ipomea batatas* Lam.) en la época de primavera. Ciencia Téc. Agric. V. Trop. 8 (2). 53-69.
- Ruiz-Losano, J.M. y R. Azcón. (1995) Hyphal contribution to water uptake in mycorrhizal plants as affected by the fungal species and water status. *Physiologia Plantarum* 95: 472-498.
- Ruiz (2001) Efectividad de las asociaciones micorrícicas en especies vegetales de raíces y tubérculos en suelos Pardos y Ferralíticos rojos de la región central de Cuba. Tesis de doctorado. INCA, Cuba, 95 pp.
- Russell, E. W. y E.J. Russell (1959) Soil Conditions and Plant Growth. Longmans, Gran Bretaña, pp. 232-238.
- Sánchez, C. (2001) Manejo de las asociaciones micorrícicas arbusculares y abonos verdes en la producción de posturas de cafeto en algunos tipos de suelo. Tesis de doctorado. INCA, Cuba, 105 pp.
- Seema, S., D. Pant, S. Singh, R., Sinha, A. Adholeya (2007) Mycorrhizae in Indian Agriculture. In: Mycorrhizal in Crop Production, Hamel, C. y C. Plenchette, (eds.), pp: 240-278.

Sieverding, E. y A. L. Gálvez (1988): Soil and phosphate sources affect performance of vesicular arbuscular mycorrhizal fungi with cassava. *Angew. Botanik* 62: 273-293.

Sieverding, E. (1991) Vesicular arbuscular mycorrhiza in tropical agrosystem. Deutsche Gesellschaft fuer technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, Alemania, 371 pp.

Simó, J. (2014) Comunicación Personal.

Tisdale, J. M. 1991: Fungal hyphae and structural stability of soil. *Aus. J. Soil Re.* 29: 729-743

Anexos

Tabla 1. Análisis de los materiales orgánicos utilizados para preparación de sustratos

Componente orgánico	Humedad %	Relación C/N	MO %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
Cachaza curada	28.3	14.5	26.3	0.90	0.95	0.15
Humus de lombriz	53.2	7.3	60	2.10	0.95	1.3
Compost de Cachaza + residuos cosecha de frijol	49.5	21.1	46	1.9	1.1	1.23

Tabla 2. Ficha de costo para la producción de plántulas en cepellón EMA Santo Domingo

Elementos de gastos	Método tradicional
Salario	7 153.92

Vacaciones (9.09%)	643.83
Subtotal	7797.78
Seguridad social (12.5%)	974.73
Total	8 772.51
Materias primas y materiales	43 876.59
Energía	144.00
Amortización	99.00
Gastos indirectos	1 599.90
Gastos totales	54 492.00

Gastos totales	Método propuesto
Gastos Método tradicional	54 492.00
Economic	8 749. 02
Gastos totales	63 241.02