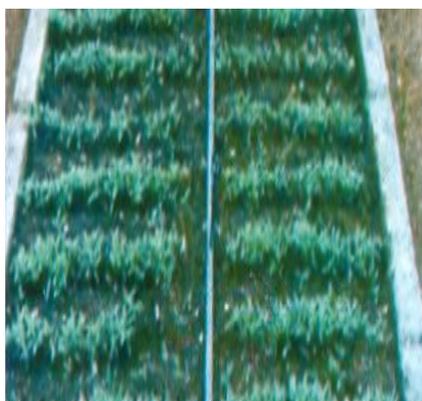




**UNIVERSIDAD DE MATANZAS  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**

## ***TRABAJO DE DIPLOMA***

**EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE  
MICROORGANISMOS EFICIENTES (ME) Y  
FITOMAS-E® EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS  
DE PIMIENTO (*Capsicum annuum* L).**



**Autor: Iván Rolandovich Hernández Yagudin.**

**Tutores: Dr. C. Ramón Liriano González.**

**Ing. Jovana Pérez Ramos.**

**CURSO: 2017 - 2018**

**PENSAMIENTO.**



...La Agricultura es la única  
fuente constante cierta y enteramente  
pura de riquezas...

**José Martí**

**NOTA DE ACEPTACIÓN.**

---

---

---

---

---

---

_____ Presidente del Tribunal	_____ Firma
_____ Miembro del Tribunal	_____ Firma
_____ Miembro del Tribunal	_____ Firma
_____ Miembro del Tribunal	_____ Firma

Dado en Matanzas, el día \_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ del año 2018.

“Año 60 de la Revolución”

## **DECLARACION DE AUTORIDAD.**

Declaro que yo, Iván Rolandovich Hernández Yagudin soy el único autor de este Trabajo de Diploma, por lo que autorizo a la Universidad de Matanzas a hacer uso del mismo, con la finalidad que estime conveniente.

Firma: \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA.**

A todas las personas que de una manera u otra han contribuido a la creación de esta tesis y a todos los que han influido en mi formación como ingeniero agrónomo.

## **AGRADECIMIENTOS.**

- A Dios que es quien me ha dado la fuerza, la paciencia y la inteligencia para poder llegar hasta donde he llegado en mi vida.
  
- A mis tutores quienes han sido un magnifico regalo para mi vida y una inmensa satisfacción para mi poder contar con su amistad y su apoyo incondicional.
  
- A mi familia que los quiero y los amo mucho.
  
- A mi esposa y mi bebé que son dos grandes regalos que me ha dado Dios.
  
- A todos los profesores que con amor decidieron darme un poco de su conocimiento para así contribuir a mi formación como ingeniero agrónomo.
  
- A mis compañeros de clase que también son parte de mi formación de ingeniero.

**A todos,  
Muchas gracias.**

## RESUMEN.

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de organopónico, para lo cual se desarrolló un experimento en el organopónico “La Dignidad” perteneciente al Consejo Popular “Peñas Altas” en el municipio de Matanzas, durante los meses de enero a febrero del 2018, en el cultivo del pimiento, variedad Español Liliana. Se estudiaron cuatro tratamientos (Control sin aplicación de producto, ME a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$ , FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ , ME a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ ). El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar y los datos obtenidos fueron procesados según el paquete estadístico Statgraphic plus 5.1 sobre WINDOWS. Se determinó el ajuste a una Distribución Normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza mediante las Pruebas de Bartlett. Se evaluó la altura de las plántulas (cm), número de hojas por plántula, diámetro del tallo (mm), longitud de la raíz (cm), el índice de esbeltez, peso fresco y seco foliar y de la raíz (g) y la relación parte aérea/parte radical (PA/PR). La aplicación de ME y FitoMas-E® ejerció un efecto positivo sobre el crecimiento y calidad de las plántulas de pimiento en semillero. El tratamiento 4 (ME a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ ) manifestó los mejores resultados en las variables altura, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de la raíz, así como en el peso fresco y seco foliar y de la raíz. Los resultados del análisis económico, muestran una relación beneficio/costo con valores inferiores a uno.

<b>INDICE</b>	<b>Pág.</b>
1. INTRODUCCIÓN.	1
2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.	4
2.1. El cultivo del pimiento ( <i>Capsicum annuum</i> L.).	4
2.1.1. Importancia económica y alimenticia.	4
2.1.2. Taxonomía y descripción morfológica.	4
2.1.2.1. Taxonomía.	4
2.1.2.2. Características morfológicas.	5
2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos.	6
2.1.4. Variedades comerciales.	7
2.1.5. Fitotecnia.	8
2.1.6. Atenciones culturales.	8
2.1.7. Cosecha y manipulación.	9
2.2. Biofertilizantes en la agricultura cubana.	9
2.3. Microorganismos Eficientes (ME).	10
2.3.1. Antecedentes. Definición.	10
2.3.2. Mecanismo de acción.	12
2.3.3. Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.	12
2.3.4. Efectos de los Microorganismos Eficientes.	14
2.4. FitoMas-E®.	16
2.4.1. Generalidades.	16
2.4.2. Composición del FitoMas-E®.	17
2.4.3. Dosis y formas de aplicación.	18
2.4.4. Efectos de la aplicación del FitoMas-E®.	18
2.4.5. Resultados notables del FitoMas-E®.	19
3. MATERIALES Y METODOS.	22
3.1. Material de siembra utilizado.	22
3.2. Determinación del efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en la producción de plántulas de pimiento.	22
3.3. Diseño experimental y análisis estadístico.	24

3.4. Evaluación Económica.	24
4. RESULTADOS Y DISCUSION.	26
4.1. Evaluación del crecimiento de las plántulas de pimiento en la fase de semillero.	26
4.1.1. Altura de la plántula.	26
4.1.2. Número de hojas por plántula.	27
4.1.3. Diámetro del tallo.	28
4.1.4. Longitud de la raíz.	30
4.1.5. Índice de esbeltez.	31
4.1.6. Peso fresco foliar y de la raíz.	32
4.1.7. Peso seco foliar y de la raíz	33
4.1.8. Relación parte aérea/parte radical (PA/PR)	35
4.2. Evaluación económica.	37
5. CONCLUSIONES.	39
6. RECOMENDACIONES.	40
7. BIBLIOGRAFIA.	41
ANEXOS.	

## **1. INTRODUCCION.**

Hoy en día una de las mayores preocupaciones de la humanidad es el abastecimiento alimentario, debido a que la población crece a un ritmo acelerado, mientras que las tierras cultivables disminuyen a ritmos vertiginosos, como consecuencia de una política agrícola descontrolada (FAO, 2014).

El objetivo fundamental de la agricultura es el de satisfacer las necesidades de alimentos y fibras de los seres humanos, estas necesidades son mayores a medida que aumenta la población mundial, y se espera que para el año 2025 está alcance de 6,3 a 8,5 mil millones de habitantes, y por lo tanto, estos aumentos requerirán de un incremento de la producción agrícola de aproximadamente 40 a 50% para mantener el nivel actual de insumos de alimentos (Olmo, 2012). Incremento de la producción de alimentos por el cual el mundo aboga cada día para garantizar la seguridad alimentaria de una población en constante crecimiento; entre ellos las frutas y las hortalizas.

En los últimos 20 años del siglo XX y la primera década del siglo XXI, el hombre ha vivido los efectos del empobrecimiento de los suelos y de la obtención de sus cosechas cada vez menos productivas. Para revertir esta situación, se emplean cientos de toneladas de fertilizantes, insecticidas y fungicidas químicos en la búsqueda de la protección de sus plantaciones de plagas y enfermedades, que si bien le permiten lograr buenas cosechas, por otro lado se hacen muy costosas por los altos precios de estos productos y por llevar consigo un ataque al medio ambiente y a la salud de los seres humanos, al eliminar una parte considerable de especies de microorganismos, insectos, animales y poner en peligro la vida del propio hombre.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, resulta necesario cambiar el modelo productivo actual y de una agricultura de altos insumos químicos y energéticos, pasar a una agricultura de bajos insumos químicos y con un enfoque agroecológico y sostenible, esto no significa cero fertilizantes y tampoco cero pesticidas (Rodríguez, 2011). La agricultura debe lograr un crecimiento sostenible en el tiempo, con una visión económica y un modelo de producción agrario que reduzca la destrucción de los ecosistemas naturales y agroecosistemas, disminuyendo la vulnerabilidad agrícola y aumentando la seguridad alimentaria.

El pimiento es una de las hortalizas que más se consume a nivel mundial, debido a su exquisito sabor y elevado nivel nutricional. Los frutos de *Capsicum annuum* L se utilizan en distintas formas, tanto en estado fresco como procesados y son muy valiosos como fuentes de vitaminas, especialmente la vitamina C. En Cuba se cultiva en todas las provincias, con una gran aceptación entre la población.

La realización del semillero es una práctica necesaria en la producción de muchas hortalizas. En esta primera fase la planta presenta un crecimiento pobre tanto foliar como radical, sin embargo, una buena conducción y manipulación determinará la calidad de la plántula para el trasplante, el número de plantas por unidad de superficie y el éxito de la cosecha final. Por tales motivos, las prácticas agrícolas que se realizan en la fase de semillero deben estar encaminadas a promover el desarrollo vegetativo y la eficiencia del sistema radical que es por lo general poco profundo.

Para la producción en condiciones tropicales de diversas especies hortícolas, la fase de semillero constituye uno de los elementos fundamentales, sin embargo, comúnmente se subestima la importancia de la utilización de bioproductos que favorezcan el desarrollo y calidad de las plántulas, lo que constituye elemento indispensable para la supervivencia de las mismas.

Estas particularidades permiten prever el posible efecto beneficioso de productos de origen biológico en la producción de plántulas de pimiento más vigorosas, con un sistema radical más desarrollado y por tanto mejor adaptadas a las condiciones de estrés que se producen durante el trasplante.

### **Problema.**

El déficit y calidad de las plántulas de pimiento para el trasplante, en áreas de producción de la Agricultura Urbana.

### **Hipótesis.**

La aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en la fase de semillero en el cultivo del pimiento, permitirá incrementar y obtener plántulas de calidad para el trasplante en las áreas de producción de la Agricultura Urbana.

## **Objetivos.**

### **Objetivo general.**

Evaluar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en la producción de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en condiciones de organopónico.

### **Objetivos específicos.**

1. Determinar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® sobre las variables del crecimiento en plántulas de pimiento en la etapa de semillero.
2. Evaluar la efectividad económica de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en la producción de plántulas de pimiento.

## **2. REVISION BIBLIOGRÁFICA.**

### **2.1. El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum* L.).**

#### **2.1.1. Importancia económica y alimenticia.**

El pimiento es una de las hortalizas que más se consume a nivel mundial, después del tomate, debido a su exquisito sabor y elevado nivel nutricional. Parceró (2014) y Gago (2015) coinciden en afirmar que el pimiento es una hortaliza de gran importancia comercial y económica, y es uno de los cultivos más extendidos en todo el mundo.

El pimiento es una hortaliza rica en vitaminas, particularmente provitamina A, vitamina B, vitamina C, y minerales como calcio, fósforo, potasio y hierro (Maboko *et al.*, 2012).

Los frutos de *Capsicum annuum* L según Depestre (2010) se usan en distintas formas, tanto frescos como procesados; son muy valiosos como fuentes de vitaminas, especialmente C, de la que contiene 170-400 mg.100 g<sup>-1</sup>, siendo los frutos maduros más ricos en sustancias nutritivas y vitaminas. Mateos *et al.* (2013) plantean que son utilizados como alimento en la preparación de ensaladas, en la confección de conservas y como condimento de salsas y otros platos.

Los frutos de pimiento contienen compuestos bioactivos en altas concentraciones como el ácido ascórbico y el β-caroteno, entre otros; por lo cual, este cultivo ha sido utilizado en la medicina tradicional para combatir trastornos digestivos como la diarrea, infecciones microbianas y en la prevención de úlceras gástricas y procesos inflamatorios (Martí *et al.*, 2011; Pandey *et al.*, 2012).

#### **2.1.2. Taxonomía y descripción morfológica.**

##### **2.1.2.1. Taxonomía.**

Pandey *et al.* (2012) afirman que el pimiento, pimentón o ají pertenece a la familia botánica *Solanaceae* y al género *Capsicum*. De las 22 especies descritas solo cinco han sido domesticadas: *C. annuum*, *C. chinese*, *C. frutescense*, *C. pubescense* y *C. baccatum*.

Acevedo y Strong (2012) al referirse a la clasificación botánica de *Capsicum annuum* L. afirma que pertenece a la clase *Magnoliatae*, subclase *Asteridae*, orden *Solanales*, familia *Solanaceae*, género *Capsicum* y la especie *Capsicum annuum*.

Gago (2015) plantea que los pimientos pertenecen al género *Capsicum*, de la familia *Solanáceas* y existen 40 especies distribuidas en América.

### **2.1.2.2. Características morfológicas.**

La planta de pimiento presenta una raíz primaria corta y muy ramificada. Puede profundizar entre 40 y 60 cm, dependiendo de las características del suelo y de las condiciones de humedad (Díaz *et al.*, 2005). Al respecto Depestre (2010) plantea que el sistema radicular del pimiento es bien ramificado, poco profundo y sus raíces se pueden localizar entre 5 y 40 cm.

El hábito de crecimiento es erecto, variando el tamaño de la planta entre 40 y 100 cm. Depestre (2010) afirma que cuando la planta tiene de 8 a 10 hojas, el tallo comienza a ramificarse; algunas variedades ramifican más que otras, según las condiciones ambientales y de acuerdo a las características de cada variedad. Las plantas pueden alcanzar una altura desde 40-150 cm.

Las hojas son alargadas y aguzadas; el tamaño varía de acuerdo con las variedades. Las flores según Díaz *et al.* (2005) son perfectas, con seis pétalos y seis sépalos generalmente de color blanco. Depestre (2010) afirma que las flores son hermafroditas y están situadas en las ramificaciones del tallo, al igual que los frutos.

El fruto se compone de pericarpio, endocarpio y semilla, en la madurez técnica pueden ser de diferentes colores, verde oscuro, verde claro intenso, amarillo, amarillo verdoso, y en estado de madurez botánica pueden ser de color rojo, amarillo y naranja. Se pueden presentar en las plantas de forma colgante o erecta y con aspectos muy variados: cortos, medios, largos y cónicos, en forma de vaina, cuadrados, rectangulares y de superficie lisa o arrugada (Depestre, 2010).

La fecundación es autógama, pero tiene un elevado porcentaje de fecundación cruzada. Fernández (2007) indica que las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, de tres a cinco mm de longitud y de color amarillo pálido. Cada fruto puede contener entre 150 y 200 semillas, las cuales se encuentran insertadas en una placenta cónica de disposición central. El porcentaje de germinación es alto y puede mantenerse por cuatro o cinco años bajo buenas condiciones de conservación.

### **2.1.3. Requerimientos edafoclimáticos.**

La temperatura media mensual óptima para el desarrollo del cultivo del pimiento va de 21°C a 24°C; la mínima de 18°C y la máxima de 27°C (Díaz *et al.*, 2005). A temperaturas por debajo de 13°C, el crecimiento se detiene y por encima de 35°C, la fecundación es anormal y los frutos tienden a la deformación. Depestre (2010) plantea que la temperatura, para el desarrollo de las plantas de pimiento oscila entre 18°C y 32°C. Al respecto Pinto (2013) refiere que el pimiento es un cultivo muy sensible a las bajas temperaturas que prefiere los climas subcálidos y cálidos, aunque se adapta a climas templados, con una temperatura óptima entre los 22°C a los 25°C en la germinación y desarrollo vegetativo y de 26°C a 28°C en la floración y fructificación.

El pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en la etapa de floración (Prieto *et al.*, 2003). Si la intensidad de la radiación solar es demasiado alta, se pueden producir frutos con presencia de rayas, quemaduras de los mismos y coloración irregular a la madurez. Depestre (2010) afirma que es una planta que cuando crece a la sombra las ramas adelgazan y se debilitan y el rendimiento baja; sin embargo, los frutos deben crecer bajo la sombra de las hojas, ya que cuando quedan expuestos directamente al sol, sufren quemaduras. Pinto (2013) señala que el pimiento es una planta exigente en luminosidad sobre todo en las primeras fases del crecimiento y en la floración, requiriéndose de seis a ocho horas/sol/día.

El estrés por falta de agua hasta las primeras etapas de crecimiento de la planta reduce la cosecha en forma similar al estrés uniforme durante todo el ciclo del cultivo del pimiento, afecta el crecimiento, reduciendo el número de hojas y el área foliar, resultando en una menor transpiración (Abou *et al.*, 2006). Asimismo un exceso de agua es peligroso, ya que cuando esto ocurre se detiene el crecimiento, las hojas se tornan amarillas, las flores caen y finalmente, la planta muere (Depestre, 2010).

La óptima humedad relativa del aire es 50 - 70%. Si la humedad es más elevada, origina el desarrollo de enfermedades en las partes aéreas de la planta y dificulta la fecundación; si es demasiado baja, con temperaturas altas, hay caída de flores y frutos recién cuajados (Morales, 2005).

Esta hortaliza según Díaz *et al.* (2005) requiere de suelos sueltos y porosos, con buena capacidad de almacenamiento de humedad. Los niveles de salinidad deben ser bajos y

el pH entre 6,0 y 7,0. Fonseca *et al.* (2012) señala que el pimiento requiere altas demandas de nutrientes, por lo que su cultivo se recomienda en suelos fértiles.

#### **2.1.4. Variedades comerciales.**

El Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2007) propone para la siembra de pimiento en organopónicos y huertos intensivos, las variedades Verano-1, Chay Línea-3, Español-16, Español Liliana, SC-81 y Tropical CW-3

Depestre (2010) recomienda las siguientes variedades comerciales:

- California Wonder. Variedad procedente de Estados Unidos; crece hasta 50-60 cm; el tallo es relativamente grueso; las hojas son anchas, de color verde claro; los frutos son erectos, anchos y grandes, con peso promedio de unos 100 g; son lisos, prismáticos y divididos en cuatro lóbulos; la pulpa es ancha, jugosa y blanda, pero sin el aroma específico del pimiento. El color en madurez de consumo es verde oscuro y rojo intenso en madurez botánica, con rendimientos de 13,7 t.ha<sup>-1</sup>.

- Tropical CW-3. Variedad obtenida en el Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT) a partir del California Wonder. Se diferencia de aquél en el mayor tamaño de las plantas (55 - 65 cm); las ramas son más erectas, formando ángulos más agudos con el tallo. Una buena parte de los frutos se desarrollan hacia arriba, la corteza es más gruesa, los colores, tanto verde como rojo, son más brillantes y el peso promedio es superior a los 200 g, pudiendo tener tres o cuatro lóbulos. Los rendimientos varían entre 13,7-15,0 t.ha<sup>-1</sup>.

- Lical. Es una nueva variedad cubana. Los frutos son cuadrados y alcanzan un peso promedio de 197 g, la cantidad por planta puede llegar a 20 frutos, con un largo de 9,5 cm y ancho de 8,5 cm. Posee resistencia al virus del mosaico del tomate (TMV) y tolerancia al virus Y de la papa (PVY).

- Español. Planta vigorosa con una altura de 70-80 cm; muestra buena adaptación climática, lo que permite realizar siembras tardías. Los frutos son rectangulares y de superficie no lisa.

- True Heart. Variedad procedente de EE.UU. Planta bien desarrollada y ramificada que alcanza una altura de 70 cm. Los frutos son especialmente típicos, pendientes y de forma acorazonada. Su corteza es fina, suave y lisa; la pulpa es gruesa y jugosa, sin el

aroma específico del pimiento; su color en la madurez botánica es rojo y verde oscuro en madurez de consumo. Esta variedad se cultiva casi exclusivamente para las necesidades de la industria de conservas y se procesa como pimiento morrón.

- Liliana SC-81. Variedad de frutos pequeños (20 g), cónicos y pericarpio fino, las plantas alcanzan hasta un metro de altura. Se utiliza como condimento. Rendimientos entre ocho y 10 t.ha<sup>-1</sup>.

- Verano-1. Variedad seleccionada por el INIFAT, la cual posee frutos triangulares de color verde amarillento en madurez fisiológica; posee buena adaptación al medio y rendimientos superiores a 10 t.ha<sup>-1</sup>.

### 2.1.5. Fitotecnia.

En la tabla 1 se presentan aspectos de la fitotecnia formulada por el Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2007) para el cultivo del pimiento.

Tabla 1. Aspectos fitotécnicos del cultivo del pimiento.

Variedad	Época de siembra		Distancia siembra		Método siembra	
	Normal	Óptima	Hileras (cm)	Plantas (cm)	Directa	Trasp.
California Wonder	Sept. – Dic.	Diciembre	25	25		X
Tropical CW-3	Sept. – Oct.	Octubre	25	25		X
Español-16	Sept. – Mar.	Marzo	25	25		X
Español Liliana	Sept. – Mar.	15 Sept. -15 Dic.	2 hileras	20 - 25		X
SC-81	Sept. – Mar.	15 Oct.- 15 Dic.	2 hileras	20 - 25		X
Verano-1	Abril	Nov. - Dic	3-4 hileras. tres bolillo			X

### 2.1.6. Atenciones culturales.

En los organopónicos es indispensable realizar un conjunto de labores que propicien obtener los mayores rendimientos entre las que se encuentran la eliminación de plantas indeseables, la escarificación, la inversión del sustrato, el aporque y el riego durante todo el ciclo vegetativo (Grupo Nacional de Agricultura Urbana, 2007).

### **2.1.7. Cosecha y manipulación.**

El pimiento adquiere el estado de madurez entre 75-80 días después del trasplante y se manifiesta por el cambio de color, de verde brillante cuando está tierno, a verde oscuro opaco cuando ya está hecho. La labor de recogida debe realizarse con tijeras, debido a que, por nuestras condiciones de alta humedad relativa en el ambiente, las plantas se desarrollan con las ramas frágiles, que se rompen si se tira de los frutos. El corte del pedúnculo debe ser lo más largo posible, oscilando entre 0,5 y una pulgada de longitud. La recolección debe comenzarse después que haya levantado el día y haya desaparecido la humedad de la neblina y del sereno. En la recolección se deben utilizar cajas pequeñas, cubos, jabucos o canastas forradas, los que se vacían en las cajas a medida que se van llenando, llevándolas inmediatamente a lugares frescos, sombreados y de buena ventilación. Las cajas no deben quedar demasiado llenas, para que las superiores no aplasten los frutos de las inferiores (Depestre, 2010).

### **2.2. Biofertilizantes en la agricultura cubana.**

Armenta *et al.* (2010) los definen como microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir la fertilización sintética, y por consiguiente una disminución en la contaminación por agroquímicos. Pajarito-Ravelero (2012) los define como productos que contienen microorganismos que se aplican a la semilla o suelo y se asocian con la raíz de la planta favoreciendo el desarrollo de la misma. Muñoz (2016) expone que son productos que mejoran el crecimiento, la maduración de los frutos o el enraizamiento de las plantas cuando son trasplantadas desde el semillero al terreno definitivo.

El empleo de biofertilizantes en Cuba se remonta a los inicios del siglo XX, con la inoculación de *Rhizobium* de cepas provenientes de Estados Unidos de América para el cultivo de leguminosas en la entonces Estación Central Agronómica de Cuba, actual Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), donde se abordó ampliamente la historia del surgimiento de la aplicación de biofertilizantes en Cuba (Dibut *et al.*, 2006).

Diversos autores cubanos han tratado las potencialidades del uso de los biofertilizantes entre los que se encuentran Martínez-Viera *et al.* (2010), Torrientes (2010), Dibut *et al.*

(2011), González *et al.* (2012), Terry *et al.* (2013), Mujica *et al.* (2014); Martín *et al.* (2015), Falcón *et al.* (2015) y Cabrera *et al.* (2016), entre otros.

A partir de la etapa del periodo especial y como consecuencia de la situación económica, se aceleró en el país la producción de estos biopreparados (Bécquer *et al.*, 2013; Charles *et al.*, 2015).

Sin embargo los resultados de la ciencia y la innovación sobre biofertilizantes no son ampliamente aplicados por los productores agropecuarios en Cuba, ni en la mayor parte de los países subdesarrollados (Kissing *et al.*, 2009; Martínez-Viera y Dá Bernardo, 2012). Esta situación impulsó que se creara en Cuba el Programa Gubernamental de Biofertilizantes, Bioplaguicidas y Bioestimulantes, en función de incrementar la investigación, producción y disponibilidad de estos productos al servicio de una agricultura con bases sostenibles, a través de las capacidades acumuladas en el país desde el surgimiento y desarrollo de la red de producción de biofertilizantes y bioestimuladores, en los años 90.

Peña *et al.* (2015) refiere que las principales instituciones en las cuales se desarrollan las investigaciones sobre biofertilizantes son de gran prestigio por la antigüedad de las mismas, la calidad del recurso humano, la capacidad tecnológica y el interés del estado en el desarrollo científico del país.

Todo lo planteado anteriormente ha permitido disponer de una notable cantidad de información sobre el efecto agrobiológico de estos bioproductos en los más variados cultivos (Pulido *et al.*, 2013; Ríos *et al.*, 2015; Ruiz *et al.*, 2015; Espinosa *et al.*, 2015; João *et al.*, 2016; González *et al.*, 2016; Osório *et al.*, 2016; Moreira *et al.*, 2016), los cuáles han manifestado su efecto sobre el incremento del rendimiento agrícola unido a ganancias en nutrientes (NPK) al ser aplicados sobre diversos cultivos de interés económico.

## **2.3. Microorganismos Eficientes (ME).**

### **2.3.1. Antecedentes. Definición.**

Rodríguez (2009) manifiesta que los microorganismos eficientes (ME) fueron desarrollados en la década de los 70 por el Dr. Teruo Higa, profesor de horticultura en la Escuela de Agricultura de la Universidad del Ryukyus en Okinawa, Japón. En la

década del 80, este importante científico introdujo el concepto de los microorganismos efectivos (ME) al Sistema de Agricultura Natural Kyusei, así, un grupo de microorganismos benéficos eran cultivados y utilizados como medio para mejorar las condiciones de los suelos, suprimiendo los microorganismos productores de enfermedades, y aumentando la eficiencia de la utilización de la materia orgánica por parte de los cultivos.

Su gama de usos desde 1982, se ha ampliado en el ganado y la acuicultura así como en áreas de la salud de la comunidad y otros usos ambientales. Hoy el ME ha llegado a ser muy popular y se utiliza en 100 países (Pilates, 2008).

Al respecto Correa (2009) señala que la tecnología del ME se ha experimentado en más de 110 países, especialmente en la República Popular Democrática de Corea, Vietnam, Laos, Myanmar, Bhután, Maldivas, Pakistán y Egipto, los gobiernos tienen ya abierto el camino para la implementación.

Internacionalmente, existen numerosas experiencias exitosas de la utilización de bioproductos elaborados con tecnología ME, tanto en la producción de vegetales (Higa, 2004), en el tratamiento de residuales (Uwe, 2007) como en la producción y salud vacuna, porcina y avícola (Hoyos *et al.*, 2008; Ramírez y Blanco, 2009).

La racionalidad en el uso de la tecnología de los microorganismos eficientes se basa en la inoculación de cultivos mixtos de microorganismos benéficos en el suelo para crear un ambiente favorable para el crecimiento y salud de las plantas (Olle, 2015).

Madera *et al.* (2009) señalan que los ME contienen especies seleccionadas de microorganismos incluyendo poblaciones predominantes de bacterias ácido lácticas, levaduras y en menor número bacterias fotosintéticas, actinomicetes y otros tipos de organismos, todos ellos mutuamente compatibles unos con otros y coexistiendo en una cultura líquida.

El uso de los ME ha tenido mayor espontaneidad en pequeñas y medianas fincas, donde los predios además de frutales tienen otros cultivos. Fundamentalmente son llevados a cabo por productores de vanguardia. Estos utilizan en muchas ocasiones extracciones de suelos no perturbados y llenos de hojarasca de áreas naturales cercanas a sus fincas. Estos están compuestos por un complejo de bacterias entre las que se encuentran aquellas que son promotoras del crecimiento vegetal, las cuales son

multiplicadas por procesos fermentativos y luego son asperjados los cultivos con estos líquidos que devienen de dicho proceso, obteniendo resultados muy notables en cuanto rendimientos y calidad de la fruta (Cueto y Otero, 2015).

La producción y aplicación de ME es considerada como una práctica agroecológica que se emplea en nuestro país para la obtención de alimentos saludables. Varios estudios demuestran que la producción ecológica de alimentos puede reducir tanto los problemas ambientales como sociales (Altieri y Toledo, 2011; Tomich *et al.*, 2011).

El uso de la tecnología de ME se ha extendido y cada vez hay un mayor interés por estos bioproductos de bajos costos e impacto ambiental. Tradicionalmente se han utilizado para estimular la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a que producen numerosos compuestos bioactivos (Biswas *et al.*, 2014; Changas-Junior *et al.*, 2015), para el control de enfermedades presentes en el suelo (Grosu *et al.*, 2015) y en la actualidad se han empleado exitosamente en la reducción de contaminantes orgánicos como resultado de la actividad industrial (Khatab *et al.*, 2015).

### **2.3.2. Mecanismo de acción.**

Los ME actúan de manera que toman sustancias generadoras por otros organismos basando en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por estos para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas.

Según el Instituto Dominicano de Investigaciones por sus siglas IDIAF (2009) expresa que a través de los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumentan el contenido de humus. Los efectos antioxidantes de estos microorganismos pasan directamente al suelo e indirectamente a las plantas, manteniendo así la proporción NPK y CN. Este proceso aumenta el humus contenido en el suelo, siendo capaz de mantener una elevada calidad de producción.

### **2.3.3. Principales especies de microorganismos contenidas en el ME.**

Las principales especies incluidas en preparaciones ME son las bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*), las bacterias

fotosintéticas (*Rhodopseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*), las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*), los actinomicetos (*Streptomyces* y *Streptomyces griseus*), y los hongos (*Aspergillus oryzae* y *Mucor hiemalis*), como lo reportan Moon *et al.* (2011) y Fundases (2014).

Según Shuichi (2009) cada una de las especies contenidas en el ME tiene su propia e importante función. Sin embargo, la bacteria fotosintética es el pivote de la tecnología ME, pues soportan las actividades de los otros microorganismos. Por otro lado utilizan para sí mismas varias sustancias producidas por otros microorganismos.

Biosca (2001) indica que las bacterias fotosintéticas, son bacterias autótrofas que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuente de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares promoviendo el crecimiento y desarrollo de las plantas. En tal sentido EARTH (2008) expresa que estas bacterias funcionan como un componente importante del ME, ayudan a mantener el balance con otros organismos benéficos, permitiendo coexistir y funcionar con los mismos.

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales útiles a partir de los aminoácidos y los azúcares secretados por las bacterias fototróficas y la materia orgánica presente en el medio. Las sustancias bioactivas, como hormonas y enzimas producidas por las levaduras, son sustratos útiles para microorganismos benéficos como bacterias ácido lácticas (Ecorganica, 2009).

Los actinomicetos son bacterias Gram positivas, aerobios heterótrofos principalmente, formadores de esporas. El género principal es *Streptomyces* cuyo olor característico a tierra húmeda se debe a compuestos volátiles como la geosmina. Especies de la familia *Streptomycetaceae* se encuentran extensamente distribuidas y estudiadas debido a la producción de metabolitos secundarios como enzimas inhibitorias herbicidas y antibióticos (Schlatter *et al.*, 2009). Están abundantes en el suelo y son importantes saprófitos de plantas, capaces de degradar moléculas complejas y sustancias recalcitrantes como celulosa, lignocelulosa, xilano y lignina, adicionalmente juegan un importante papel en el proceso de descomposición de material orgánico, debido a sus enzimas líticas (Sousa *et al.*, 2008; Zhou *et al.*, 2009).

Los hongos filamentosos tales como el *Aspergillus* y el *Penicillium* actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, ésteres y sustancias antimicrobianas, lo que permite que con su presencia se produzca la desodorización del medio ambiente además de prevenir la aparición de insectos perjudiciales (Saintmartin, 2007). Varios autores han evidenciado la actividad positiva que tienen estos hongos en el crecimiento de distintos cultivos como *Glycine max* (Saxena *et al.*, 2016) y *Hordeum vulgare* cv. Arna (Ignatova *et al.*, 2015).

#### **2.3.4. Efectos de los Microorganismos Eficientes.**

Silva (2009) refiere que la aplicación de los microorganismos eficientes reporta beneficios en la fase de semillero, en la aplicación a los cultivos y suelos agrícolas tales como:

##### **Semilleros.**

1. Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.
2. Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal.
3. Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
4. Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.

##### **Plantas de cultivo.**

1. Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
2. Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
3. Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
4. Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
5. Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.

6. Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales y en zonas meristemáticas.

### **Suelos.**

1. Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua. De esta manera se disminuye la frecuencia de riego y los suelos son capaces de absorber 24 veces más las aguas lluvias, evitando la erosión por el arrastre de las partículas.
2. Efectos en las condiciones químicas del suelo: Mejora la disponibilidad de nutrientes en el suelo, solubilizándolos, separando las moléculas que los mantienen fijados, dejando los elementos disgregados en forma simple para facilitar su absorción por el sistema radical.
3. Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia e incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

Vidal (2005) señala que cuando los ME se desarrollan como una comunidad dentro del suelo, también ocurre lo mismo con los microorganismos nativos de esos suelos. Por tal razón la microflora se enriquece y el ecosistema microbiano comienza a equilibrarse mientras disminuye el porcentaje de patógenos. Las raíces de las plantas producen también sustancias útiles como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas. Los microorganismos eficientes utilizan este sustrato para desarrollarse. Durante este proceso ellos segregan también sustancias y proveen aminoácidos, ácidos nucleicos, y una gran cantidad de vitaminas y hormonas a las plantas. Por esta razón en estos suelos los microorganismos eficientes y otras bacterias benéficas coexisten a nivel de la rizosfera (área de las raíces) en un estado de simbiosis con las plantas.

Los aspectos planteados anteriormente nos permiten afirmar los efectos beneficiosos de los ME en los cultivos agrícolas al mejorar su producción, incrementar el crecimiento de las plantas, la floración, fructificación y la maduración, debido al aumento de la eficacia

de la materia orgánica como alternativa nutricional, a la resistencia de las plantas a plagas agrícolas y el aumento de la producción de antioxidantes que suprimen los efectos adversos de los radicales libres en el metabolismo de las plantas (Hu y Qi, 2013a; Talaat, 2015).

Hu y Qi (2013b) al estudiar tres tratamientos sobre cultivos de trigo; determinaron que la aplicación de compost con EM aumentó significativamente la biomasa de la paja de trigo, los rendimientos de grano, y la absorción de nutrientes en la paja mejoró la absorción de nutrientes tanto en la paja como en el grano de trigo en comparación con el compost tradicional y el control.

## **2.4. FitoMas-E®.**

### **2.4.1. Generalidades.**

El FitoMas-E® y los productos asociados según (López *et al.*, 2002) son derivados de la caña de azúcar, obtenidos en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), son productos naturales con hasta 20% de materia orgánica, que han sido elaborados mediante procedimientos biológicos y físicos con una tecnología sencilla y un costo muy inferior a los precios del mercado internacional.

FitoMas-E®, es una mezcla de sustancias orgánicas naturales, intermediarias complejas de alta energía (aminoácidos, oligosacáridos, bases nitrogenadas) muy demandadas por la mayor parte de las plantas de cultivo, por lo que les permite superar situaciones estresantes. No es tóxico para las plantas ni los animales (ICIDCA, 2004). Se presenta como un concentrado acuoso obtenido mediante procedimientos biológicos y físicos, y preservado para impedir su deterioro y asegurar una eficacia duradera.

Montano *et al.* (2007) afirman que presenta 85% de suspensión líquida, 150 g.L<sup>-1</sup> de extracto orgánico, 80 g.L<sup>-1</sup> de aminoácidos libres, de los cuales 50% son alifáticos y 30% aromáticos y heterocíclicos. Contiene también hasta 2,5% de sacáridos y 1,5% de lípidos, además de una fracción mineral de 6,5% de N total, 2,7% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 5,24% K<sub>2</sub>O. Es un producto que una vez aplicado a la planta puede promover la síntesis bioquímica de diversas sustancias e intervenir positivamente en el crecimiento de diferentes órganos vegetales.

Es un producto antiestrés con sustancias naturales propias del metabolismo vegetal, que estimula y vigoriza los cultivos, desde la germinación hasta la fructificación, disminuye los daños por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades, plagas, ciclones, granizadas, podas y trasplantes. Frecuentemente, reduce el ciclo del cultivo y potencia la acción de los fertilizantes, agroquímicos y bioproductos propios de la agricultura ecológica, lo que a menudo permite reducir entre el 30% y el 50% de las dosis recomendadas. Es eficiente en policultivos propios de la agricultura de bajos insumos. Se aplica a dosis entre 0,1 y dos L.ha<sup>-1</sup> con métodos convencionales, es estable por dos años como mínimo y no es tóxico a plantas ni animales (Montano, 2008).

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

#### 2.4.2. Composición del FitoMas-E®.

Montano (2008) plantea que el FitoMas-E® es una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos), seleccionadas del conjunto más representado en los vegetales superiores a los que pertenecen las variedades de cultivo. En la tabla 2 se presenta la composición del FitoMas-E®

Tabla 2. Composición del FitoMas-E®.

Componente	Gramos/litro	% peso/peso
Extracto orgánico	150	13
N total	55	4,8
K <sub>2</sub> O	60	5,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	31	2,7

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

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

#### **2.4.3. Dosis y formas de aplicación.**

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

Se puede aplicar en cualquier fase fenológica del cultivo; típicamente se puede remojar la semilla, tanto botánica como agámica durante dos o tres horas antes de llevarla al semillero, se puede realizar una aplicación después del trasplante y durante la etapa de crecimiento vegetativo. También puede aplicarse antes de la floración y después de esta y/o al comienzo de la fructificación. Se debe aplicar especialmente cuando la plantación ha sufrido ataques de plagas o enfermedades, atraviesa una etapa de sequía o sufre por exceso de humedad, daño mecánico por tormentas, granizadas o ciclones (ICIDCA, 2004).

#### **2.4.4. Efectos de la aplicación del FitoMas-E®.**

Entre los efectos más significativos Villar *et al.* (2005), Montano (2008) y Galindo (2010) coinciden en señalar que aumenta y acelera la germinación de las semillas, ya sean botánicas o agámicas, estimula el desarrollo de raíces, tallos y hojas, mejora la

nutrición, la floración y cuajado de los frutos, frecuentemente reduce el ciclo del cultivo, potencia la acción de los herbicidas y otros plaguicidas lo que permite reducir la dosis recomendada, acelera el compostaje y la degradación de los residuos de cosecha, ayuda a superar los efectos negativos del estrés por salinidad, sequía, exceso de humedad, fitotoxicidad, enfermedades y plagas.

Viñals *et al.* (2011) afirman que los efectos principales del FitoMas-E son incrementar y acelerar la germinación de las semillas, estimular el desarrollo de las raíces, tallos, hojas y mejorar la nutrición, entre otras cualidades.

#### **2.4.5. Resultados notables del FitoMas-E®.**

Algunos de los resultados más notables obtenidos en las investigaciones con el producto FitoMas-E® según Montano *et al.* (2007) se enumeran a continuación:

1. Incremento en 12 toneladas de caña por hectárea como promedio nacional, a dosis de dos L.ha<sup>-1</sup>, aplicado una sola vez durante el ciclo, con reducción del 50% de los fertilizantes convencionales (Zuaznábar *et al.*, 2005).
2. Incremento entre 30 y 200% en el rendimiento de tomate y pimiento, con dosis de 0,7 L.ha<sup>-1</sup> (Villar *et al.*, 2005).
3. Incremento del rendimiento entre 30 y 50% en boniato, calabaza, acelga, arroz, maíz, cebolla y ajo con dosis de un L.ha<sup>-1</sup>.
4. Incremento en 52% el rendimiento del tabaco tapado y duplicación de la calidad de la capa de exportación.

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

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

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

Yumar (2007) reporta incrementos entre 30% y 200% en el rendimiento del pimiento, con dosis de 0,7 L.ha<sup>-1</sup> y en maíz en 7,19 t.ha<sup>-1</sup> en grano seco a dosis de dos L.ha<sup>-1</sup>, cosechado a los 120 días.

Yumar *et al.* (2010) al aplicar dos L.ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E® en el cultivo de la cebolla obtuvieron resultados superiores y estadísticamente significativos a la variante fertilizada. Se pudo observar que la aplicación de FitoMas-E® no sólo produce un 15% de incremento del rendimiento, sino que los bulbos cosechados tienen 29,5% más materia seca, por lo que la cosecha resultó muy superior a la variante convencional fertilizada.

En un estudio realizado en *Murraya paniculata* L., el bioestimulador FitoMas-E® permitió un mayor porcentaje de germinación en relación con otros compuestos (Baños *et al.*, 2009).

López y Pouza (2014) utilizaron diferentes dosis de Fitomas-E® en tres momentos de la fase fisiológica del cultivo del frijol y reportaron la influencia positiva de este bioproducto en el crecimiento y desarrollo de esta especie, con un número promedio de vainas por planta que osciló desde 8,4 hasta 10,8 vainas por planta respectivamente.

En el cultivo de la habichuela (*Vigna unguiculata* L.) Serrano (2009) al aplicar una dosis de dos L.ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E® observó diferencias significativas en el número de hojas, el grosor del tallo, número de granos por vainas respecto al tratamiento control, sobre el número de vainas, el tratamiento evaluado obtuvo los mejores resultados, 20% más que el control difiriendo estadísticamente.

Del Toro (2010) al evaluar diferentes dosis de FitoMas-E® en el desarrollo vegetal del pepino obtuvo la mayor altura de la planta con dosis de 1,5 L.ha<sup>-1</sup> y Zaldivar (2012) al estudiar algunos extractos de plantas y el bioestimulante FitoMas-E® en la respuesta agroproductiva del pepino reportó que la dosis de aplicación tuvo en efecto positivo en el crecimiento de las plantas. Estos resultados coinciden con Hernández *et al.* (2015) quienes lograron un efecto positivo en la altura de la planta de pepino, con la aplicación

de un L.ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E® a los 15 días y a los 20 días después de efectuada la siembra de manera fraccionada.

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

Rodríguez (2010) encontró mayor porcentaje de supervivencia cuando se empleó el producto biológico FitoMas-E® en cuatro especies forestales de importancia para la provincia Guantánamo.

### **3. MATERIALES Y METODOS.**

#### **3.1. Material de siembra utilizado.**

Se utilizó semilla botánica, suministrada por la Unidad Empresarial de Base (UEB) Semillas Varias Matanzas, con un 98% de germinación y un 99% de pureza física.

#### **3.2. Determinación del efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en la producción de plántulas de pimiento.**

Para el cumplimiento de los objetivos planteados se desarrolló un experimento en el organopónico “La Dignidad” perteneciente al Consejo Popular “Peñas Altas” en el municipio de Matanzas, durante los meses de enero a febrero del 2018, en el cultivo de del pimiento, variedad Español Liliana, obtenida en el Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”.

Los surcos para la siembra en el semillero, se trazaron transversales al cantero, separados a 15 cm. El manejo agrotécnico se realizó teniendo en cuenta las recomendaciones del Grupo Nacional de Agricultura Urbana (2007).

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

T1 = Control sin aplicación de producto.

T2 = Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$ .

T3 = FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$

T4 = Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$

Caracterización de los tratamientos.

- Control, sin aplicación.
- Microorganismos eficientes (ME) producidos en la planta de bioplaguicidas perteneciente a LABIOFAM, que se encuentra en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal (observar figura 1).
- FitoMas-E® producto derivado de la caña de azúcar, obtenido en el Instituto de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA), (observar figura 1).



Figura 1. Microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® utilizado en el experimento.

Las aplicaciones se realizaron de forma foliar a los cinco y 15 días de germinadas las semillas con una mochila de fumigación MATABI de 16 litros de capacidad en horas tempranas de la mañana.

Evaluaciones realizadas.

A los 35 días después de germinada la semilla, se tomó una muestra al azar de 25 plántulas por parcela experimental, determinando las siguientes variables:

- Altura de las plántulas (cm). Se determinó con una regla graduada de 30 cm desde el cuello de la raíz hasta el ápice de la plántula.
- Número de hojas por plántula. Por conteo directo.
- Diámetro del tallo (mm). Con el empleo de un pie de rey (vernier) a 1 cm del cuello del tallo.
- Longitud de la raíz (cm). Fue medida con una regla graduada de 30 cm desde el cuello hasta el final de la raíz principal.
- Índice de Esbeltez: Es la relación que existe entre la altura de las plántulas (H) y el diámetro del tallo (D).

Se determina a través de la siguiente relación:

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

- Peso fresco foliar y de la raíz (g). El pesaje se realizó con una balanza técnica analítica Sartorius.

- Peso seco foliar y de la raíz (g). Las muestras fueron colocadas en estufa a 70°C hasta obtener un peso constante, posteriormente se pesaron en una balanza técnica analítica Sartorius.
- Relación parte aérea/parte radical (PA/PR) (Thompson, 1985; Romero *et al.*, 2012 y Alonso, 2013). Es la producción de materia seca concentrada en las raíces respecto al total de la plántula y se determina de la forma siguiente:

$$PA/PR = \frac{PSA}{PSR}$$

Donde:

PSA = peso seco aéreo (g).

PSR = peso seco radical (g)

### **3.3. Diseño experimental y análisis estadístico.**

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar (observar anexo 1) y los datos obtenidos fueron procesados según el paquete estadístico Statgraphic plus 5.1 sobre WINDOWS. Se determinó el ajuste a una Distribución Normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza mediante las Pruebas de Bartlett (Sigarra, 1985). En los casos en que los datos cumplieron los requisitos exigidos se procesaron mediante ANOVA de clasificación simple y se utilizó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para la comparación entre medias. Para los datos que no cumplieron con estas premisas, se utilizó la Prueba de Kruskal-Wallis y las medias fueron comparadas mediante la Prueba de Rangos Múltiples de Student-Newman-Kwels (SNK) ( $p \leq 0,05$ ).

### **3.4. Evaluación Económica.**

La valoración económica de los resultados para la etapa de semillero se realizó según la metodología propuesta por la FAO (1980), modificada en correspondencia con las características del área experimental, donde se evaluaron los siguientes indicadores:

- Valor de venta ( $\$.m^{-2}$ ): según el precio de venta de las plántulas, multiplicado por el número de plántulas producidas.

- Costo de producción ( $\$.m^{-2}$ ): según los gastos incurridos para la producción de 14,4 m<sup>2</sup> de semillero.
- Beneficio ( $\$.m^{-2}$ ): según la ganancia neta obtenida de acuerdo a la diferencia entre el valor de venta de las plántulas y los costos de producción.
- Relación B/C: cociente obtenido de dividir el beneficio entre el costo de producción. Valores de la relación beneficio/costo mayores a uno indican el aporte de ganancia y un valor de dos la obtención de un beneficio del 100%. Valores de tres o superiores corresponden a ganancias muy notables.

Para el cálculo de estos indicadores, se utilizó como información básica:

- Precio de venta de una plántula de pimiento: 0,10 centavos CUP.
- Precio del microorganismos eficientes. \$ 10,00 CUP el litro.
- Precio del FitoMas-E®. \$ 1,86 CUP el litro.
- Precio de la semilla: 0,75 CUP el g.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSION.

### 4.1. Evaluación del crecimiento de las plántulas de pimiento en la fase de semillero.

#### 4.1.1. Altura de la plántula.

En la tabla 3 se presenta el resultado de la evaluación de la altura de la plántula, que constituye en la fase de semillero uno de los parámetros de crecimiento que tiene mayor valor para determinar su aptitud para el trasplante. El tratamiento 4 (ME a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>) manifiesta la mayor altura con 17,19 cm el cual no difiere de la aplicación de FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>, pero si del resto de los tratamientos.

Tabla 3. Comportamiento de la altura de la plántula (cm).

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Altura de la plántula	15,2 <sup>b</sup>	15,93 <sup>b</sup>	16,64 <sup>a</sup>	17,19 <sup>a</sup>
ES x	0,13			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0,05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup>, T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>, T4: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>.

Los valores alcanzados en la altura de la plántula en los tratamientos estudiados coinciden con lo establecido por Huerres y Caraballo (1996) al afirmar que la plántula de pimiento esta apta para el trasplante a los 35 o 40 días después de la germinación e la semilla con una altura de 15 a 16 cm y con Santa Cruz *et al.* (2011) quienes señalan que la plántula de pimiento a utilizar en el trasplante debe estar sana, tener un correcto desarrollo foliar y radical y una altura de 15 a 16 cm, características que la plántula debe lograr a los 35 o 45 días después de sembrada. Los tratamientos 3 (FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>) y 4 (ME a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>) con 16,64 cm y 17,19 cm son ligeramente superiores a lo establecido por estos autores.

Estos resultados pueden estar relacionados a que los microorganismos eficientes, cuando entran en contacto con la materia orgánica, secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales y antioxidantes, cambian la micro y macro flora y mejora el equilibrio natural. Los efectos antioxidantes promueven la descomposición de la materia orgánica y aumenta el contenido de humus, todo lo cual favorece el crecimiento de la plántula. Al respecto el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) 2013 manifiesta que una población elevada de ME produce grandes cantidades de vitaminas, ácidos orgánicos, minerales, hormonas y enzimas, que estimulan el crecimiento de los cultivos. Javaid y Bajwa (2011) reportaron un estímulo del crecimiento y desarrollo de las plantas producido por estos microorganismos.

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

#### **4.1.2. Número de hojas por plántula.**

El número de hojas es una variable de gran importancia puesto que las plántulas saldrán con mayor superficie foliar para realizar la fotosíntesis, por lo que tienen más capacidad de supervivencia en el campo. Al analizar este parámetro se aprecia que existe diferencia significativa entre los tratamientos (observar tabla 4), donde el tratamiento 4 presenta el mayor número de hojas con 6,01 y difiere del resto. Los tratamientos en que se aplicó de forma simple el ME y FitoMas-E® no difieren entre sí, a su vez el tratamiento control no difiere de manera significativa del tratamiento 2 (ME a 4 mL.m<sup>-2</sup>).

Tabla 4. Comportamiento del número de hojas por plántula.

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Número de hojas por plántula	4,7 <sup>c</sup>	5,05 <sup>bc</sup>	5,45 <sup>b</sup>	6,01 <sup>a</sup>
ES x	0,09			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0.05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$ , T3: FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ , T4: Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ .

Los valores del número de hojas obtenidos producto de la aplicación de los productos estudiados coinciden con Di Fabio *et al.* (2000) al exponer que en las regiones tropicales el trasplante se realiza cuando las plántulas tienen de 4 a 6 hojas y difiere de Montaña-Mata y Núñez (2003) quienes señalan que el trasplante puede realizarse cuando las plántulas desarrollan ocho hojas, así como de Fernández y Tejada (2015) al afirmar que las plántulas de pimiento deben poseer entre 7 y 9 hojas.

La tendencia al incremento del número de hojas con la aplicación de ME y FitoMas-E® de forma simple y combinada puede estar dado por el efecto estimulador de estos productos, en tal sentido autores como Chen *et al.* (2001) plantean que los ME incrementan la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar y Méndez *et al.* (2011) destacan la acción del FitoMas-E® sobre la mejora en la absorción de nutrientes favoreciendo el desarrollo fisiológico del cultivo, lo que demuestra la posibilidad que tiene este bioestimulante de ser adsorbido y traslocado de forma rápida en la planta, provocando el incremento de la producción microbiológica en la rizosfera, favoreciendo el intercambio de nutrientes y por tanto el crecimiento vegetal.

#### 4.1.3. Diámetro del tallo.

El diámetro del tallo es uno de los indicadores del vigor de la plántula que se considera importante en el momento del trasplante ya que muestra la fortaleza y resistencia que la misma puede tener al ser sometida a condiciones de campo, de aquí la importancia de su evaluación cuyos resultados se presenta en la tabla 5, en la que las plántulas del

tratamiento 4 manifestaron un mayor diámetro del tallo con 3,98 mm el cual difiere del resto. El tratamiento control presenta el menor valor con 3,36 mm y difiere de manera significativa de los tratamientos 3 y 4, no así de la aplicación simple de ME a 4 mL.m<sup>-2</sup>.

Tabla 5. Comportamiento del diámetro del tallo (mm).

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Diámetro del tallo	3,36 <sup>c</sup>	3,51 <sup>bc</sup>	3,65 <sup>b</sup>	3,98 <sup>a</sup>
ES x	0,05			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0,05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup>, T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>, T4: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>.

Numerosos autores, entre los que se encuentran Casanova *et al.* (2004) confieren gran importancia al grosor del tallo, como una de las variables de calidad de las plántulas más importantes, la cual está muy relacionada con los posteriores resultados productivos. Así mismo, Tsakaldini *et al.* (2005) afirman que el diámetro del tallo y la altura de la planta son parámetros recomendables para predecir el comportamiento de las plantas al llevarlas a campo abierto.

Los valores registrados coinciden con los reportados por MINAG (1984) para el diámetro del tallo de las plántulas de pimiento en semillero que debe ser mayor de 3,0 mm. León y Ravelo (2010) señalan que el arranque de las plántulas se realizara cuando estas tengan las condiciones requeridas para ello, en cuanto a grosor del tallo, altura de la plántula, número de hojas y sistema de raíces.

Varios autores reportan resultados favorables para este indicador con la aplicación de bioproductos. Lescaille *et al.* (2015) alcanzaron los mejores resultados al combinar dos cepas de EcoMic® con microorganismos eficientes.

#### 4.1.4. Longitud de la raíz.

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

Para este parámetro del crecimiento de las plántulas de pimiento en semillero no se presentan diferencias significativas entre tratamientos (tabla 6), observándose una tendencia al incremento de la longitud de la raíz con la aplicación de ME y FitoMas-E® de forma simple y combinada.

Tabla 6. Comportamiento longitud de la raíz (cm).

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Longitud de la raíz	9,16 <sup>a</sup>	9,94 <sup>a</sup>	10,44 <sup>a</sup>	11,11 <sup>a</sup>
ES x	1,55			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0,05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup>, T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>, T4: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>.

De gran importancia para el establecimiento de la plántula al momento del trasplante en el área definitiva y su posterior crecimiento, es la relación que debe existir entre el sistema radical y foliar, de tal forma que el desarrollo radical manifestado en la longitud de la raíz, sea capaz de absorber el agua y los nutrientes necesarios para el desarrollo de la plántula de pimiento. Villegas *et al.* (2001) afirman que un sistema radical bien desarrollado permite una adaptación rápida a las condiciones de estrés por trasplante.

Los valores alcanzados evidencian el efecto estimulador de la aplicación de los productos estudiados. Díaz-Zorita y Fernández (2008) señalan que la incorporación de organismos seleccionados por sus funciones en diversos procesos que contribuyan a la implantación, desarrollo y producción de cultivos es una alternativa que permite lograr aumentos en el crecimiento radical, así se favorece la exploración del suelo y se mejora

la accesibilidad al agua y nutrientes. Igualmente, el uso de ME en semillero incrementa el vigor y crecimiento de las raíces (Silva, 2009).

Saborit *et al.* (2013) plantean que FitoMas-E® puede promover la síntesis bioquímica de diversas sustancias e intervenir positivamente en el crecimiento de diferentes órganos vegetales.

#### 4.1.5. Índice de esbeltez.

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

La esbeltez de la plántula no presenta diferencia significativa entre tratamientos (tabla 7), donde el tratamiento 3 (FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>) presentó los mayores valores para el índice de esbeltez con 4,56. El valor más bajo (4,32) fue para el tratamiento 4 (ME a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>)

Tabla 7. Comportamiento de la esbeltez de la plántula.

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
Esbeltez de la plántula	4,53 <sup>a</sup>	4,55 <sup>a</sup>	4,56 <sup>a</sup>	4,32 <sup>a</sup>
ES x	0,04			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0,05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup>, T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>, T4: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>.

Respecto a tales resultados es limitado el número de reportes de la literatura en cultivos hortícolas. Fonseca de la Cruz *et al.* (2011), al evaluar el empleo de micorriza y humus

de lombriz líquido (Liplant) para la producción de plántulas en el cultivo del tomate en un suelo ferralítico cálcico, obtuvieron los mejores resultados de esbeltez de la plántula con la aplicación de humus de lombriz líquido (Liplant) a razón de 1:10. Terán (2014) al evaluar el efecto del humus de lombriz en la producción de plántulas de tomate en la etapa de semillero reporta valores del índice de esbeltez entre 3,16 y 3,71; y destaca que la mayor calidad de la plántula se ve más favorecida por una relación proporcional entre la altura y el grosor del tallo, lo cual sugiere, un mejor sostén de las plántulas y estar mejor preparadas para responder con mayor eficiencia biológica a las condiciones de estrés que son sometidas durante el trasplante.

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

En coníferas, el valor para este índice debe ser menor a seis, pues se hace referencia a que valores menores indican plantas más bajas y gruesas, y superiores a seis indican tallos elongados con diámetros delgados (Prieto *et al.*, 2003; Rodríguez, 2008).

Hun (1990) citado por Soriano (2011) considera que el valor de esbeltez debe ser menor o igual a ocho para que la planta esté equilibrada. Cibian y Belo (2000), Pineda *et al.* (2004) citados por Soriano (2011) proponen un índice no mayor de seis, ya que los valores bajos están asociados con una mejor calidad de la planta.

En todos los tratamientos estudiados los valores del índice de esbeltez están por debajo de seis, que es el valor establecido como de mayor calidad.

#### **4.1.6. Peso fresco foliar y de la raíz.**

En la tabla 8 se muestran los resultados obtenidos en el peso fresco foliar y de la raíz, presentándose diferencias significativas entre las medias de los tratamientos, siendo superior con 0,43 g y 0,26 g respectivamente el tratamiento 4, el cual no difiere del tratamiento 3 pero sí del resto en el peso fresco foliar y respecto al peso fresco de la raíz difiere del resto de los tratamientos. En ambas variables la inoculación simple y

combinada de ME y FitoMas-E® estimularon la producción de biomasa fresca al encontrarse valores superiores al tratamiento control.

Tabla 8. Comportamiento del peso fresco foliar y de la raíz (g).

Tratamientos	Peso fresco foliar (g).	Peso fresco raíz (g).
1	0,21 <sup>b</sup>	0,14 <sup>b</sup>
2	0,27 <sup>b</sup>	0,17 <sup>b</sup>
3	0,38 <sup>a</sup>	0,18 <sup>b</sup>
4	0,43 <sup>a</sup>	0,26 <sup>a</sup>
Ex	0,03	0,009

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0,05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$ , T3: FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ , T4: Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ .

Esto puede estar relacionado con la relación existente entre el desarrollo radicular y el desarrollo de la parte aérea de la planta. En organopónicos la riqueza nutricional del sustrato depende sólo del aporte neto de cada uno de sus componentes, por lo que la estimulación del crecimiento vegetal en los tratamientos en que se aplicó ME y FitoMas-E® está condicionado por el empleo de los microorganismos, en el que se favorece una mayor exploración y extracción de nutrientes por las raíces, lo que coincide con Arozarena *et al.* (2009) quienes encontraron similar respuesta para especies cultivadas en organoponía semiprotegida, respecto al manejo nutrimental de los sustratos. De igual forma Martínez Viera (2011) ha demostrado la capacidad de los microorganismos para suministrar nutrientes y estimular el crecimiento de las plantas.

#### 4.1.7. Peso seco foliar y de la raíz.

Similares resultados al peso fresco foliar y de la raíz, se obtienen en el peso seco (tabla 9) donde el T4 (ME a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ ) registró los mayores valores con 0,17 g y 0,10 g respectivamente.

Tabla 9. Comportamiento del peso seco foliar y de la raíz (g).

Tratamientos	Peso seco foliar (g).	Peso seco raíz (g).
1	0,08 <sup>b</sup>	0,06 <sup>b</sup>
2	0,10 <sup>b</sup>	0,07 <sup>b</sup>
3	0,15 <sup>a</sup>	0,07 <sup>b</sup>
4	0,17 <sup>a</sup>	0,10 <sup>a</sup>
Ex	0,006	0,004

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0,05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$ , T3: FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ , T4: Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ .

Según Thompson (2009) el peso seco es una medida mucho más estable que el peso fresco, ya que este está sujeto a alternancias ambientales y fisiológicas, y está muy asociado con la altura, diámetro, área foliar, actividad fotosintética y potencial de crecimiento radical.

La producción de materia seca total es el resultado de la eficiencia del follaje del cultivo en la intercepción y utilización de la radiación solar disponible durante el ciclo de crecimiento (Santos *et al.*, 2010); por lo tanto cuando esta última es alta se espera una alta acumulación de materia seca y una mayor productividad del cultivo. Además de los factores antes descritos, esta eficiencia puede estar influenciada por la habilidad de las hojas para fotosintetizar, el índice de área foliar, la arquitectura de la planta, la respiración, entre otros, lo cual se resume en factores internos de crecimiento y factores externos relacionados con el ambiente como la afectación por plagas y enfermedades, y las prácticas de manejo utilizadas durante el ciclo.

Trabajos previos señalan que una plántula que presente raíces vigorosas, mayor altura, mejor grosor del tallo, mayor número de hojas y área foliar, pueden ser los más deseables y recomendables para el trasplante. En este sentido, la manera de evaluar que una planta va a resistir mejor o peor el estrés, está relacionada con el contenido de materia seca (Herrera *et al.*, 2009). Parece ser éste el mejor parámetro para evaluar la

sensibilidad de la plántula y suele ocurrir que cuanto mayor es el contenido en materia seca más resistente es la planta al estrés (Herrera *et al.*, 2009).

El favorable efecto de los productos estudiados sobre el peso seco foliar y de la raíz probablemente estén relacionado con una estimulación en la síntesis de diversos metabolitos, como pudieran ser aminoácidos y proteínas entre otros. Biswas *et al.* (2014) y Changas-Junior *et al.* (2015) coinciden en señalar que los ME tradicionalmente se han utilizado para estimular la germinación, el crecimiento y el desarrollo de las plantas, debido a que producen numerosos compuestos bioactivos. Viñals *et al.* (2011) en estudios realizados concluyen que la utilización combinada de FitoMas-E® y Trichoderma incrementó el efecto estimulante, lo que puede estar relacionado con los contenidos de triptófano y otros aminoácidos presentes en FitoMas-E®. Santana *et al.* (2016) al evaluar la utilización de estos productos manifiestan que el FitoMas-E® y *T. harzianum* favorecen la germinación y crecimiento de plántulas de tomate, con incremento en los valores de diámetro del tallo, masa total y radical.

#### **4.1.8. Relación parte aérea/parte radical (PA/PR).**

El tratamiento que menor relación PA/PR presentó fue el T1 (Control sin aplicación de producto), siendo el de menor peso seco radical y a su vez el de menor peso aéreo, lo cual favorece (disminuye) la relación PA/PR. En los tratamientos en que se aplicaron los productos estudiados los valores de la relación PA/PR son mayores y el tratamiento 3 (FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>) muestra la más alta relación con 2,11 el cual difiere de manera significativa del resto de los tratamientos (observar tabla 10), lo cual consideramos que se deba al efecto estimulador de la aplicación de ME y FitoMas-E®.

Tabla 10. Relación parte aérea/parte radical (PA/PR)

Variable a evaluar	Tratamientos			
	T1	T2	T3	T4
PA/PR	1,28 <sup>b</sup>	1,41 <sup>b</sup>	2,11 <sup>a</sup>	1,66 <sup>b</sup>
ES x	0,007			

Medias con letras desiguales, difieren significativamente para  $p \leq 0,05$

Leyenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup>, T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>, T4: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>.

Es notorio destacar que el tratamiento control aunque tuvo los menores promedios de crecimiento en las partes aérea como radical, obtuvo la mejor RAR, lo que demuestra que este índice no está influenciado por valores mayores de crecimiento de las partes sino por el balance que existe entre ellas.

Gil y Pardos (1997) citado por Fajardo (2005) plantean que la relación PA/PR en peso seco, puede ser un excelente predictor del potencial de supervivencia.

En la literatura consultada se carece de suficiente información acerca de qué rangos de PA/PR pueden ser óptimos para las distintas especies hortícolas. Sin embargo existen varios reportes en especies forestales donde Mullin *et al.* (1982) y Hobbs (1984); citados por Oliet (2000) aconsejan valores entre 1,5 y dos para esta relación ya que a menor valor de esta relación más favorecida está la absorción de agua frente a las pérdidas, lo cual es una condición para las zonas secas, indicando esta una mayor capacidad para superar el momento crítico del arraigo. Rodríguez (2008) establece valores que deben fluctuar entre 1,5 y 2,5.

Los resultados obtenidos en la presente investigación oscilan entre 1,28 y 2,11 los cuales presentan una proporción balanceada entre la parte aérea y radical; esto es, que el sistema radical es suficiente para proveer de energía a la parte aérea según Rodríguez (2008).

Hernandez *et al.* (2014) obtienen valores de relación PA/PR entre 1,67 y 2,08 al estudiar el crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. Escamilla *et al.* (2015) al evaluar el uso de fertilizantes

de liberación controlada en plantas de teca (*Tectona grandis*), en la etapa de vivero, reportan valores de la relación PA/PR entre 1,2 y 5,3.

#### 4.2. Evaluación económica.

El análisis de la factibilidad económica de la aplicación de ME y FitoMas-E® en la producción de plántulas de pimienta en semillero se muestra en la tabla 11, donde se observa una relación beneficio/costo con valores inferiores a uno, lo cual está dado por el valor de venta de las plántulas y el bajo costo de producción, pues los productos estudiados resultan económicos (\$ 10,00 CUP el litro de ME y \$ 1,86 CUP el litro de FitoMas-E®) y las dosis de aplicación son muy pequeñas, lo que no encarece la producción.

Tabla 11. Evaluación económica de los resultados obtenidos en la producción de plántulas de pimienta.

Tratamientos	Plántulas producidas	Valor de Venta. (\$/ m <sup>2</sup> )	Costo de Producción. (\$/ m <sup>2</sup> )	Beneficios. (\$/ m <sup>2</sup> )	Relación Beneficio/Costo.
T1	1 170	117	66,0	51	0,77
T2	1 170	117	66,24	50,76	0,76
T3	1 170	117	66,01	50,99	0,77
T4	1 170	117	66,25	50,75	0,76

Legenda: T1: Control sin aplicación de producto, T2: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup>, T3: FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>, T4: Microorganismos eficientes a 4 mL.m<sup>-2</sup> + FitoMas-E® a 0,1 mL.m<sup>-2</sup>.

Los resultados económicos obtenidos por el efecto de los productos estudiados sobre el crecimiento de las plántulas de pimienta en semillero, resultan de gran importancia en la actualidad, donde el deterioro ambiental causado por el uso desmedido de agroquímicos y su alto costo, unido a un aumento de la concientización sobre el cuidado del medio ambiente, ha obligado a los productores a la búsqueda de soluciones para satisfacer sus necesidades alimentarias, dentro de las cuales la aplicación de bioproductos como los ME y FitoMas-E®, así como la aplicación de abonos orgánicos

debe ser considerada como una alternativa a la fertilización química por su impacto económico y medioambiental. En tal sentido Rai *et al.* (2014) afirman que los costos de las aplicaciones de los fertilizantes orgánicos por hectárea son menores en comparación con los productos minerales de síntesis.

## **5. CONCLUSIONES.**

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

1. La aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® ejerció un efecto positivo sobre el crecimiento y calidad de las plántulas de pimiento en semillero.
2. El Tratamiento 4 (Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$ ) manifestó los mejores resultados en las variables altura, número de hojas, diámetro del tallo, longitud de la raíz, así como en el peso fresco y seco foliar y de la raíz.
3. Los resultados del análisis económico, muestran una relación beneficio/costo con valores inferiores a uno.

## **6. RECOMENDACIONES.**

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

1. Continuar los estudios del efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (ME) y FitoMas-E® en el crecimiento de las plántulas de otras especies hortícolas en condiciones de Agricultura Urbana.

## 7. BIBLIOGRAFIA.

Abou, H.; El-Tohamy, W. and Ghoname, A. 2006. Improvement of pepper growth and productivity in sandy soil by different fertilization treatments under protected cultivation. *Journal of Applied Sciences*. 2 (1): 8-12.

Acevedo, P. and Strong, M. T. 2012. Catalogue of Seed Plants of the West Indies. *Smithsonian Contributions to Botany*. 98 (98): 1-1192.

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

Alonso, M. R. 2013. Influencia del sustrato en atributos morfofisiológicos de la especie *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell. Pinar del Río. Tesis en opción al título de Máster en Ciencias Forestales. Universidad de Pinar del Río.

Altieri, M. A. y Toledo, V. M. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *E Journal of Peasant Studies*. 38 (3): 587-612.

Álvarez, A.; Campo, A.; Batista, E y Morales, A. 2015. Evaluación del efecto del bionutriente Fitomas-E® como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. *ICIDCA*, 49 (1): 3-9.

Armenta, B.; García, B.; Camacho, S.; Apodaca, L. y Montoya, P. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra-Ximhai*. 6 (1): 51- 56.

Arozarena, N. J.; Lino, A.; Sánchez, D.; Castellano, J. J.; Álvarez, S.; Croche, G.; Fernández, J.; Ramos, H.; Creagh, B.; Socas, U.; Meléndez, O. 2009. Sobre el cultivo de especies hortícolas en organoponía semiprotegida: densidad de siembra y manejo nutrimental En: *Jornada Científica del INIFAT “105 Aniversario de la Estación*

Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas” (CD).

Baños, H. L.; Alemán, J.; Martínez, M.; Ravelo, J.; Surís, M.; Miranda, I. y Rodríguez, H. 2009. Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. Cultivos Tropicales. 30 (1): 83-86.

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

Bécquer, C. J.; Prévost, D.; Gauvin, C. y Beadouin, A. 2013. Eficiencia simbiótica de Rhizobium nativos de Sancti Spíritus, Cuba, inoculados en *Centrosema molle*. Pastos y Forrajes. 36 (3): 322-328.

Biosca, A. 2001. ¿Qué son microorganismos eficientes? [en línea]. Disponible en: <http://es.answers.yahoo.com/question/index?qid=20080731132826aa6mgbr>. [Consulta: abril, 19 2018].

Biswas, S.; Lahiri, P. and Das, S. 2014. A study on the role of a close homologue of Bacillus cereus isolated from Metaphire posthumaon germination of gram (*Cicer arietinum* L.) seeds for its use as biofertilizer. Journal of Global Biosciences. 3 (4): 708-713.

Cabrera, Y. L.; Miranda, E. y Santana, Y. 2016. Efectividad y momentos de aplicación del biofertilizante EcoMic® en la producción de *Solanum lycopersicum* L. var. Mamonal 21. Avances. 18 (1): 76-84.

Casanova A.; Pupo; R.; Gómez; O. y Depestre, T. 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

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

Changas-Junior, A. F.; De Oliveira, A. G.; De Oliveira, L. A.; Dos Santos, G. R.; Changas, L. F. B.; Lopes da Silva, A. L. and da Luz Costa, J. 2015. Production of indole-3-acetic acid by bacillus isolated from different soils. Bulgarian Journal of Agricultural Science. 21 (2): 282–287.

Charles, N. J.; Arévalo, Jersys; Duquesne, Ailin H.; Alonso, N. J. and Díaz, L. 2015. Effects of mineral, organic and biological fertilization on the establishment of *Pochonia chlamydosporiavar catenulata* (Kamyschko ex. Barron and Onions) Zare & Gams in a protected crop. Protección Vegetal. 30 (3): 239-244.

Chen, L.; Lou-Zen and Cheng Y. 2001. Effect of effective microorganisms a growth media on the growth of potted Taiwan cherry seedlings (*Prunus campanulata* Maxim) [en línea]. Disponible en: [www.emtech.org](http://www.emtech.org). [Consulta: abril, 22 2018].

Correa, M. 2009. Microorganismos Eficaces (EM) [en línea]. Disponible en: <http://www.autosuficiencia.com.ar/shop/detallenot.asp?notid=543>. [Consulta: febrero, 18 2018].

Cueto y Otero. 2015. Fruticultura y Agroecología. Avances de la Agroecología en Cuba. Estación Experimental “Indio Hatuey”. p. 293 – 310.

Del Toro, F. L. 2010. Evaluación de diferentes dosis de aplicación de Fitomás-E® en el desarrollo vegetal del pepino (*Cucumis sativus*. L) de la variedad Hatuey-1 en la Estación de Investigación de la Caña de Azúcar “EPICA” de la provincia Holguín.

Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

Depestre, T. 2010. Guía técnica para la producción del cultivo del pimiento. Editora Agroecológica. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”, Quivicán. La Habana, Cuba. 18 p.

Di Fabio, Amanda; Lozoya-Gloria, Edmundo; dos Santos-Olivera, Filipe. 2000. Producción y manejo de cultivo pimiento. p. 3.

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

Díaz, R.; Martínez de Carrillo, M. y Salas, J. 2005. El cultivo de hortalizas en Venezuela. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Serie Manuales de Cultivo INIA No 2. Maracay, Venezuela. 192 p.

Díaz-Zorita, M. y Fernández, C. M. 2008. Análisis de la producción de cereales inoculados con *Azospirillum brasilense* en la República Argentina. En: Cassán F.; I.E. Garcia de Salamone (Eds.). *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Asociación Argentina de Microbiología. Buenos Aires. p. 155-266.

Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, R.; Fey Govín, L. y Ortega García, Marisel. 2006. Un siglo de investigaciones y comercialización de biofertilizantes en Cuba. Agrotecnia de Cuba. 30 (2): 79-90.

Dibut Álvarez, B.; Martínez-Viera, R.; Hernández Barrueta, G.; López Gutiérrez, Mirtha; Martínez Cruz, Angélica; Bach Álvarez, Teresa; Rivera Espinosa, R.; Hernández Rodríguez, Annia; Fernández Martín, F.; Medina Basso, N. y Herrera, R. A. 2011.

Surgimiento y desarrollo en Cuba de la red de producción de biofertilizantes y bioestimuladores. *Agrotecnia de Cuba*. 35 (1): 61-72.

EARTH. 2008. Tecnología EM. EMRO (Effective Microorganismo Research Organization Inc.). Limón, Costa Rica. 16 p.

Ecorganica, 2009. Los microorganismos benéficos [en línea]. Disponible en: <http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd>. [Consulta: febrero, 21 2018].

Escamilla, Nohemí; Obrador, J. J.; Carrillo, E. y Palma, D. J. 2015. Uso de fertilizantes de liberación controlada en plantas de teca (*Tectona grandis*), en la etapa de vivero. *Fitotecnia Mexicana*. 38 (3): 329 – 333.

Espinosa, A.; Ruiz, L.; Rivera, R y Espinosa, E. 2015. Efecto del Nitrógeno y Hongos Micorrízicos Arbusculares en dos clones comerciales de boniato sobre un suelo Pardo mullido carbonatado. *Centro Agrícola*, 42 (2): 39-46.

Fajardo, M. 2005. Efecto del sustrato en la calidad de la planta de *Swietenia macrophylla* King producida en vivero sobre tubetes. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Pinar del Río.

Falcón, A. B.; Costales, Daimy.; González, Dianevys y Nápoles, María C. 2015. Nuevos productos naturales para la agricultura las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 36 (1): 111-129.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1980. Los fertilizantes y su empleo. Guía de bolsillo para los extensionistas 3ra Edición. Roma, Italia. 54 p.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Agricultura orgánica, ambiente y seguridad alimentaria. Depósito de la FAO [en línea]. Disponible en: <http://www.fao.org>. [Consulta: mayo, 8 2018].

Fernández, G. 2007. Extracción análisis, estabilidad y síntesis de capsaicinoides. Cádiz. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencia y Tecnología Química. Universidad de Cádiz.

Fernández, L y Tejada, W. A. 2015. Instructivo: Manejo de la plantinera e introducción a la producción de plantines hortícolas. Ministerio de Asuntos Agrarios. Buenos Aires, Argentina. 13 p.

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

Fonseca, R.; Chailoux, M.; Tamayo, V.; Vega, G. y Anaya, K. 2012. Efecto de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L). Granma Ciencia. 16 (3): 1-9.

Fundases. 2014. Fundación de Asesorías para el Sector Rural. Microorganismos Eficaces [en línea]. Disponible en: <http://fundases.com/p/solbac.html>. [Consulta: marzo, 21 2018].

Gago Mesejo, D. 2015. Efecto de las heridas sobre la resistencia de frutos de pimiento a *Botrytis cinerea*. Facultade de Ciencias. Universidade da Coruña. 21 p.

Galindo, A. 2010. FitoMas-E®. Notas Técnicas. ACPA. (2): 17.

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

González, Maritza.; González, Martha.; Nápoles, E. y Baldaquín, Aimé. 2012. Efectividad de algunos biofertilizantes en el cultivo del garbanzo (*Cicer arietinum*, L.) en un suelo fersialítico pardo rojizo mullido. *Innovación Tecnológica*. 18 (2):1-10.

González, S.; Torres, Y.; Ortega, Rosalba y Furrázola, E. 2016. Hongos Micorrizógenos Arbusculares (Glomeromycota) de la playa Santa María del Mar, Cuba. *Jardín Botánico Nacional*. 37: 81-84.

Grosu, A. I.; Siciua, O. A.; Dobre, A.; Voaides, C. and Cornea, C. 2015. Evaluation of some *Bacillus* spp. Strains for the biocontrol of *Fusarium graminearum* and *F. culmorum* in wheat. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 6: 559-566.

Grupo Nacional de Agricultura Urbana. 2007. Manual Técnico para Organopónicos y Huertos Intensivos. Ciudad de La Habana, Cuba. 161 p.

Hernandez, Lisbeth; Aldrete, A.; Ordaz, V. M.; López, J. y López, M. A. 2014. Crecimiento de *Pinus montezumae* Lamb. en vivero influenciado por diferentes mezclas de sustratos. *Agrociencia*. 48 (6): 627 – 637.

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

Herrera, F.; Castillo, J. E.; Chica, A. F. and López, L. 2009. Use of municipal Solid Waste Compost (MSWC) as a Growing Medium in the Nursery Production of Tomato Plants. *Bioresource Technology*. 99 (2): 287-296.

Higa, T. 2004. La Tecnología de los Microorganismos efectivos “EM”. Conferencia dictada en el Real Colegio de Agricultura, Cirencester, Reino Unido.

Hoyos, D.; Alvis, N.; Jabib, L.; Garcés, M.; Pérez, D. y Mattar, S. 2008. Utilidad de los microorganismos eficientes en una explotación avícola de Córdoba. Parámetros productivos y control ambiental. *Medicina Veterinaria*. 13 (2): 2-4.

Hu, C. and Qi, Y. 2013a. Long-term effective microorganisms applications promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. *European Journal of Agronomy*. 46 (1): 63-67.

Hu, C. and Qi, Y. 2013b. Effective microorganisms and compost favor nematodes in wheat crops. *Agronomy for Sustainable Development*. 33 (3): 573-579.

Huerres, Consuelo y Caraballo, Nelia. 1996. *Horticultura*. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. p. 48.

ICIDCA. 2004. FitoMas. (Producto experimental, nombre provisional). Plegable. Instituto Cubano de Investigaciones de Derivados de la Caña de Azúcar. 5 p.

IDIAF (Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales). 2009. Beneficios de los microorganismos eficientes en la agricultura [en línea]. Disponible en: <http://www.idiaf.org.do/noticias/detallemain.php?recordID=971>. [Consulta: enero, 24 2018].

Ignatova, L.; Brazhnikova, Y.; Berzhanova, R. and Mukasheva, T. 2015. The effect of application of micromycetes on plant growth, as well as soybean and barley yields. *Acta Biochimica Polonica*. 62 (4): 669-675.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2013. Tecnología de bajo costo: guía de manejo de microorganismos eficientes (ME). Proyecto Red SICTA, Cooperación Suiza en América Central. Managua, Nicaragua. p. 5-6.

Javaid, A. and Bajwa, R. 2011. Field evaluation of effective microorganisms (EM) application for growth, nodulation, and nutrition of mung bean. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 35 (4): 443-452.

João, J. P.; Espinosa, A.; Ruiz, L.; Simó, J y Rivera, R. 2016. Efectividad de cepas de HMA en el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en dos tipos de suelos. Cultivos Tropicales, 37 (1): 48-56.

Khatab, O. H.; Nasib, M. A.; Ghoneimy, E. A.; Abo-Elnasr, A. A.; Hassan, H. A.; Hassan, M. Y. and Attitalla, I. H. 2015. Role of Microorganisms in our life's as ecofriendly and replacement for chemical methods. Int. J. Pharm. Life Sci. 6 (2): 4221-4229.

Kissing, L.; Pimentel, A. y Valido, María. 2009. Participatory soil improvement: A Cuban case study in fertility management. Cultivos Tropicales. 30 (2): 43-52.

Lambert, T.; Zamora, M. y Ramírez, A. 2011. Aplicación del FitoMas-E® al cultivo de lechuga [en línea]. Disponible en: <http://www.eft.com.ar> [Consulta: abril, 18 2018].

León, P. y Ravelo, R. 2010. Fitotecnia General aplicada a las condiciones tropicales. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba. p. 223.

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

López, R.; Montero, R.; Vera, J. A. y Rodríguez, Y. 2002. Evaluación de diferentes dosis de FitoMas-E® en el estudio del pepino (*Cucumis sativus* L.). Variedad SS-5, Complejo Científico-Docente "José Martí". Guantánamo, (ICIDCA). 11 p.

López, Y. y Pouza, Y. 2014. Efecto de la aplicación del bioestimulante Fitomas-E en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). DELOS. Desarrollo Local Sostenible. 7 (20): 1-10.

Maboko, M. M.; Du Plooy, C. P. y Chiloane, S. 2012. Effect of plant population, stem and flower pruning on hydroponically grown sweet pepper in a shadenet structure. African Journal of Agricultural Research. 7 (11): 1742-1748.

Madera, T.; Millas, R. and Tabora, P. 2009. The beneficial microorganisms contained in EM produce plant hormones, may have been healthier because of the inoculation of beneficial microorganisms [en línea]. Disponible en: [www.effectivemicroorganismstechnology.com](http://www.effectivemicroorganismstechnology.com). [Consulta: abril, 15 2018].

Martí, M. C.; Camejo, D.; Vallejo, F.; Romojaro, F.; Bacarizo, S.; Palma, J. M.; Sevilla, F. and Jiménez, A. 2011. Influence of fruit ripening stage and harvest period on the antioxidant content of sweet pepper cultivars. Plant Foods Hum. Nutr. 66: 416–423.

Martín, Gloria M.; Reyes, R. y Ramírez, J. F. 2015. Coinoculación de *Canavalia ensiformis* (L.) D.C, con Rhizobium y hongos micorrízicos arbusculares en dos tipos de suelos de Cuba. Cultivos Tropicales. 36 (2): 22-29.

Martínez Viera, R. 2011. Establecimiento de las bases científicas para la fabricación de biofertilizantes y bioestimuladores bacterianos de tercera generación. La Habana. Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias. INIFAT.

Martínez Viera, R. y Dá, Bernardo. 2012 Biofertilizantes bacterianos. La Habana: Científico-Técnica. p. 63 - 70.

Martínez Viera, R.; Dibut, B. y Ríos, Yoania. 2010. Efecto de la integración de aplicaciones agrícolas de biofertilizantes y fertilizantes minerales sobre las relaciones suelo-planta. Cultivos Tropicales. 31 (3): 27-31.

Mateos, R. M.; Jiménez, A.; Román, P.; Romojaro, F.; Bacarizo, S.; Leterrier, M.; Gómez, M.; Sevilla, F.; Del Río, L. A.; Corpas, F. J. y Palma, J. M. 2013. Antioxidant Systems from Pepper (*Capsicum annuum* L.): Involvement in the Response to Temperature Changes in Ripe Fruits. *Int. J. Mol. Sci.* 14: 9556-9580.

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

MINAG. 1984. Instructivo técnico del cultivo del pimiento. Dirección Nacional de Cultivos Varios. Ministerio de la Agricultura. La Habana. Cuba. 29 p.

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

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

Montaño-Mata, N. J. y Núñez, J. C. 2003. Evaluación del efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento en tres selecciones de ají dulce *Capsicum chinense* Jacq. en Jusepín, estado Monagas. *Facultad de Agronomía (LUZ)* 20: 144-155.

Moon, Y. H.; Lee, K. B.; Kim, Y. J. and Koo, Y. M. 2011. Current Status of EM (Effective Microorganisms) Utilization. *Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal.* 26 (5): 365-373.

Morales, J. 2005. Pimiento (*Capsicum annuum* L.) [en línea]. Disponible en: <http://www.infojardin.com/huertos/fichas/pimiento.htm>. [Consulta: marzo, 16 2018].

Moreira, Yanni; López, Yusdaimis; Lescaille, J y Osorio, J. 2016. Combinación de dos cepas de micorrizas con microorganismos eficientes en el cultivo de la habichuela. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 20 (2): 89-98.

Mujica, Yonaisy.; Mena, Aracely.; Medina, Aida y Rosales, P. 2014. Respuesta de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la biofertilización líquida con *Glomus cubense*. *Cultivos Tropicales*. 35 (2): 21-26.

Muñoz, L. 2016. Bioestimulantes Agrícolas para unas plantas más sanas [en línea]. Disponible en: [www.agrohuerto.com/bioestimulantes.agricolaspara.plantassanas](http://www.agrohuerto.com/bioestimulantes.agricolaspara.plantassanas). [Consulta: abril, 17 2018].

Oliet, J. A. 2000. La calidad de la planta forestal en vivero. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de Córdoba (ETSIAM). Córdoba. España. 93 p.

Olle, M. 2015. Influence of Effective Microorganisms on the growth and nitrate content of vegetable transplants. *Journal of Advanced Agricultural Technologies*. 2 (1): 25-28.

Olmo, Axayacatl. 2012. Horticultura Efectiva [en línea]. Disponible en: <http://www.horticulturaefectiva.net/2012/03/origen-del-pimiento.html>. [Consulta: mayo, 8 2018].

Osório, R.; Castañeda, Mirtha y Márquez, Carmen J. 2016. Comportamiento del cultivo del frijol a la aplicación de biofertilizantes y FitoMas-E<sup>®</sup>. *Hombre, Ciencia y Tecnología*, 20 (2): 48-56.

Pajarito-Ravelero, A. y Ibarra-Flores, J. M. 2012. Uso de biofertilizantes en la producción de grano y forraje de maíz en Durango. Libro técnico Núm. 7. Campo Experimental Valle del Guadiana. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP. México.

Pandey, S. K.; Yadav, S. K. y Singh, V. K. 2012. An overview on *Capsicum annum* L. Journal of Pharmaceutical Science and Technology. 4 (2): 821 – 828.

Parcero, R. 2014. Calidad y Potencial Antioxidante del Pimiento Morrón desarrollado con abonos orgánicos y arena en Invernadero. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”.

Peña, Maida Daylin; de Zayas, María Rosa y Rodríguez, Rosa Margarita. 2015. La producción científica sobre biofertilizantes en Cuba en el período 2008-2012: Un análisis bibliométrico de las cubanas. Cultivos Tropicales 36 (1): 44 – 54.

Pilates, M. 2008. Tecnología de los microorganismos eficientes [en línea]. Disponible en: [delivery www.martinguidofitness.com](http://www.martinguidofitness.com) [Consulta: febrero, 11 2018].

Pinto, M. 2013. El cultivo del pimiento y el clima en Ecuador. EL agro. p. 46-47.

Prieto, M.; Peñalosa, J.; Sarro, M. J.; Zornosa, P. y Garate, A. 2003. Growth and nutrient uptake in sweet pepper (*Capsicum annum*, L) as affected by the growing season. In: Procln Fert Soc and Dahlia Greidinger Symposium “Nutrient, Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems”. p. 362-365.

Prieto, R. J.; Vera, G. y Merlín, E. 2003. Factores que influyen en la calidad de brinzales y criterios para su evaluación en vivero. Folleto Técnico Número 12. Primera reimpresión. Campo Experimental Valle del Guadiana-INIFAPSAGARPA. Durango, México. 24 p.

Pulido, J.; Soto, R y Castellanos, R. 2013. Efecto del Biobrás y el FitoMas-E® en el tomate de crecimiento indeterminado en casas de cultivo protegido. Centro Agrícola. 40 (1): 29-34.

Rai, N.; Saniya, P.; Rathore, D. S. 2014. Comparative Study of the Effect of Chemical Fertilizers and Organic Fertilizers on *Eisenia foetida*. International Journal of Innovative Research in Science. 3 (5): 12 991-12 998.

Ramírez, I. y Blanco, D. 2009. Estudio de la inclusión de microorganismos benéficos en el control de las emisiones de amoníaco presentes en las excretas avícolas en la Granja San Vicente, de la provincia El Oro, Ecuador. En: Congreso Agrociencia. Habana, Cuba. (CD).

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

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

Ríos, Yoania; Rojas, Marcia; Ortega, Marisel; Dibut, B y Rodríguez, Janet. 2015. Percepción de señales de los hongos micorrízicos arbusculares por plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en las fases iniciales del establecimiento de la simbiosis. Cultivos Tropicales, 36 (3): 40-44.

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

Rodríguez, M. 2009. Microorganismos Eficientes (EM) [en línea]. Disponible en: <http://aia.uniandes.edu.co/documentos/articulo%20em%20manuel%20r..pdfi> [Consulta: marzo, 25 2018].

Rodríguez, S. 2011. ¿Qué Agricultura estamos haciendo?. La educación agropecuaria en la escuela cubana actual. Universidad de Ciencias Pedagógicas. Félix Varela Morales. Santa Clara, Villa Clara, Cuba. p.17-23.

Rodríguez, Y. 2010. Estrategia de diversificación de la producción en el sistema agroforestal de la Empresa Café y Cacao «Yateras», Guantánamo. Pinar del Río. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Pinar del Río.

Romero-Arenas, O.; López Escobedo, Romelia; Damián Huato, M. Á.; Hernández Treviño, I.; Parraguirre Lezama, J. F. y Huerta Lara, M. 2012. Evaluación del residuo de cáscara de nuez (*Juglans regia* L.) en la producción de plántulas de *Pinus patula*, en vivero. Agronomía Costarricense 36 (2): 103-110.

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

Ruiz, M.; Geada, Déborah; Muñoz, Yaumara; Martínez, A.; Santana, Y.; Benítez, Mileisy; Aroca, R y Ruiz, J. M. 2015. La simbiosis micorrízica arbuscular en plantas de arroz (*Oryza sativa* L.) sometidas a estrés hídrico. Parte II Respuesta bioquímica. Cultivos Tropicales, 36 (3): 88-95.

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

Saintmartin, R. 2007. Microorganismos efectivos EM, Que son [en línea]. Disponible en: <http://www.emyucatan.com> [Consulta: abril, 17 2018].

Santa Cruz, Gladis; Zabala, María Irene y Ventura, J. 2011. Compendio de Agronomía. 3<sup>er</sup> año. Primera parte. Editorial Pueblo y Educación. Tercera edición. La Habana, Cuba. p. 113.

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

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

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

Saxena, J.; Rawat, J. and Sanwal, P. 2016. Enhancement of Growth and Yield of Glycine Max Plants with Inoculation of Phosphate Solubilizing Fungus *Aspergillus Niger* K7 and Biochar Amendment in Soil, Communications in Soil Science and Plant Analysis.

Schlatter, D.; Fubuh, A.; Xiao, K.; Hernandez, D.; Hobbie, S. and Kinkel, L. 2009. Resource Amendments Influence Density and Competitive Phenotypes of *Streptomyces* in Soil. Microbial Ecology. 57: 413-420.

Serrano, A. 2009. Influencia de la aplicación de dos bioestimulantes en el crecimiento, desarrollo y productividad de la habichuela (*Vigna unguiculata* (L.) Walp Cv. gr. Sesquipedalis) variedad Lina. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agropecuario. Universidad de Granma.

Shuichi, O. 2009. Red de Agricultura Natural para la Región Asia/Pacífico. (APNAN). Manual de Aplicación. Traducción del manual editado por EM technologies Inc. [en línea] Disponible en: <http://em.iespana.es/manuales/apnan/apnan.html> [Consulta: febrero, 12 2018].

Sigarroa, A. 1985. Biometría y diseño experimental. La Habana. Editorial Pueblo y Educación. 743 p.

Silva, M. 2009. Microbiología General [en línea]. Disponible en: <http://microbiologia-general.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html> [Consulta: febrero, 12 2018].

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

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

Sousa, C.; Fermino, A. and Garrido, M. 2008. Characterization of *Streptomyces* with potential to promote plant growth and biocontrol. *Scientia Agricola*. 65 (1): 50-55.

Talaat, N. B. 2015. Effective microorganisms modify protein and polyamine pools in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under saline conditions. *Scientia Horticulturae*. 190: 1-10.

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

Terry, E.; Ruiz, Josefa; Tejeda, Tamara y Díaz, María M. 2013. Respuesta del cultivo de la habichuela (*Phaseolus vulgaris* L. var. Verlili) a la aplicación de diferentes bioproductos. *Cultivos Tropicales*. 34 (3): 5-10.

Thompson, B. 1985. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: Durges, M. L. (ed). *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. Forest Research Laboratory. Oregon State University. Corvallis, OR, USA. p. 59-65.

Thompson, B. 2009. Seedling morphological evaluation. What can you tell by looking. In: *Evaluating seedling quality: principles, procedures and predictive abilities of major test*. M. L. Duryea eds. Forest Research Laboratory. Oregon State University.

Tomich, T.; Brodt, S.; Ferris, H.; Galt, R.; Horwath, W. R.; Kebreab, E.; Leveau, J. H.; Liptzin, D.; Lubell, M.; Merel, P.; Michelmore, R.; Rosenstock, T.; Scow, K.; Six, J.; Williams, N. y Yang, L. 2011. Agroecology: A review from a global-change perspective. *Annual Review of Environment and Resources*. 36: 193-222.

Torrientes, D. 2010. Aplicación de bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo de la caña de azúcar. Perspectiva de su uso en Cuba. *Cultivos Tropicales*. 31 (1): 19-26.

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

Uwe, R. 2007. The EM use manual in hotel and restaurants. AGEARTH, Yucatán, México. p. 4

Vidal, A. 2005. Enciclopedia básica visual. Editorial: Océano. Tomo VIII. p 37- 44.

Villar, J.; Montano, R y López, R. 2005. Efecto del bioestimulante FitoMas E<sup>®</sup> en cultivos seleccionado. ICIDCA, 39 (2): 41-45.

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.

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

Yumar, J. 2007. Efecto de tres dosis de FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo de pimiento y maíz. Informe al proyecto ICIDCA.

Yumar, J.; Montano, R y Villar, J. 2010. Efectos del FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo de cebolla. ICIDCA, 44 (2): 21-25.

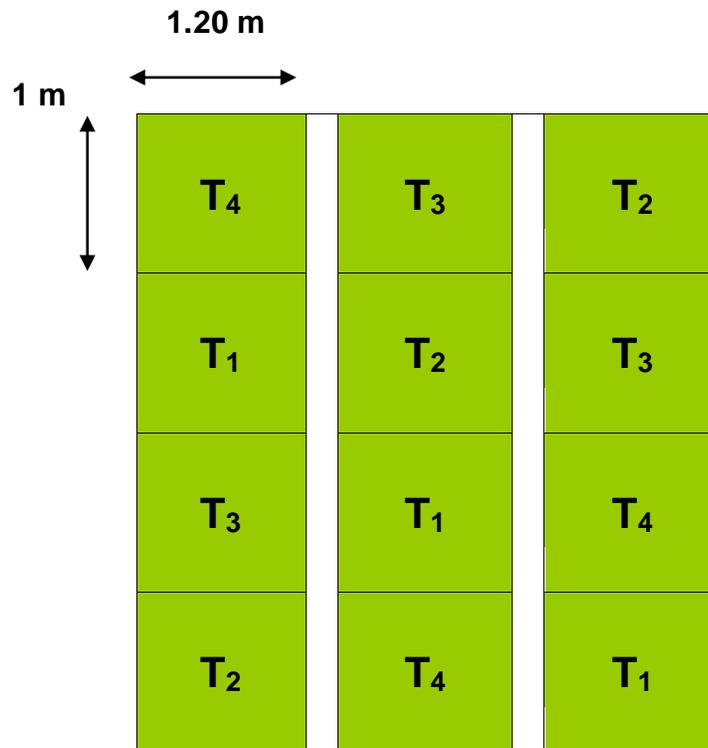
Zaldívar, P. 2012. Evaluación de algunos extractos de plantas y el bioestimulante Fitomás-E en la respuesta agroproductiva del pepino (*Cucumis sativus*, L) var. Poinset en área específica del municipio Holguín. Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Holguín.

Zhou, Q.; Li, K.; Jun, X. and Bo, L. 2009. Role and functions of beneficial microorganisms in sustainable aquaculture. Bioresource Technology. 100: 3780-3786.

Zuaznábar, R.; Díaz, J. C.; Montano, R.; Córdoba, R.; Hernández, F.; Jiménez, F.; García, E.; Angárica, E.; Hernández, I. y Morales, Y. M. 2005. Resultado de la Evaluación Experimental y de Extensión del Bioestimulante Fitomas en Caña de azúcar. Informe Zafra 2003- 2004. INICA. Cuba. 49 p.

## ANEXOS.

Anexo 1. Diseño experimental Bloque al azar.



### Leyenda:

T1 = Control sin aplicación de producto.

T2 = Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$ .

T3 = FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$

T4 = Microorganismos eficientes a  $4 \text{ mL.m}^{-2}$  + FitoMas-E® a  $0,1 \text{ mL.m}^{-2}$