

UNIVERSIDAD DE MATANZAS



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES  
"INDIO HATUEY"



UNIVERSIDAD DE MATANZAS



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE PASTOS Y FORRAJES  
"INDIO HATUEY"



## PENSAMIENTO

*Para hacer producir es necesario salir de las oficinas, internarse en el campo, ensuciarse las manos y sudar... Es el único lenguaje que entiende el suelo, las plantas y los animales.*

*Dr.C. Norman Ernest Borlaug*

*Premio nobel de la Paz, 1970.*



## DEDICATORIA

A mi Madre y mi hermano, artífices de mi personalidad y valores

A mi esposa, por su comprensión, por su perseverancia y amor

A mis hijos Randy y Brayan, mis únicas razones de ser y servir.

A mis amigos

A todos los que creen que un mundo mejor es posible,

un mundo donde se respeten

y conserven los recursos naturales y sean usados con equidad,

donde se enseñen los

valores sociales y el hombre sea tratado con igualdad,

un mundo con seguridad

alimentaria, salud y amor.... y cada día trabajan para conseguirlo.

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Hay sueños que no se duermen,  
hay sueños que llegan tarde  
pero encuentran su estación.  
Los sueños son ese instante,  
la luz que ve el caminante  
debajo del corazón.*

*Liuba María Hervia.*

Pocas personas, que se consideren humildes, podrán, en pocas palabras, agradecer a todos los que les han ayudado. Es por ello que pido disculpas si alguna no se siente relegada en mis agradecimientos, a todos los llevo presentes por igual y espero retribuirles con mi amistad y gratitud eterna.

A la Revolución que me permitió, siendo hijo de una humilde familia, estudiar y prepararme como profesional para contribuir al desarrollo de mi país y de otros países del mundo.

Al MS.c. Juan Francisco González Nodarse (Panchito), por inculcarme principios tan elementales como la ética profesional, la voluntad de ayudar y hacer el bien, la perseverancia, la exigencia y el rigor en todo lo que se hace, poniendo en todo lo que se hace amor y sacrificio. También por acompañarme durante estos años, por disfrutar mis éxitos, así como la sonrisa y el llanto de mi hijo Brayan, por verlo crecer juntos, por sufrir mis problemas y por ser más que mi tutor, por ser amigo.

Al Dr.C. Anesio Rolando Mesa Sardiñas, por su apoyo en tomar las riendas de esta tesis, por su colaboración constante, debates y sugerencias oportunas. Aprendí de usted que la polémica impulsa el trabajo y que es parte imprescindible de un equipo. Gracias por apoyarme, estimarme y hacerme comprender que todo aún no estaba perdido.

Al Dr.C. Giraldo Martín Martín, siempre te tomaré como un ejemplo a seguir, te debo muchas de las cosas que aprendí, en lo profesional y en lo personal, contigo maduré en todos los sentidos, confiaste siempre en mí, de ti aprendí lealtad e incondicionalidad, que no importan las cosas materiales si el resto no está bien y que la amistad debe superar todos los obstáculos.

Al Dr.C. Jesús Suarez Hernández (Chuchy), puedo exponer millones de razones por las que te estaré eternamente agradecido, todos lo saben. Prefiero sólo decir que te agradezco por ser simplemente un preciado amigo y porque me será imposible encontrar en alguien más tanta incondicionalidad, entrega, sacrificio sin límites y desinterés, tú no necesitas nada más que decir, porque entiendes que las palabras me son insuficientes.

Quiero agradecer los profesores de la Maestría por su preparación, entrega y ejemplo personal a todos por siempre estar dispuestos a ayudarnos en lo que fuera necesario e impulsarnos con cariño y apoyo incondicional.

A mis compañeros de trabajo en la Estación Experimental de Pastos y Forraje “Indio Hatuey”, colectivo ejemplo de la ciencia y consagración, muy especial a mis obreros del organopónico, por sensibilizarse con las metas identificadas, por sin entenderlo muchas veces me ayudaban cuando las cosas se tornaban difíciles, por comprenderme, les debo muchísimo, pero sé que a ustedes, más que a nadie, les tocó muy de cerca sobrellevarme.

Por ultimo por el lugar que ocupan en mi corazón, dejo para el final a mi familia, de la que siempre recibí aliento, comprensión y entrega total, “en las buenas y en las malas”, la que nunca me falló y siempre confió en mí. Para ellos y por ellos, hice, entrego y defiendo este trabajo científico.

.A todos mis amigos, que son muchos.

A todos mis compañeros de trabajo

A los que ya no están presentes.

Gracias

## Abreviaturas

<b>Abreviatura</b>	<b>Significado en español</b>
AU	Agricultura urbana
H <sub>2</sub> O	Agua
IH plus	Biopreparados a base de microorganismos nativos
Ca	Calcio
C	Carbono
cm	Centímetro
ddt	Días después del trasplante
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
Ec	Efecto económico
ES ±	Error estándar del factor
Fig	Figura
P	Fósforo
G	Ganancia
°C	Grados Celsius
g	Gramo
GNAU	Grupo Nacional de Agricultura Urbana
ha	Hectárea
HMA	Hongos Micorrizógenos Arbusculares
ICIDCA	Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar
INCA	Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas
INIFAT	Instituto Nacional de Investigaciones de la Agricultura Tropical
IFA	International Fertilizer Industry Association
kg	Kilogramo
L	Litro
Mg	Magnesio
m	Metro
msnm	Metros sobre el nivel del mar
BFN	Microorganismos fijadores del dinitrógeno
mg	Miligramo
ml	Mililitro
mm	Milímetro
MINAGRI	Ministerio de la Agricultura
N	Nitrógeno
No.	Número
FAO	Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Óxido de fósforo
K <sub>2</sub> O	Óxido de potasio
ppm	Parte por millón
%	Porcentaje
K	Potasio
B/C	Relación Beneficio/Costo
t	Tonelada
T	Tratamiento
U	Unidad

## RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto del EcoMic<sup>®</sup> y FitoMas-E<sup>®</sup>, así como su combinación con elIH plus, en el rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L), variedad Amalia, se realizó un estudio en el organopónico el Cacique, perteneciente a la Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey, en el municipio de Perico, provincia de Matanzas, desde septiembre hasta diciembre del 2014. El área se distribuyó en cinco tratamientos (Testigo (T1), Aplicación de EcoMic<sup>®</sup> (T2), Aplicación de EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup>. (T3), Aplicación de EcoMic<sup>®</sup> + IHplus<sup>®</sup>(T4) y Aplicación de EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup> + IHplus<sup>®</sup>(T5). Los indicadores evaluados en el cultivo fueron: altura de la planta, diámetro del tallo, flores por planta, número de frutos por planta y rendimiento/m<sup>2</sup>. Los resultados demuestran que todos los tratamientos fueron mejores y significativamente diferentes del testigo, donde se utilizó de forma combinada el EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup> + IHplus<sup>®</sup>(T5), se aprecia un incremento significativo en la altura de las plantas, diámetro del tallo, flores por planta, número de frutos/plantas y rendimiento. La aplicación de IHplus<sup>®</sup>, en combinación con el resto de los bioproductos, permite potenciar el efecto, como bioestimulante y bioestimulador, ya reconocido en otros cultivos. Con el empleo del EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup> +IHplus<sup>®</sup>, resultaron más rentable, con una relación beneficio/costo de 2,41 y no solo demostraron ser sostenible la producción de tomate en organopónicos del país, sino además brinda una importante contribución al cuidado del medio ambiente, a partir de disminuir la contaminación ambiental.

## Índice de figuras

<b>Número de Figura</b>	<b>Contenido de la figura</b>	<b>Página</b>
Figura 1.	Ubicación geográfica del área experimental	21
Figura 2.	Distribución de los tratamientos en las parcelas experimentales según el diseño propuesto señalado	25
Figura 3.	Arado utilizado en la siembra	26
Figura 4.	Elaboración del IHplus®	27
Figura 5.	Crecimiento de la planta de tomate (altura de la planta) en diferentes momentos a partir del trasplante	30
Figura 6.	Frutos por planta del tomate. Var. Amalia, de acuerdo a los tratamientos empleados	44
Figura 7.	Indicador rendimiento del tomate	48

## Índice de tablas

Número de tabla	Contenido de la tabla	Página
Tabla 1.	Comportamiento de las variables climatológicas, precipitación (mm) y temperatura media del aire ( <sup>0</sup> C) durante el período de investigación.	22
Tabla 2.	Comportamiento de las variables diámetro del tallo y flores por planta del tomate.	37
Tabla 3.	Gastos incurridos en el experimento.	53
Tabla 4.	Costos e ingresos de los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate var. Amalia.	54

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>4</b>
I.1. La Agricultura Urbana .....	4
<i>I.1.1. Antecedentes y Conceptualización</i> .....	4
<i>I.1.2. Los Organopónicos</i> .....	6
I.2. El tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.).....	8
<i>I.2.1. Taxonomía del tomate</i> .....	8
<i>I.2.2. Origen, distribución e importancia del tomate</i> .....	9
<i>I.2.3. Descripción morfológica del cultivo del tomate</i> .....	10
<i>I.2.4. Exigencias ecológicas del cultivo del tomate</i> .....	11
<i>I.2.5. El tomate variedad Amalia</i> .....	13
<i>I.2.6. La nutrición en el cultivo del tomate</i> .....	14
I.3. Utilización de los bioabonos y los biofertilizantes.....	15
I.4. Bioestimuladores en el crecimiento vegetal .....	17
I. 5. Los biopreparados a base de Microorganismos Eficientes (EM).....	19
<b>II. MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	<b>21</b>
II.1. Localización del área experimental.....	21
II.2. Características edafoclimáticas.....	21
II.3. Descripción del experimento.....	22
<i>II.3.1. Biofertilizante y Bioestimulante utilizados en el experimento.</i> .....	23
<i>II.3.2. Diseño experimental y tratamientos</i> .....	24
<i>II.3.3. Procedimiento experimental</i> .....	26
II.4. Variables estudiadas.....	28
II.5. Análisis estadístico .....	28
II.6. Valoración económica.....	28

<b>III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>29</b>
III.1. Evaluación de la aplicación simple y combinada de los bioproductos sobre los indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) en condiciones de organopónico. ....	30
<i>III.1.1. Índices de crecimiento del tomate Var. Amalia.....</i>	<i>30</i>
<i>III.1.2. Diámetro del tallo y flores por planta del tomate Var. Amalia. ....</i>	<i>37</i>
<i>III.1.3. Índice de frutos por planta del tomate Var. Amalia. ....</i>	<i>44</i>
<i>III.1.4. Rendimiento del tomate. Var. Amalia.....</i>	<i>48</i>
III.2. Valoración Económica.....	53
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>56</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>58</b>

## INTRODUCCIÓN

*“En medio de la crisis del sistema alimentario global de dimensiones ecológicas, económicas y sociales. Mientras que en todo el mundo existen múltiples modelos de desarrollo agrícola alternativo, que son comunitarios e impulsados por los mismos productores, que funcionan y son económicamente viables, Cuba ofrece uno de los pocos ejemplos donde se han adoptado cambios en la política y otorga considerables recursos gubernamentales que han apoyado este movimiento”....(Rosset & Bourque, 2001).*

La producción de alimentos a nivel global representa en pleno siglo XXI un gran reto, debido fundamentalmente a las actividades antropogénicas que han dado lugar a un aumento en la atmósfera de la concentración de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O(WMO, 2008), a pesar del debate a nivel mundial sobre la protección del medio ambiente y el calentamiento global (Salomón *et al.*, 2009), lo que ha traído consigo la reducción en los servicios de los ecosistemas, el aumento de la frecuencia de los fenómenos extremos, especialmente la sequía y la pérdida en la biodiversidad (Godfray *et al.*, 2010).

Todo lo anterior, puede asegurar que la agricultura actual afronta grandes desafíos, entre ellos, producir alimentos suficientes para una población cada vez más creciente. Para lograr este objetivo la humanidad enfrenta el reto de producir alimentos que minimicen el empleo de productos nocivos al ambiente y que, en algunos casos, están alcanzando niveles irreversibles que ha provocado la inutilización de áreas por: .a) pérdida de suelos por erosión y mal manejo y b) disminución de la biodiversidad, por el empleo excesivo de agroquímicos, produciéndose un impacto negativo en la sostenibilidad de los agroecosistemas (Martínez y Rosset, 2010).

Esta realidad busca el consenso necesario para dar un buen cuidado al medioambiente y la resiliencia al cambio climático (Starr *et al.*, 2011, Martínez, 2012). Ante esta situación la Agricultura Urbana (AU) ayuda a mitigar los impactos al medio ambiente y las amenazas a la seguridad alimentaria (FAO, 2014a). Estimaciones sistemáticas de la prevalencia de la AU son notables y en crecimiento (Hamilton *et al.*, 2014), por tanto contribuye con cantidad y variedad de productos agrícolas que son consumidos en Asia y América (Maxwell, 2001).

Los últimos años se ha visto con gran interés la producción de alimentos a partir de la AU (Rodríguez *et al.*, 2010). Esta modalidad de producción está creciendo en alcance y extensión, con muchos beneficios documentados, reportando volúmenes de producción

de alimentos e ingresos que incluyen oportunidades de empleo a tiempo completo (Drechsel y Keraita, 2014; Smart *et al.*, 2015), además, ofrece una serie de beneficios sociales como: utilización de espacios públicos ociosos, un mayor sentido del lugar, la seguridad alimentaria, la actividad física, la inclusión social, y la mejora de la salud y la nutrición (Hampwaye, 2013).

La AU en Cuba, ha sido muy importante para mejorar el nivel de vida de la población (Companioni *et al.*, 2001; Socorro *et al.*, 2002). La experiencia desarrollada por los agricultores en miles de organopónicos, huertos, parcelas y patios de las ciudades del país ha prosperado por la adopción de nuevas prácticas agroecológicas que actúan sobre la fertilidad biológica del suelo, las variedades tradicionales, el respeto de los ciclos naturales de los cultivos y la posibilidad que tiene de ofertarlos frescos cercanos al consumidor (Baranski *et al.*, 2014), en un país donde se comienza a desarrollar un mercado de insumos orgánicos (Nova, 2013) y se inicia una integración de la producción de alimento y la energía de los ecosistemas (Suárez, 2015).

Los organopónicos, como parte de la AU han experimentado avances, sin embargo, cuenta con retos y dificultades que según Casimiro (2016), debemos enfrentar con innovaciones locales que permitan dar respuestas a las difíciles situaciones que enfrentamos en el día a día, con el fin de obtener producciones estables, resistentes a los embates económicos y climáticos, que no atente contra la salud humana ni el medio ambiente, que sean sanas y en armonía con la naturaleza.

Entre ellas, está garantizar una fertilización equilibrada y sana que propicie mejoras en los rendimientos (López *et al.*, 2003), en conformidad con los principios de la agricultura sostenible (Gómez *et al.*, 2000). Uno de los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica es el uso de bioproductos, tanto biofertilizantes como bioestimuladores, lo que constituye en los sistemas productivos una alternativa viable (Montano *et al.*, 2003), con el fin de mantener sistemas que logren sinergias en el tiempo (Funes-Monsote *et al.*, 2011).

El tomate (*Solanum lycopersicum* L), es uno de los cultivos más importantes en la producción hortícola cubana, ya que representa un sector de exportación y consumo (Gómez *et al.*, 2010). Puede ser cultivado en el todo el país y su producción se ha diversificado a través del programa de la AU (Rodríguez *et al.*, 2010).

El tomate, es la hortaliza de mayor valor económico, por lo que su demanda está continuamente en aumento y con ella su producción y cultivo (Carrari, 2006). En Cuba, se ha comercializado en los últimos años más de  $2 \times 10^5$  t (FAOSTAT, 2015).

En este contexto, son numerosos los trabajos realizados en el cultivo del tomate con el propósito de incrementar los rendimientos en este cultivo, que incluyen el aporte de fuentes de diferentes tipos de bioproductos, con diversos usos (Vilches y Núñez, 2000). No obstante, la solución de los principales problemas que afectan los cultivos agrícolas debe ser visto, como señalan Funes-Monzote *et al.* (2011), con un enfoque sistémico e integrador y no como una solución aislada, pues se concatenan factores naturales y antrópicos.

La necesidad de sistematizar la aplicación de diferentes alternativas de fertilización-nutrición del cultivo del tomate en los organopónicos, fundamentalmente las que consideren el empleo de bioproductos, con vista a minimizar el suministro de fertilizantes inorgánicos y sustentar en el tiempo rendimientos eficientes del cultivo, constituye el **problema científico a resolver**, y a cuya solución contribuye la presente tesis, para lo cual se planteó la siguiente **hipótesis de trabajo**:

*“La utilización de los bioproductos EcoMic<sup>®</sup>, FitoMas-E<sup>®</sup> e IHplus<sup>®</sup>, permitirá que se obtengan rendimientos eficientes del tomate cultivado en organopónico en un ambiente más estable desde el punto de vista ecológico”.*

**Objetivo general:**

Evaluar el efecto de los bioproductos EcoMic<sup>®</sup>, FitoMas-E<sup>®</sup> e IHplus<sup>®</sup>, a través de su acción en la nutrición de las plantas, en la producción eficiente del cultivo del tomate Var. Amalia en organopónico.

**Objetivos específicos:**

- Determinar el efecto de la aplicación de los bioproductos en algunos indicadores del crecimiento vegetativo, y productivos del tomate Var. Amalia en organopónico.
- Valorar económica de la efectividad de los tratamientos con bioproductos en la eficiencia productiva del cultivo del tomate Var. Amalia en organopónico.

## **I. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

A la producción de hortalizas se le confiere gran importancia por lo que representan en la dieta humana, ya que participan en la neutralización de sustancias ácidas producidas durante el proceso de digestión de carnes, quesos y otros alimentos, también son fuentes de elementos minerales que el cuerpo humano necesita, especialmente de calcio y hierro; son proveedoras de vitaminas como A, C y B<sub>1</sub>, entre otros como azúcares (glucosa y fructosa), ácidos orgánicos (cítrico y málico), aminoácidos libres (ácido aspártico, ácido glutámico), sales de glutamina, potasio y fosfato (Salles, 2003), además, contienen cantidades variables de muchos compuestos que son muy importantes para la salud humana (George *et al.*, 2011; Hallmann, 2012).

### **I.1. La Agricultura Urbana**

#### *I.1.1. Antecedentes y Conceptualización*

La AU en Cuba era una actividad realizada fundamentalmente por ciudadanos de orígenes españoles y asiáticos, y constituía una vía para obtener ingresos, carente de políticas estatales de promoción y apoyo. El esfuerzo por desarrollarla recaía en los propios productores para garantizar el sostén económico de la familia; sin embargo, con el triunfo de la Revolución, entre 1959 y 1990, la producción agraria fue garantizada por el Estado, a través de las empresas agropecuarias y las cooperativas. En esa etapa la AU prácticamente era inexistente, más bien realizada por algunos pobladores aislados con hábitos de siembra en su condición de emigrantes del campo, y dirigían la producción a las hortalizas, vegetales, flores y condimentos (Colectivo de autores, 2007).

Estos productores realizaban las siembras directamente sobre las tierras en forma de canteros, y aprovechaban las condiciones topográficas del terreno, obtenían agua de los ríos y arroyos cercanos, y en su defecto mediante la construcción de pozos. Como denominador común eran siembras en pequeñas extensiones de tierra y por lo regular los productores residían en las propias áreas productivas y no era común el control fitosanitario de las cosechas. La producción de vegetales y hortalizas se mantuvo alejada de las ciudades, con la incoherencia lógica del distanciamiento entre el lugar de producción y el de consumo.

A partir de la década del 90, Cuba se vio afectada con la desaparición del campo socialista, que implicó una variación en las condiciones económicas de la nación, por lo que la dirección del país aprobó nuevos principios políticos viables, instituyendo nuevas estrategias que modificaron las formas de producciones agropecuarias mediante la entrega de tierras ociosas en usufructo como vía para garantizar fuentes estables y seguras de empleo, para el personal afectado y garantizar una solución estable para la producción de alimentos necesarios para la población cubana (Oramas, 2002).

También se inició la construcción de organopónicos, que constituyó una de las vías idóneas para la producción en gran escala de alimentos mediante un movimiento popular. De esta forma se fueron incrementando muchas producciones en pequeñas áreas, y los recursos existentes en cada localidad se destinaban para la venta directa en el lugar de producción (López, 2000).

El estado cubano en 1993 encargó al Ministerio de la Agricultura la aplicación de los lineamientos rectores de las políticas establecidas de la AU por personas poseedoras de pequeñas parcelas para el cultivo y la cría de animales con producciones de hortalizas, vegetales, plantas ornamentales, de flores, condimentos y plantas medicinales; ello es una tradición cultural de la población adquirida de los campesinos emigrantes hacia las ciudades; también es una situación generalizada en América Latina (Pavó, 2012).

La AU se organiza desde el nivel nacional hasta el municipal con estructuras empresariales, cooperativas y privadas, dentro de ellas se desarrollan los diferentes subprogramas. Esta modalidad de agricultura es participativa y popular, en la cual la gran heterogeneidad de las condiciones en que se desarrolla, obliga al productor a realizar constantes ajustes en las técnicas a utilizar, para crear las mejores condiciones a las plantas. Hay que señalar que la AU ha logrado un nivel de establecimiento y desarrollo que la sitúa como un componente seguro (aunque modesto) de la Economía Local que se aspira alcanzar (González, 2002).

Actualmente la AU cuenta con subprogramas como la producción de hortalizas, plantas medicinales, condimentos, granos, frutas y crianza de animales (gallinas, conejos, ovinos, caprinos, porcinos, abejas y peces), que se desarrollan a través de todo el país. Cada uno de los 28 subprogramas (Cárdenas, 2009).

La AU constituye una forma de producción sostenible que incluye las siguientes características: evitar o excluir el uso de insumos externos de síntesis química. Este se basa en una planificación a largo plazo del manejo del suelo, incluye un plan de rotación balanceada de cultivos, incorporación de materia orgánica, utilización de cultivos de cobertura y abonos verdes, adecuadas prácticas de labranza y conservación de suelos y agua, control biológico de plagas, recicla nutrientes, diversifica la producción y conserva el medio ambiente (Méndez y Rivas, 2011).

El desarrollo agrícola urbano constituye un reto para productores e investigadores. Esta actividad productiva se desarrolla con la finalidad de obtener producciones más sostenibles tener en cuenta para el manejo de agroecosistemas (García *et al.*, 2012). La diversidad de productos agrícolas en este sistema de producción, se ha incrementado de manera sostenida y como consecuencia, la producción de semillas de alta calidad adquiere gran relevancia (Companioni, 2006).

Según Socorro *et al.* (2002), la AU puede contribuir a dar un salto cualitativo acorde a las metas que enfrenta este movimiento creciente en la sociedad cubana, para demostrar las posibilidades que existen para producir alimentos en las ciudades. Este sector se ha desarrollado de manera sostenida, y hoy es un importante abastecedor de alimentos a la población (Rodríguez *et al.*, 2010).

### *1.1.2. Los Organopónicos*

Un organopónico es una especie de huerto en la que se siembran y cultivan las plantas sobre un sustrato formado por suelo y materia orgánica mezclados en un contenedor y que se basa en los principios de la agricultura orgánica. Los contenedores pueden ser de distintos tipos y materiales.

Se construyen canteros sobre superficies artificiales, y están constituidos por guarderas o paredes laterales de diferentes materiales, los cuales se rellenan con un sustrato conformado con materia orgánica y suelos, sobre el cual crecen los cultivos. Se clasifican según su tamaño: grande, de una hectárea o más; los medianos o populares, de unos 500 m<sup>2</sup>; y los pertenecientes a organismos, cuya producción se consume sobre todo en comedores obreros. Las posibilidades de expansión de esta forma productiva son ilimitadas (MINAGRI, 2002).

Los mismos pueden destinarse a la producción de vegetales, plantas medicinales y condimentosas. La palabra organopónicos viene de una adaptación del término hidropónico. Este tipo de cultivo es una modalidad de agricultura, útil para las condiciones en que no se dispone de un suelo cultivable fértil (Peña, 1998) y se quiere utilizar este espacio para la producción vegetal de forma intensiva y bajo principios de producción orgánica. (Rubiel, 2008).

Sus beneficios económicos son que generan pocos gastos al agricultor, pues los recursos a utilizar son de factibles alcances ya que la naturaleza los aporta. La factibilidad del cultivo organopónico se explica porque si bien aproximadamente 1 m<sup>2</sup> de superficie de cultivo (superficie del cantero), que requiere 0,3 m<sup>3</sup> de la mezcla suelo + materia orgánica, es capaz de producir entre 20 y 30 kg de vegetales frescos de excelente calidad biológica en un año (Rodríguez *et al.*, 2010).

Por su parte, los organopónicos reducen el uso de pesticidas químicos y fertilizantes sintéticos (derivados del petróleo) por una agricultura limpia, la cual puede utilizar técnicas artesanales como es la solarización de los canteros para control de malezas y plagas en el suelo, también de fertilizantes u abonos orgánicos como son el humus de lombriz entre otros biofertilizantes, los cuales son inocuos para el ser humano (García *et al.*, 2012).

De igual forma, aseguran en lo fundamental un adecuado control de plagas y enfermedades mediante productos biológicos, el uso de trampas o “banderas”; de plantas repelentes, así como barreras de plantas que se constituyan reservorios de insectos benéficos. Sobre todos estos aspectos existen muchos informes en la literatura científica internacional (Companioni *et al.*, 2001; Liriano *et al.*, 2012; Gutiérrez y Pantoja, 2016).

Toda esta problemática ha conllevado a que algunos investigadores, entre los que se encuentran Peña (2001) y Caballero *et al.* (2008), afirmen que para lograr altos rendimientos en este sistema se hace necesario el uso continuo de residuos orgánicos. Para esto se precisa determinar los requerimientos nutricionales de las hortalizas y la fertilidad de los sustratos, de modo que se puedan mejorar las recomendaciones para la fertilización orgánica en dicho sistema productivo.

## **I.2. El tomate (*Solanum lycopersicum*L.)**

El tomate es una solanácea originaria de América tropical continental, cultivada en todas las regiones templadas y tropicales del mundo. Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva anual. Su fruto es una baya de forma globular, ovoide o aplastada, cuya masa oscila, según las variedades entre 5 y 500 g. Es una de las hortalizas más difundida en el mundo y de mayor valor económico y representa el 30% de la producción hortícola mundial (Mejía *et al.*, 2007). El alto potencial de producción del tomate hace que requiera grandes cantidades de nutrientes para compensar la alta producción de biomasa.

### *I.2.1. Taxonomía del tomate*

Según Peralta *et al.* (2005), el tomate pertenece a:

Reino: *Plantae*

División: *Magnoliophyta*

Subdivisión: *Magnoliophytina*

Clase: *Magnoliopsidae*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*.

Género: *Solanum*

Especie: *Solanum lycopersicum*L.

El tomate, *Lycopersicum esculentum* Miller (1768) [syn. *Solanum lycopersicum* L. (1753)] (Peralta y Spooner, 2001). El nombre propuesto para la especie ha sido objeto de discusión desde que en 1753 Linneo designó el nombre *Solanum lycopersicum* para el tomate, 15 años después Philip Miller reemplazó este nombre por *Lycopersicum esculentum* (Costa *et al.*, 2005). Esta denominación es ratificada en 1987 en el Congreso Internacional de Botánica celebrado en Berlín, aunque esta polémica con respecto al nombre continúa ya que existen diferencias entre estos dos géneros en cuanto a la dehiscencia del polen en la antera de la flor (Carravedo, 2006).

Se conocen nueve especies del género *Solanum*, pero solamente *Solanum lycopersicum* es cultivado comercialmente como hortaliza (Peralta y Spooner, 2000). Sin embargo Bohs (2001), publicó su revisión del género y a la especie la nombro como *Solanum lycopersicum* Lin., que es la más usada en la actualidad de todas las formas de clasificación de este cultivo.

### *1.2.2. Origen, distribución e importancia del tomate*

El origen de la sección *Lycopersicum* del género *Solanum* se localiza en las zonas montañosas de los Andes, exhibiendo una gran diversidad de ambientes en los que se desarrollan las especies silvestres (Darwin *et al.*, 2003).

La domesticación del tomate, al parecer, partió de los cultivares primitivos y las líneas de *Solanum lycopersicum* variedad cerasiforme de México y Centroamérica, hecho que se apoya en estudios genéticos basados en la variabilidad isoenzimática y molecular, según Peralta *et al.* (2005). El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al crecimiento de la superficie cultivada. El tomate fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito; en mucha menor escala se utiliza como encurtido.

En la actualidad es una especie de creciente importancia en el mundo, donde destacan China, India, Estados Unidos y Egipto, como los países de mayor superficie cultivada (FAS/USDA, 2015). La producción mundial de tomate (tanto fresco como procesado) alcanzó 118 millones de toneladas en el año 2015, lo que implica un crecimiento del 294% sobre el total producido en el año 1961.

En el mismo período 1961-2015, el rendimiento promedio mundial del tomate por unidad de superficie incrementó un 65%, lo que equivale a 35 t.ha<sup>-1</sup>. La mayor parte del incremento de la producción se concentró en Asia, región que contribuyó con un 50% de la producción global en el 2015, y la producción global oscila en más de 408 millones de t en una superficie de alrededor de 15 817,023 hectáreas (FAOSTAT, 2015).

En Cuba, actualmente se cultivan 57 082 ha, cifra por debajo de las áreas cultivadas en el año 2005 que fue 60 000 ha de tomate, su producción alcanza las 627 900 t y constituye la principal hortaliza, tanto por el área que ocupa (71%) como por el nivel de producción que se obtiene (17,86 t.ha<sup>-1</sup>) (FAOSTAT, 2015).

### 1.2.3. Descripción morfológica del cultivo del tomate

El tomate es una planta herbácea de hasta 3m de longitud, las partes jóvenes de este vegetal son pelosas y glandular-pubescentes. Se caracteriza distintivamente por el tipo y la densidad de sus tricomas (Peralta *et al.*, 2006). Su sistema radicular alcanza una profundidad de hasta 2m, con una raíz pivotante y muchas raíces secundarias que se extienden en un radio de hasta 1,5m (Gómez *et al.*, 2000). Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de aproximadamente 4cm de grosor en la base, y con tricomas (pilosidades) simples y glandulares (Carravedo, 2006). Las hojas son alternas, imparipinnadas o bipinnadas, opuestas o sub-opuestas, pecioladas o sésiles (Peralta *et al.*, 2006).

La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, con los sépalos soldados entre sí, y la corola gamopétala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a las anteras que forman un tubo (Rodríguez *et al.*, 1997) envolviendo totalmente al estilo y al estigma, lo que contribuye a la autopolinización ya que la polinización cruzada no es un fenómeno frecuente en el tomate (Guenkov, 1996). La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal, las inflorescencias se desarrollan cada dos o tres hojas en las axilas (Escalona *et al.*, 2009).

El fruto es en forma de baya, formado a partir de un ovario sincárpico y con numerosos óvulos, posee un exocarpio complejo, con una cutícula muy cutinizada (epidermis) y de dos a cuatro capas de células colenquimatosas (hipodermis) (Carravedo, 2006). El fruto es de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopeno y caroteno en distintas proporciones (Rodríguez *et al.*, 1997).

El crecimiento de la planta puede ser de dos formas, determinado e indeterminado siendo este último caso el más extendido, los tallos presentan segmentos uniformes con tres hojas y una inflorescencia terminando en un ápice vegetativo. Por el contrario la planta determinada tiene tallos que presentan menos hojas por inflorescencia y terminan en un ápice reproductivo, lo que da lugar a un crecimiento más compacto, erecto y ordenado (Carravedo, 2006).

#### 1.2.4. Exigencias ecológicas del cultivo del tomate

Los procesos fisiológicos del desarrollo y crecimiento del tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad (Gómez *et al.*, 2010). Es por ello que el manejo integral de estos factores de forma conjunta es fundamental para el desarrollo adecuado del cultivo, pues todos se encuentran estrechamente relacionados entre sí y la actuación sobre uno de ellos incide sobre el resto (Jaramillo *et al.*, 2007).

Uno de los factores principales que inciden sobre el desarrollo del cultivo es la temperatura, pues la misma puede afectar la eficiencia de la fotosíntesis y de este modo limitar los rendimientos de los cultivos hortícolas (Maroto, 2008). En este sentido, Gómez *et al.* (2010), señalan al tomate como una planta hortícola, que se desarrolla muy bien en climas con temperaturas entre los 18 y 26°C, pero exige temperaturas nocturnas entre los  $17 \pm 3^{\circ}\text{C}$  y diurnas de  $23 \pm 3^{\circ}\text{C}$  para su mejor desarrollo y fructificación.

Por su parte Florido *et al.* (2010), coinciden en plantear que las temperaturas altas provocan modificaciones en las funciones de la planta de tomate, llegando a impedir el buen funcionamiento de la fotosíntesis y desorganizar los sistemas enzimáticos necesarios para el desarrollo del ciclo biológico, lo que provoca a su vez una disfunción en los cloroplastos y una reducción en la asimilación del  $\text{CO}_2$  atmosférico.

Se ha demostrado científicamente que las temperaturas por encima de los 35°C afecta la fructificación, la calidad de los frutos, el desarrollo general de la planta de tomate y su productividad (Gómez *et al.*, 2010).

Sin embargo las bajas temperaturas afectan negativamente la fotosíntesis, la translocación de los nutrientes, alteran la permeabilidad de las membranas y disminuyen la respiración de las plantas de tomate, si la duración de las bajas temperaturas es limitada, estos procesos pueden recuperarse de lo contrario son afectados irreversiblemente (Colombo y Obregón, 2008).

La luz es otro factor importante en la producción de tomate, los efectos de la intensidad luminosa sobre el crecimiento de las plantas, están relacionados principalmente con la fotosíntesis y la transpiración vegetal (Gómez *et al.*, 2010).

El cultivo del tomate necesita condiciones de muy buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, floración, polinización y maduración de los frutos pueden verse significativamente afectados (Casanova *et al.*, 2007).

En investigaciones desarrolladas por Tazuke *et al.* (2008), han comprobado que las plantas de tomate sometidas a altas intensidades de luz, generalmente presentan enrollamiento fisiológico de las hojas inferiores y sus frutos contienen altos niveles de vitamina C. De igual forma Hemaprabha y Balasarawathi (2008), confirmaron que la calidad de los frutos de tomate se ve afectada por la acción de la luz, la cual tiene un marcado efecto sobre la formación de pigmentos carotenoides y sustancias colorantes, no siendo así con el licopeno.

Las plantas de tomate tienen exigencias medias en cuanto a la humedad del suelo (Jaramillo *et al.*, 2007), refieren que las mismas están determinadas por las características del sistema radical y de las hojas, e informan que la deficiencia de humedad en el suelo altera el metabolismo de la planta de manera general y la calidad de los frutos.

En otros estudios llevados a cabo por del Amor (2007), sobre el efecto del estrés hídrico (exceso y deficiencia de humedad) sobre las plantas de tomate y se comprobó que bajo estas condiciones, se afecta la mayoría de los procesos fisiológicos y bioquímicos de las plantas, tales como: la apertura de los estomas, reducción de los rendimientos y la calidad externa e interna de los frutos.

En este sentido Colombo y Obregón (2008), mencionan que los vegetales están compuestos por 80 a 95% de agua y por tanto, su productividad y calidad se ven rápidamente afectados ante situaciones de exceso o déficit de humedad del suelo. Estos mismos autores consideran que la humedad relativa es uno de los factores, que mayor incidencia tiene sobre la productividad y calidad de los frutos del tomate.

Se ha informado además por Gómez *et al.* (2010), que los valores de humedad más favorables para el cultivo del tomate están entre los 50-60%, ya que los valores más altos de este indicador favorecen el ataque de las plagas y las enfermedades. El tipo de suelo es otro de los factores que hay que considerar, según Casanova *et al.* (2007), los suelos más adecuados para el cultivo del tomate son los que poseen una buena estructura y buen drenaje interno y superficial.

El tomate puede desarrollarse en suelos con un rango bastante amplio de pH, no obstante se ha reportado por un gran número de autores que el pH del suelo más idóneo para el cultivo del tomate es de 5,5 a 7,5; mientras señalan que el óptimo para el crecimiento y desarrollo es aquel que se encuentra entre 6,0 a 6,5 (Jaramillo *et al.*, 2007).

En Cuba la fecha óptima para realizar la siembra de tomate es entre los meses de septiembre y octubre (Escalona *et al.*, 2009), aunque en condiciones protegidas de temperatura, iluminación y riego el calendario de siembra se extiende de septiembre a febrero y de marzo a agosto (Casanova *et al.*, 2007).

Con respecto al riego, en el cultivo de tomate al aire libre, el método más utilizado es el de surcos, que garantiza la distribución homogénea de agua entre los mismos, también se emplea la acequia de cabecera nivelada, además de sifones y el sistema californiano móvil con aberturas regulables (Escalona *et al.*, 2009).

En organopónicos se emplea el sistema de riego localizado con el uso de emisores, garantizando en todos los casos una mayor cantidad de agua en la etapa de floración y fructificación del cultivo (Rodríguez *et al.*, 2010). En condiciones protegidas, el riego se realiza utilizando el sistema de riego por goteo empleando emisores (Casanova *et al.*, 2007).

#### 1.2.5. El tomate variedad Amalia

El tomate variedad Amalia se caracteriza por su alta productividad, adaptación climática, resistencia a las principales enfermedades y plagas, se puede sembrar en el período temprano y óptimo, versatilidad de los frutos que sirven tanto para el consumo fresco como para la industria y resistencia de los frutos a las pudriciones.

Los rendimientos son altos y estables para diferentes condiciones de suelo y clima (25-45 t.ha<sup>-1</sup>), llega a alcanzar hasta 90 t.ha<sup>-1</sup>; Moya *et al.* (2006), obtuvieron rendimientos de 37 a 45 t.ha<sup>-1</sup> cuando se le aplicaba la dosis de fertilizante recomendada. Esta variedad tiene un ciclo corto, se comienza la cosecha a los 60 días del trasplante (Álvarez *et al.*, 2004).

Amalia se ha convertido en la primera variedad cubana de tomate que ha logrado sustituir a la variedad Campbell-28, la cual ocupó las mayores áreas de siembra del país por más de 30 años (INCA, 2004).

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día, entre 10°C y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación por mal desarrollo de óvulos, así como al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular, en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración (Infoagro, 2015).

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas, el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, por lo que parte de las flores aborta. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Infoagro, 2015).

#### *1.2.6. La nutrición en el cultivo del tomate*

El tomate es exigente a niveles de nutrición mineral apropiados, debido principalmente al gran volumen de frutos producidos por unidad de superficie. La cantidad de nutrientes encontrados en los frutos cosechados es relativamente superior cuando se compara con otras hortalizas (Nuez, 1995).

Las extracciones y exportaciones del cultivo pueden variar en dependencia de la variedad utilizada, la época de siembra y el sistema de cultivo; sin embargo, los requerimientos de nutrientes se consideran dependientes de los rendimientos (Maestrey *et al.*, 1987). Estos autores, informan que la producción de tomate absorbe un promedio de 370 kg.ha<sup>-1</sup> de N; 50 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 680 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; 290 kg.ha<sup>-1</sup> de Mg y 45 kg.ha<sup>-1</sup> de Ca; con rangos de extracción para suelos Ferralíticos Rojos en el orden de 2,3 - 3,9 kg de N; 0,28 - 0,42 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y de 3,0 - 4,9 kg de K<sub>2</sub>O por cada tonelada de frutos producida, con valores de exportación de 1,38 -1,54 kg de nitrógeno, 0,14 - 0,24 kg de fósforo y de 2,0 - 2,1 kg de potasio por cada tonelada de fruto.

De forma general, en el tomate se aplican 0,50-1,86 t.ha<sup>-1</sup> de la formulación 8-7,5-12 y 0,07-0,47 t.ha<sup>-1</sup> de 33-0-0 que proporcionan al suelo 125-144 kg.ha<sup>-1</sup> de N; 42-142 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 72-232 kg.ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Huerres y Caraballo, 1991).

En cuanto al fraccionamiento y momentos de aplicación, se ha tratado de ajustar al máximo a los resultados experimentales obtenidos en suelos rojos, donde se plantea aplicar el fósforo y potasio en siembra con  $\frac{1}{3}$  de nitrógeno y los  $\frac{2}{3}$  de nitrógeno restantes se aplicarán a los 25-30 días posteriores con respecto a la fertilización anterior (Terry, 2005).

### **I.3. Utilización de los bioabonos y los biofertilizantes**

Dado que el uso indiscriminado de productos químicos constituye una de las principales causas de los grandes trastornos ecológicos en los agroecosistemas. En los últimos años se ha incrementado el uso de productos de origen biológico en la agricultura que estimulan el rendimiento de las plantas y la productividad de los cultivos, sustituyendo sustancias químicas contaminantes del medio (Souza *et al.*, 2010; Acebo *et al.*, 2011). Estos autores han demostrado que la aplicación de fertilizantes orgánicos y los bioabonos poseen ventajas, ya que se puede lograr la fertilidad química, física y biológica del suelo con un menor impacto sobre el medio.

Por otra parte, los costos de las aplicaciones de estos fertilizantes por ha son menores en comparación con los productos minerales de síntesis (Rai *et al.*, 2014). Otros autores han referido las ventajas de los abonos orgánicos en la obtención de mejores rendimientos en diversos cultivos (Louisa y Taguiling, 2013).

La búsqueda de biofertilizantes para incrementar la productividad de los cultivos con un menor impacto en el suelo, ha motivado el uso de abonos orgánicos como el humus de lombriz en diversos cultivos (Mathivanan *et al.*, 2012). Se ha comprobado que el suministro del mismo forma agregados con una adecuada estabilidad estructural; también favorece la penetración del agua y su retención, lo cual estimula el crecimiento de las plantas en un sistema ecológico equilibrado (Dastgheibifard *et al.*, 2014).

Los biofertilizantes, son preparados que contienen microorganismos beneficiosos que se utilizan en la agricultura para su aplicación a las semillas, a la planta o al suelo, con el objetivo de incrementar el rendimiento productivo de los cultivos agrícolas (Castillo *et al.*, 2007).

Diversos investigadores cubanos han tratado las potencialidades del uso de los biofertilizantes (Dibut *et al.*, 2011; González *et al.*, 2012a; Terry *et al.*, 2013; Mujica *et al.*, 2014; Martín *et al.*, 2015; Falcón *et al.*, 2015a y Cabrera *et al.*, 2016), entre otros.

A partir de la etapa del periodo especial y como consecuencia de la situación económica en Cuba, se aceleró en el país marcadamente la producción de estos biopreparados (Dibut *et al.*, 2011; Bécquer *et al.*, 2013; Nápoles *et al.*, 2014; Charles *et al.*, 2015).

En relación con los biofertilizantes a base de (HMA), la vasta experiencia acumulada en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en las investigaciones que involucran los hongos micorrizógenos, le ha permitido dirigir, fundamentalmente a este último, un programa nacional para la introducción del uso de estos microorganismos en la agricultura cubana (Rivera, 2000).

El INCA ha desarrollado biofertilizantes con notables resultados a favor de la aplicación de estos biopreparados sobre un amplio rango de cultivos (hortalizas, gramíneas, leguminosas, oleaginosas, cítricos, frutales, pastos, entre otros). Existen múltiples reportes en reuniones oficiales, eventos científicos nacionales e internacionales y exposiciones comerciales donde se ofrecen los resultados del efecto de las aplicaciones de estos productos (Montero *et al.*, 2010; Mujica y Fuentes, 2012; Martínez *et al.*, 2013; Suárez *et al.*, 2016).

En relación con los biofertilizantes a base de (HMA), el INCA, le ha permitido dirigir fundamentalmente un programa nacional para la introducción del uso de estos microorganismos en la agricultura cubana (Rivera, 2000). Existe experiencia en cultivos de interés económicos tales como café, viandas tropicales, cítricos y frutales entre otros. Como resultado de todos estos trabajos se han logrado desarrollar dos biopreparados altamente efectivos: MicoFert<sup>®</sup> y EcoMic<sup>®</sup> donde se han producido en los últimos diez años más de 200 t del producto.

Se ha publicado en nuestro país gran cantidad de información sobre el notable efecto agrobiológico de estos bioproductos en los más variados cultivos (Hernández y Chailloux, 2004; Dibut *et al.*, 2010a; Pentón *et al.*, 2011; González *et al.*, 2012b; 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 un efecto notable de incremento del rendimiento agrícola unido a ganancias en nutrientes (NPK) al ser aplicados sobre diversos cultivos económicos.

#### **I.4. Bioestimuladores en el crecimiento vegetal**

Los productos foliares abarcan desde sales minerales y quelatos sintéticos hasta una variedad de quelatos orgánicos naturales incluyendo quelatos aminoácidos con o sin minerales, lignosulfonatos, ácidos húmicos/fúlvicos, algas y otros extractos de plantas. El número y uso de nutrientes foliares y bioestimulantes crece rápidamente cada año, así, en Egipto 285 fertilizantes nuevos se registraron durante el período de cinco años de 1990 a 1995 (El-Fouly, 2002); 115 productos foliares se relacionaron en España solamente en el año 2000 (Abadia *et al.*, 2002).

En los últimos años se han incrementado las investigaciones y estudios básicos, a fin de esclarecer el papel biológico de estos productos y su relación con el crecimiento y desarrollo de plantas, y su empleo para mejorar la calidad de diferentes procesos, como se ha podido comprobar a través de investigaciones desarrolladas en materia de producción de biopreparados, lo que ha logrado alcanzar resultados relevantes sobre la base de nutrición para los cultivos (Dibut *et al.*, 2010b; Terry *et al.*, 2011; Fernández, 2012; Barroso *et al.*, 2013; Borrero *et al.*, 2014; Baldoquín *et al.*, 2015), entre otros.

Se define un bioestimulador del crecimiento vegetal, como un producto que contiene células vivas o latentes, de cepas microbianas previamente seleccionadas, que se caracteriza por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas) que al interactuar con la planta promueven o desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, el desarrollo y el rendimiento de cultivos económicos, ya que tienen efectos biológicos sobre la germinación de semillas y estimulación del sistema radical (Amanullaah *et al.*, 2010; Rahman *et al.*, 2012).

Diversas investigaciones demuestran la producción de sustancias con efecto regulador del crecimiento vegetal y su impacto en diferentes procesos asociados al desarrollo y crecimiento de plantas (Hernández *et al.*, 2010). Estos bioproductos contribuyen de manera más efectiva a la supervivencia y crecimiento de los cultivos, pues reducen los efectos negativos del estrés asociado a la nutrición, las relaciones con el agua, la estructura del suelo, el pH, los metales pesados y los patógenos (Adesemoye y Kloepper, 2009).

En Cuba se tiene una experiencia de 20 años en el estudio de las oligosacarinas, su preparación y efectos en plantas, de ellos se desarrolla productos a base de oligogalacturónidos (Pectimorf) y quitosanas (QuitoMax), (Falcón *et al.*, 2015b).

Los resultados de estas investigaciones demuestran el incremento del crecimiento y los rendimientos que van desde el 10 al 60 % por encima de los controles (Falcón *et al.*, 2013, 2015b), Estos resultados promisorios, algunos en fase de extensión, se han demostrado en cultivos como tabaco, tomate, papa, maíz, arroz, pepino, soya y frijol (Corbera & Nápoles, 2013).

Por su parte, el Pectimorf promueve a su vez el desarrollo de raíces en plantas a concentraciones entre 5 y 20 mg.L<sup>-1</sup>, lo que se ha demostrado en experimentos de tratamiento de semillas, esquejes y mediante aspersion foliar y en combinación de las formas de aplicación mencionadas en cultivos como hortalizas, frutales y plantas ornamentales; incrementos en el desarrollo foliar y del crecimiento de la planta, también han sido observados en solanáceas y en soya y frijoles (Álvarez *et al.*, 2011; Terry *et al.*, 2011).

Otro de los bioestimulantes muy estudiados y que se utiliza en Cuba es el FitoMas-E<sup>®</sup>, siendo el mismo un fitoestimulante derivado de la industria azucarera obtenido y desarrollado en el ICIDCA. El producto es un coctel natural de sustancias orgánicas intermediarias complejas de alta energía, entre las que se encuentran aminoácidos, péptidos de bajo peso molecular, bases nitrogenadas e hidratos de carbono bioactivos. Su empleo no requiere condiciones óptimas del medio ambiente, sino una correcta aplicación que garantice una aspersion foliar homogénea sobre el cultivo (Montano *et al.*, 2007a).

El FitoMas-E<sup>®</sup>, puede aplicarse sobre las más variadas especies botánicas tanto monocotiledóneas como dicotiledóneas. Resultan beneficiados por este bioestimulante frutales, granos, cereales, tubérculos y raíces; plantas medicinales y cultivos industriales, caña de azúcar, tabaco, remolacha; hortícolas de fruto, tomate, pimiento, pepino, melón, sandía, hortícolas de hoja, col, lechuga, brócoli, apio; frutales tropicales, banano y plátano, papayo, piña; oleaginosas y leguminosas en general; forestales; pastos, ornamentales, césped de campos de golf y áreas deportivas (Montano *et al.*, 2007a,b; Viñals *et al.*, 2011).

## I. 5. Los biopreparados a base de Microorganismos Eficientes (EM)

Los inoculantes microbianos que promueve el crecimiento de las plantas utilizados como biofertilizantes o bioplaguicidas están atrayendo a un creciente interés en las estrategias de gestión agrícola (Banerjee *et al.*, 2005), debido a su alto potencial para mejorar la eficiencia de fijación del N<sub>2</sub> (Kennedy *et al.*, 2004), la disponibilidad de nutrientes a los cultivos (Khan *et al.*, 2007), la prevención de las infecciones por fitopatógenos (Compant *et al.*, 2005) y su posible uso como acondicionadores del suelo.

Sin embargo, la complejidad de las interacciones entre los EM y los posibles efectos sinérgicos son poco conocidos. La mayoría de las investigaciones sobre los mismos y sus efectos beneficiosos se ha centrado en los inóculos con una sola especie microbiana o cepas, pero hay pruebas de que las interacciones de diferentes microorganismos pueden ser complementarias, y que la diversidad microbiana pueden influir el crecimiento de las plantas (van der Heijden *et al.*, 2008).

Los EM han recibido mucha atención, pero la composición detallada del mismo se mantiene en secreto. Fueron desarrollados por Teruo Higa, de la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón (Coutinho, 2011) y han sido descritos como una combinación de aproximadamente 80 microorganismos coexistente beneficiosos, que han sido seleccionados entre más de 2000 especies aisladas de diferentes entornos (Higa, 1996; Higa y Parr, 1995). Estas especies pueden coexistir en un medio líquido y se reportan a ser abundantes a un pH por debajo de 3,5 (Higa, 2001).

Las principales especies incluidas en preparaciones EM, son las bacterias del ácido láctico (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactis*), bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomonas palustris* y *Rhodobacter sphaeroides*), las levaduras (*Saccharomyces cerevisiae* y *Candida utilis*), el actinomicetos (*Streptomyces* y *Streptomyces griseus*), y finalmente los hongos (*Aspergillus oryzae* y *Mucor hiemalis*), como lo reporta Moon *et al.* (2011)

La aplicación de EM ha mostrado efectos beneficiosos en muchos aspectos del medio ambiente y cultivos agrícolas (Higa, 2004). Puede mejorar la producción y la protección de los cultivos promoviendo la germinación de las semillas, aumentando el crecimiento de las plantas, el desarrollo de las raíces, la floración la fructificación y la maduración, aumentando la eficacia de la materia orgánica como fertilizantes, desarrollando

resistencia de las plantas a plagas y enfermedades, suprimiendo patógenos y plagas 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, 2013; Talaat, 2015).

Existen artículos que reportan los efectos de la aplicación de biopreparados de EM, y sus efectos en los rendimientos de los cultivos y desarrollo de las plantas (van Vliet *et al.*, 2006). Estudios de campo sobre los efectos de los EM, en Asia tropical o subtropical han mostrado resultados contrastantes como por ejemplo el aumento significativo del algodón con la aplicación combinada de EM y estiércol (Khaliq *et al.*, 2006).

En un experimento similar de van Vliet *et al.* (2006), encontraron efectos sobre los rendimientos del maíz dulce con la combinación de estiércol líquido, EM y Bokashi (Formowitz *et al.*, 2007), observaron altos valores de materia seca de las plantas de banano fertilizados con EM, resultados similares han sido obtenidos por Talaat, (2015) en frijol.

Efectos de la adición de los EM a la materia orgánica del suelo han sido reportados por Hartmann *et al.* (2006), quienes encontraron que el efecto más pronunciado es a largo plazo en campo. Estos hallazgos son compatibles con los de Parham *et al.* (2003) y Sun *et al.* (2004). Los EM estimulan la degradación de los materiales orgánicos y aceleran el proceso de mineralización de la materia orgánica (Hussain *et al.*, 1999), la liberación de más nutrientes para la absorción por la planta en el suelo (Daly y Stewart, 1999).

Efectos de aplicación de EM sobre el rendimiento de los cultivos fueron reportados en el trigo, arroz, algodón, frijol y el pimiento Hussain *et al.* (1999). Javaid y Bajwa (2011), reportaron un estímulo del crecimiento y desarrollo de las plantas producido por estos microorganismos.

En Cuba aunque se han dado avances en la aplicación del uso de los EM en los cultivos, aunque existen muy pocas evidencias científicas publicadas con relación a los mismos, los trabajos reportados encontrados en la literatura hacemos referencias en el capítulo III, para enriquecer la discusión de nuestros resultados.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### II.1. Localización del área experimental

El experimento se realizó en áreas del organopónico “El Cacique” de la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, ubicada entre los 22°, 48’ y 7” de latitud norte, y los 81° y 2’ de longitud oeste, a 19,9 msnm; en el Municipio de Perico, provincia de Matanzas, Cuba. (Figura). 1.



Figura 1. Ubicación geográfica del área experimental.

### II.2. Características edafoclimáticas

El suelo donde se sustentan los canteros del organopónico, se corresponde con el tipo Ferralítico Rojo lixiviado, según los criterios de Hernández *et al.* (2015a), y con la clasificación Nitisol Ferralítico Ródico, Lítico, Eutrico, según FAO (2014b). Se caracteriza por altos contenidos de materia orgánica, adecuado factor de dispersión, baja densidad aparente y tienen características asociables a la obtención de elevada respuesta productiva.

La topografía es llana, con pendiente de 0,5 % a 1,0 % y la profundidad promedio hasta la roca caliza es de 1,50 m.

El clima en la etapa experimental se caracterizó por una media anual de precipitación de 1 222.9 mm (tabla 1), con el 80 % de la lluvia caída en la época lluviosa, que se enmarca entre el 15 de mayo y el 15 de noviembre.

Tabla 1. Comportamiento de las variables climatológicas, precipitación (mm) y temperatura media del aire ( $^{\circ}\text{C}$ ) durante el período de investigación.

Meses	2014	
	mm	$^{\circ}\text{C}$
Enero	14,0	21,2
Febrero	46,4	23,6
Marzo	40,1	23,5
Abril	108,0	25,0
Mayo	329,8	25,4
Junio	185,2	26,0
Julio	166,4	26,4
Agosto	151,1	27,5
Septiembre	267,2	26,7
Octubre	167,3	25,3
Noviembre	145,5	22,5
Diciembre	9,3	20,2
Época lluviosa (Mayo-Octubre)	1267,0	26,2
Época poco lluviosa (Noviembre - Abril)	363,3	22,6
Año	1630.3	24.4

Fuente: Datos obtenidos de la Estación Meteorológica “Indio Hatuey”, perteneciente al CITMA, situada a 500 metros del área experimental.

En el año 2014 las temperaturas se comportaron elevadas respecto a las medias históricas de los registros climatológicos de la Estación Meteorológica “Indio Hatuey”. Ha sido un año caluroso, todos los meses del año, con sólo la excepción del mes de Diciembre.

En cuanto al comportamiento de las precipitaciones se debe destacar que el periodo lluvioso en el año fue mayo-octubre y los meses con acumulados más deficitarios fueron enero, febrero, marzo y diciembre, y los más críticos fueron enero y diciembre.

### II.3. Descripción del experimento

Los trabajos se desarrollaron en el organopónico “El Cacique”, situado en el área

central de la Estación Experimental Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. El cultivo evaluado fue: tomate (*Solanum lycopersicum*L.), var. Amali procedente del Programa de Mejoramiento Genético del INCA (Álvarez *et al.*, 2004) y generalizada en el país.

### *II.3.1. Biofertilizante y Bioestimulante utilizados en el experimento.*

**Biofertilizante:** El término biofertilizante puede definirse como preparados que contienen células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes fijadoras de nitrógeno, solubilizadoras de fósforo o potencializadoras de diversos nutrientes, que se utilizan para aplicar a las semillas o al suelo con el objetivo de incrementar el número de estos microorganismos en el medio y acelerar los procesos microbianos de tal forma que se aumenten las cantidades de nutrientes que pueden ser asimilados por las plantas o se hagan más rápidos los procesos fisiológicos que influyen sobre el desarrollo y el rendimiento de los cultivos.

**Bioestimulador:** Se define un bioestimulador como el producto que contiene células vivas o latentes de cepas microbianas, previamente seleccionadas, que se caracterizan por producir sustancias fisiológicamente activas (auxinas, giberelinas, citoquininas, aminoácidos, péptidos y vitaminas) que al interactuar con el sistema planta desencadenan diferentes eventos metabólicos en función de estimular el crecimiento, desarrollo y rendimiento de cultivos económicos.

ECOMIC<sup>®</sup>: Ampliamente utilizado en la agricultura cubana, en cualquier cultivo, tipo de suelo y sistema agrícola, entre sus funciones se destacan:

- Solubilizar algunos elementos del suelo que están en forma no disponible para la planta y ponerlo a disposición de estas.
- Incrementar el área de exploración y absorción de diferentes nutrientes del suelo como son: N, P, K, Cu, Zn, B y otros.
- Incrementar la absorción de agua por las plantas incluso a presiones donde la raíz por sí sola no puede hacerlo.
- Proporciona protección contra plagas y enfermedades radicales.
- Contribuye a la regeneración de los suelos.
- Incrementa los rendimientos entre 10 - 60.

FitoMas E<sup>®</sup>: Contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal que, como es de esperar, propician una mejoría apreciable del intercambio suelo-planta, ya que el

vegetal tratado mejora la cantidad y calidad de los nutrientes que traslada al suelo mediante sus raíces, lo cual beneficia a los microorganismos propios de su rizosfera los que en esas condiciones incrementan a su vez, el intercambio de productos de su metabolismo, útiles al vegetal. Son estos microorganismos, estimulados a la acción por el propio vegetal, provisto ahora de gran parte de su arsenal bioquímico, los que elaboran las hormonas, ácidos orgánicos solubilizadores de nutrientes y agentes quelantes, etc. que hacen crecer a la planta y mejoran su comportamiento. Con este proceder las ventajas son obvias. Las plantas recuperan su capacidad de autodefensa con lo que la reducción de insumos y gastos así como la mejora ambiental y la sostenibilidad.

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

IHplus<sup>®</sup>: Microorganismos benéficos, provocan grandes beneficios en los ecosistemas, de competencia física y bioquímica, moduladas por múltiples y complejos factores bióticos y abióticos. Presentan específicamente funciones, como fijadoras de nitrógeno, solubilizadores de fosfatos, promotores del crecimiento vegetal, biocontroladores y especies patogénicas. Estas interacciones entre los microorganismos que lo componen inciden en la interacción suelo-planta-microorganismos-ambiente y repercuten, de forma directa, en el crecimiento y en el desarrollo de las especies vegetales. Son capaces de generar una amplia variedad de metabolitos secundarios, que pueden tener una influencia positiva sobre: El crecimiento y desarrollo de las plantas; mejoran la disponibilidad de minerales y nutrientes en el suelo; mejoran la capacidad de fijación de nitrógeno; mejoran la sanidad vegetal, a través del control biológico de fitopatógenos; inducen en las plantas la resistencia sistémica a las enfermedades; facilitan el establecimiento de plantas; entre otras.

### *II.3.2. Diseño experimental y tratamientos*

El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con cinco tratamientos y cinco réplicas. Ver figura 2.

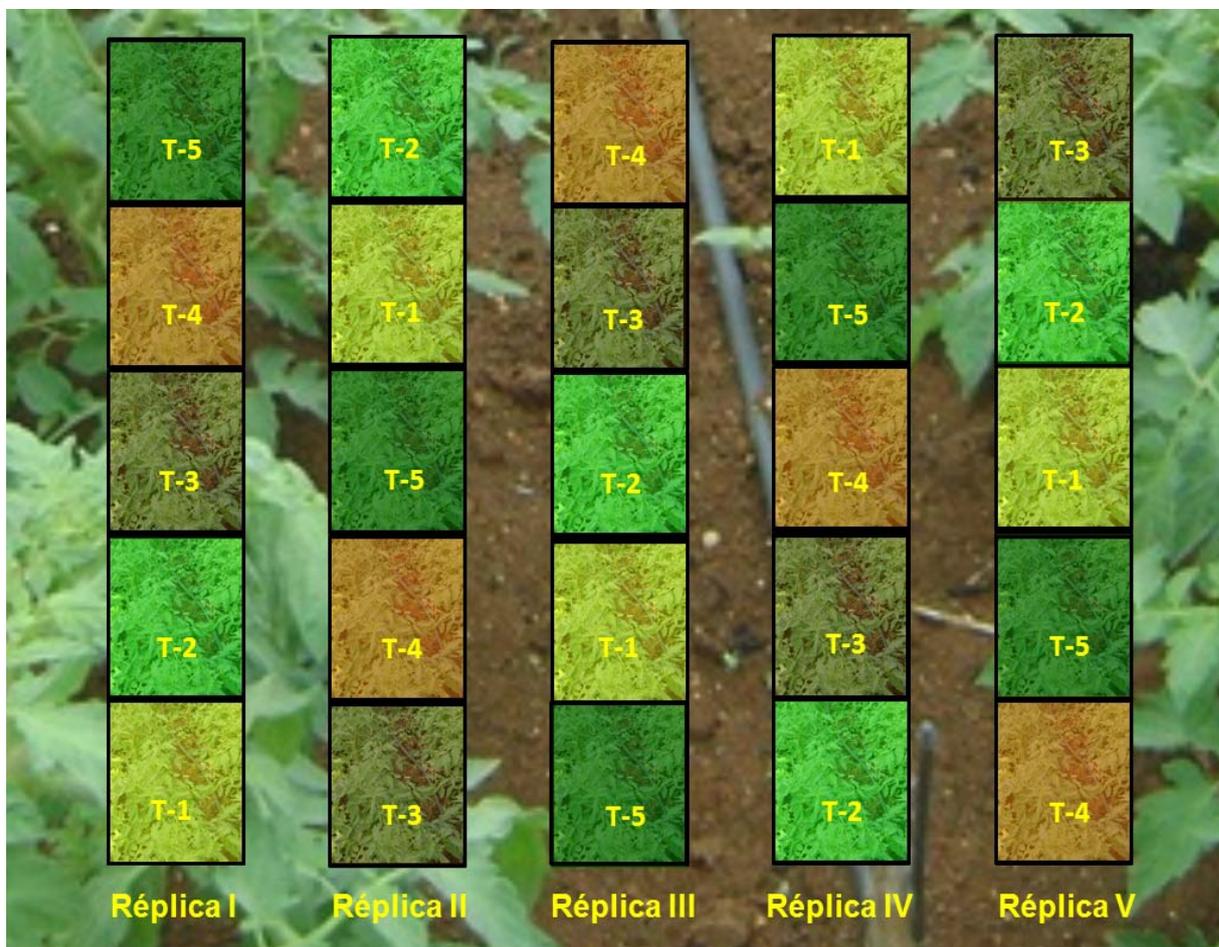


Figura 2. Distribución de los tratamientos en las parcelas experimentales según el diseño propuesto señalado.

El experimento se diseñó en canteros de 23 m de largo x 1,20 m de ancho y cada tratamiento ocupó 5,52 m<sup>2</sup>, con un sustrato compuesto por 50 % de suelo (Ferráltico Rojo) y 50 % de materia orgánica (25% cachaza y 25% humus de lombriz), el ancho de pasillo fue 0,50 m, en surcos orientados de Norte a Sur, con un marco de plantación a dos hileras x 0,40 m, para una densidad de seis plantas por m<sup>2</sup>, equivalente a 60 000 plantas por hectárea.

El semillero se realizó en áreas del mismo organopónico el 2 de septiembre del 2014, el

trasplante se realizó de forma manual y se inició el 2 de octubre del 2014 cuando el sustrato se encontraba al 90% de su capacidad de campo; Para ello se empleó un arado de mano de creación propia (Figura 3) y los instrumentos utilizados fueron el rastrillo y la guataca.



Figura 3. Arado utilizado en la siembra.

Los tratamientos se indican a continuación:

- Tratamiento. 1. Testigo (sin aplicación de bioproductos)
- Tratamiento. 2. EcoMic<sup>®</sup> (pasta semifluida aplicada a las raíces de las plántulas al momento del transplante a razón de 1kg en 600 ml de H<sub>2</sub>O).
- Tratamiento. 3. EcoMic<sup>®</sup> (pasta semifluida aplicada a las raíces de las plántulas al momento del transplante) + aplicación foliar de FitoMas-E<sup>®</sup> (a razón de 1 L.ha<sup>-1</sup>).
- Tratamiento. 4. EcoMic<sup>®</sup> (pasta semifluida aplicada a las raíces de las plántulas al momento del transplante) + aplicación foliar de IHplus<sup>®</sup> (a razón de 10 L.ha<sup>-1</sup>).
- Tratamiento. 5. EcoMic<sup>®</sup> (pasta semifluida aplicada a las raíces de las plántulas al momento del transplante) + aplicación foliar de FitoMas-E<sup>®</sup> (a razón de 1 L.ha<sup>-1</sup>) + aplicación foliar de IHplus<sup>®</sup> (a razón de 10 L.ha<sup>-1</sup>).

### *II.3.3. Procedimiento experimental*

Una vez preparados los canteros se procedió de la siguiente forma: en el caso de la aplicación del EcoMic<sup>®</sup>, se utilizó la especie de hongos micorrízicos arbusculares *Glomus hoi* “like”, cepa INCAM 4, procedente del cepario del INCA y recomendada como cepa eficiente para el suelo Ferralítico Rojo (Rivera y Fernández,2003); el inóculo tenía categoría de comercial con 20 esporas por gramo.

El estimulante natural del crecimiento utilizado fue el FitoMas-E<sup>®</sup> procedente del Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA) y sus principales características son: 150 g.L<sup>-1</sup> de extracto orgánico; 55 g.L<sup>-1</sup> de N total; 60 g.L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O y 31 g.L<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Durante el ciclo del cultivo, la primera aplicación se realizó a los 10 días después del trasplante y la segunda a los 15 días después de la primera aplicación a razón de 1 L.ha<sup>-1</sup>, se aplicó mediante asperjado con mochila manual de capacidad de 16 litros, según lo recomendado por (Montano,2008).

Los microorganismos eficientes (IH plus<sup>®</sup>), (Figura 4).La primera aplicación se le realizó a los 10 días después del trasplante y después dos veces por semana hasta la fructificación.



**Figura 4. Elaboración del IH plus<sup>®</sup>.**

El IHplus<sup>®</sup>, se utilizó la muestra procedente del lote: IH-14-03, una vez emitido el certificado de calidad, por el laboratorio de Biotecnología de la E.E.P.F “Indio Hatuey”. El mismo fue liberado el 21 de julio de 2014, con un color carmelita oscuro y olor agradable, con un pH menor de 5, es un producto resultante de la fermentación sólida anaerobia de microorganismos nativos que contienen bacterias aerobias y anaerobias, levaduras, hongos y lactobacilos, de origen natural, no manipulados genéticamente, a partir de la misma se elaboró el fermentado líquido, que posteriormente fue aplicado en la producción, con ausencia de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Coliformes fecales y totales* y *Shigella* (Anexo1).

Las labores agrotécnicas al cultivo fueron realizadas durante todo su ciclo según lo recomendado por el MINAGRI (1994) y para el manejo de organopónico. (Rodríguez *et al.*, 2010). El sistema de riego empleado fue localizado por micro-aspersión con un gasto de  $38,5 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ , por emisor insertado en laterales de 16 mm de diámetro separados a 1m de espaciamiento.

#### II.4. Variables estudiadas

Para el estudio de las variables se tomaron 30 plantas por tratamientos, donde las variables estudiadas fueron:

- Longitud de la planta (Altura en cm). Se realizó con una regla graduada desde la base del tallo hasta el ápice de la planta a los 10, 20, 30, 40 y 50 días después del trasplante (ddt).
- Diámetro del tallo (mm), (determinado con pie de rey). Se tomó 0,5 cm desde la base del tallo y se midió las plantas a los 30 días ddt.
- Flores por planta, se determinó por conteo de cada planta a los 30 ddt.
- Número de frutos por planta (U). Se determinó por conteo.
- El rendimiento ( $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ ). A partir del peso promedio de frutos y el número de frutos totales por planta se obtuvo el rendimiento por planta y se consideró el número de plantas por hectárea de acuerdo al marco de siembra, para estimar el rendimiento agrícola.

#### II.5. Análisis estadístico

Las variables en estudio fueron procesadas estadísticamente mediante un análisis de varianza (ANOVA). Las medias fueron declaradas con diferencias significativas para  $P \leq 0,05$ . Se utilizó la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955), a través del programa estadístico SPSS versión 18.

#### II.6. Valoración económica

Para la valoración económica de los resultados se evaluaron los siguientes indicadores:

- Costo de producción ( $\text{\$}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), ( $C_p$ ).
- Valor de la producción ( $\text{\$}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), ( $V_p$ ).
- Ganancia ( $\text{\$}\cdot\text{ha}^{-1}$ ), ( $G$ ).
- Relación Beneficio/Costo ( $\text{\$}$ ), ( $B/C$ ).

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los sistemas agrícolas mundiales se enfrentan aun gran acto de equilibrio entre dos necesidades: (1) aumentar el suministro de alimentos cada día más creciente con la misma cantidad de tierras agrícolas disponibles, ya que la población mundial aumentará a más de 9.3 mil millones en el 2050, y (2) reducir el impacto de la agricultura sobre el medio ambiente y la salud humana (Searchinger, 2013).

Partiendo de esta premisa se nota como hoy el mundo, y en especial América Latina, aún observan con admiración y orgullo los niveles de producción y áreas dedicadas a la agricultura urbana y orgánica en Cuba, niveles nunca alcanzados en otros países, así como los avances de la investigación y extensión agroecológica. Este criterio se fortalece con lo planteado por Funes y Vázquez (2016), quienes fundamentan en particular que esta admiración se dirige a los campesinos que con un alto nivel de conocimiento y organización social, y donde ocupan solo el 25 % de la tierra arable, producen en forma agroecológica una sustancial cantidad de viandas, granos, frutas, animales menores y otros.

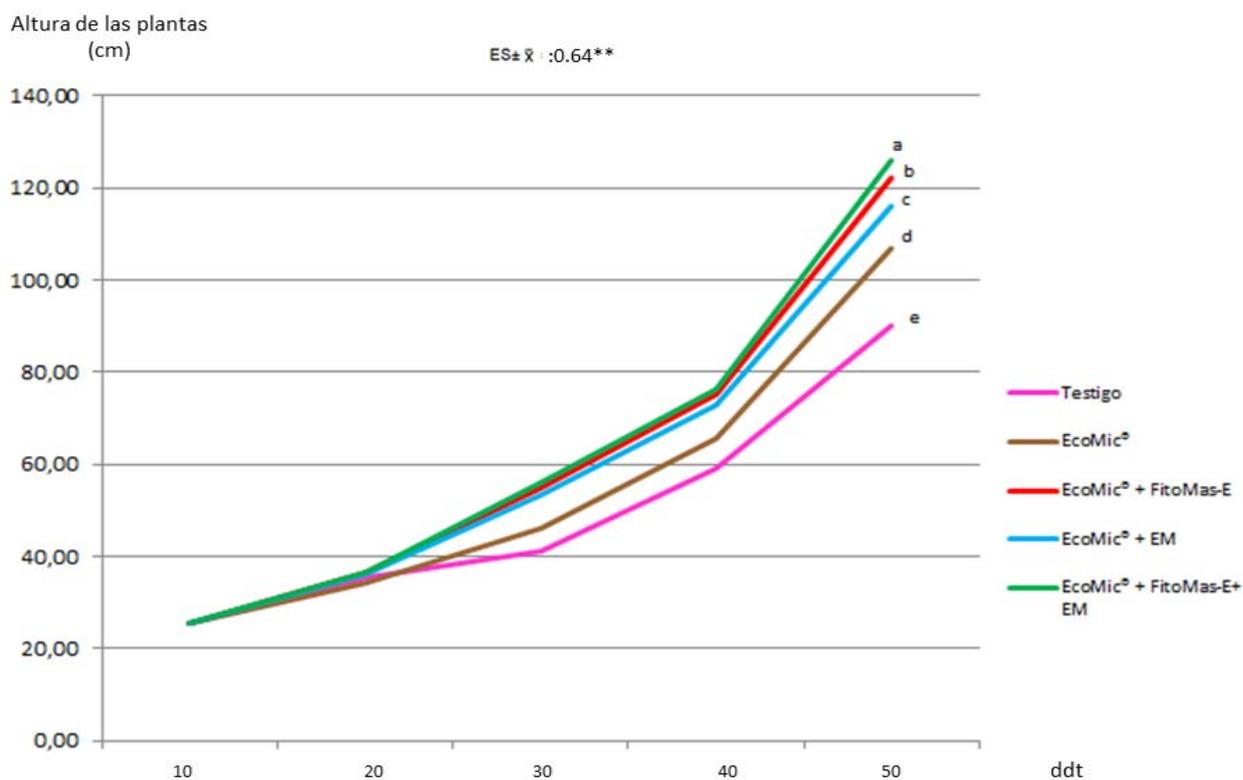
Por otra parte, aproximadamente 383 000 agricultores urbanos producen 1 460 000 toneladas de hortalizas en 50 mil hectáreas que suplen más del 80 % de las hortalizas consumidas en las grandes ciudades. Los niveles de productividad de esta agricultura urbana de base agroecológica promedian 10-20 kg/m<sup>2</sup>/año, criterios que sostienen además algunos trabajos recientes (Funes-Monzote, 2009; Rosset *et al.*, 2011).

Es importante señalar que existen numerosas investigaciones donde se demuestra que es posible alcanzar una reducción de la fertilización mineral, logrando una influencia positiva en el entorno ambiental y económico, ya que con la aplicación de los bioproductos orgánicos permite obtener buenos rendimientos y enriquecer la población microbiana del suelo (Gutjahr *et al.*, 2009), disminuyendo el consumo de un material costoso y poco accesible como los fertilizantes minerales, criterios que sostiene además (Falcón, 2016).

III.1. Evaluación de la aplicación simple y combinada de los bioproductos sobre los indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*L.) en condiciones de organopónico.

III.1.1. Índices de crecimiento del tomate Var. Amalia.

La evaluación morfológica se realizó en cinco momentos: 10, 20, 30, 40 y 50 ddt, como se refleja en la figura 5.



Letras distintas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan (1955). ES ± indica el error estándar del factor.

Figura 5. Crecimiento de la planta de tomate (altura de la planta) en diferentes momentos a partir del trasplante.

Como se puede observar en la Figura 5, hay un crecimiento de tipo exponencial. Este resultó más lento en los primeros 20 días; después se acelera gradualmente en la etapa desde los 30 a los 50 ddt, momento en que las plantas comienzan a florecer y fructificar.

La altura de las plantas mostró una respuesta positiva a la aplicación de los diferentes bioproductos, donde todas las variantes estudiadas superaron al testigo. En este sentido en el T5 (EcoMic<sup>®</sup>+FitoMas-E<sup>®</sup>+IHplus<sup>®</sup>) se obtuvo los mejores resultados con respecto al resto de los tratamientos.

Por otra parte, se encontró que la combinación del EcoMic<sup>®</sup> y FitoMas-E<sup>®</sup> (T-3), tuvo una respuesta significativa superior al T-4 (EcoMic<sup>®</sup>+ IHplus<sup>®</sup>), todos con diferencias significativas cuando se compararon con el testigo absoluto.

Estos resultados coinciden con lo informado por diferentes autores que han empleado la combinación de biofertilizantes y bioestimulantes en diferentes cultivos agrícolas, ya que estos son capaces de estimular la altura de las plantas con diferencias significativas con respecto al resto de los tratamientos, esta combinación mejora la respuesta de las plantas, debido en gran medida a la acción sinérgica y beneficiosa que entre ellos se produce.

Esta acción sinérgica y beneficiosa, está dada fundamentalmente a que las micorrizas arbusculares favorecen la proliferación de microorganismos productores de antibióticos y fitohormonas, fijadores de nitrógeno, solubilizadores y mineralizadores de nutrimentos e, incluso, de aquellos que se involucran en los procesos de agregación y estabilidad de los suelos. Mediante la red del micelio externo, pueden traslocar de forma más efectiva los productos de la actividad de las bacterias y actinomicetos y hongos benéficos presentes en los microorganismos nativos cuando se encuentran juntos en la rizosfera de los cultivos, por lo que las inoculaciones y aplicaciones juntas pueden crear interacciones sinérgicas entre los microorganismos biofertilizantes y que podrían estimular el crecimiento de las plantas mediante uno o varios mecanismos.

Para potenciar su efecto existe una estimulación directa, a través de la provisión a las plantas de compuestos como nitrógeno fijado, fitohormonas o hierro solubilizado del suelo, y otra indirecta, para la prevención de la aparición de fitopatógenos que inhiben el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

Bashan *et al.* (1996), para explicar el incremento en el desarrollo de las plantas, se refieren a la hipótesis aditiva, la cual plantea que, probablemente, más de un mecanismo está involucrado en la asociación procedente de los biofertilizantes y los bioestimuladores de crecimiento vegetal, los que operan simultáneamente o en sucesión, ya sea en el aumento de la toma de agua y nutrientes, en la producción de fitohormonas y en el control biológico de fitopatógenos.

Muchos autores atribuyen el adecuado vigor manifestado por las plantas, al aporte de sustancias bioestimuladores del crecimiento tales como citoquininas, auxinas, giberelinas, aminoácidos y vitaminas, lo que permite la aceleración del desarrollo de las mismas, fundamentalmente, por medio de la fijación del N<sub>2</sub> atmosférico, la producción de fitohormonas, enzimas y la mineralización de nutrientes.

Los resultados obtenidos en nuestra evaluación coinciden con los informados por (Ruisánchez *et al.*, 2013), quienes a los 60 ddt obtuvieron diferencias significativas para la variable altura de las plantas tratadas con DIMABAC + FitoMas-E<sup>®</sup> y el 70% de la fertilización nitrogenada y Alarcón *et al.* (2012), quienes al evaluar la aplicación simple o combinada de estos bioproductos favorecieron la altura promedio de la planta en comparación con el control (sin aplicación).

Estos últimos autores mencionados aseguran que al utilizar estos bioproductos permiten el suministro de sustancias fitohormonales (auxinas, giberelinas, citoquininas) a las plantas, además que contienen estructuras bioquímicas (aminoácidos como el triptófano precursor de la síntesis de auxinas, oligosacáridos, bases nitrogenadas y otras) que son normalmente sintetizadas por las plantas y trasladadas por el tallo hacia las raíces liberando sustancias útiles que estimulan el crecimiento vegetal.

De igual forma Pulido *et al.* (2013), obtuvieron mejor respuesta donde se aplicó Biobrás-16 + FitoMás-E<sup>®</sup> con dosis de 1.0 L.ha<sup>-1</sup>, donde las plantas alcanzaron la mayor altura con diferencias significativamente superiores al control sin aplicación; resultados similares fueron obtenidos también para este cultivo por Díaz (2009), con estos mismos bioproductos.

Reviste actualidad la aplicación conjunta o coinoculación con HMA y la aplicación de bioestimuladores de crecimiento vegetal, partiendo de que las inoculaciones crean interacciones sinérgicas a nivel de rizosfera. En tal sentido, Rivera y Fernández (2003); refieren que los HMA favorecen la proliferación de microorganismos productores de antibióticos y fitohormonas, fijadores de nitrógeno, solubilizadores y mineralizadores de nutrimentos e, incluso, de aquellos que se involucran en los procesos de agregación y estabilidad de los suelos. Adicionalmente, mediante la red del micelio externo, pueden traslocar de forma más efectiva los productos de la rizosfera de las plantas lo que favorece el crecimiento y desarrollo de las mismas.

Los resultados anteriores pueden ser explicados por Terry (2005), quién informó incrementos significativos en la altura de plantas de tomate cuando realizó inoculaciones con HMA, sola y combinada con bioestimulantes, así mismo (Terry *et al.*, 2002), encontraron una respuesta positiva de las diferentes especies a la inoculación, tanto de los HMA como de la rizobacteria, lo que se manifiesta al existir diferencias significativas entre los tratamientos inoculados con respecto al testigo de producción, por lo que la coinoculación con *Glomus clarum* + *Azotobacter chroococcum* cepa INIFAT-12 (Biostín) fue la que proporcionó un mayor estímulo sobre el crecimiento de las plantas. Este resultado demuestra que existió una relación simbiótica entre el hongo y la bacteria, cuando se añadieron de forma simultánea en el momento de la siembra.

Igual resultado obtuvo Pulido (2003), al inocular diferentes especies de HMA y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal en tomate y cebolla, obtuvo que los tratamientos inoculados superaron al testigo para la variable altura de la planta en suelos Ferralítico Rojo compactado.

Por otra parte, resultados similares obtuvo Terry *et al.* (2001); López *et al.* (2003); Mujica (2012), con la aplicación de diferentes dosis de inoculante micorrizógeno y un estimulador de crecimiento, donde encontraron diferencias significativas con el testigo al aplicar micorrizas sola y combinada, cuyos resultados siempre fueron superiores al testigo.

En nuestras evaluaciones se observa que los tratamientos donde se utilizó los HMA, tuvo un comportamiento muy superior al testigo en la variable altura de las plantas, criterios que coinciden con los resultados obtenidos por Álvarez *et al.* (2015a). Resultados similares fueron encontrados por Ley *et al.* (2015), quienes al estudiar el comportamiento de varias cepas de HMA en la altura de las plantas a los 60 días mostraron diferencias significativas con respecto al testigo y no entre ellas.

Estos y otros resultados evidencian que la inoculación de plántulas de tomate en semillero arroja el mismo efecto que cuando se produce la inoculación directa en el área de plantación, se apreció un ahorro significativo del volumen del biofertilizante empleado (Cabrera *et al.*, 2016).

Otro de los aspectos importantes que intervinieron en los resultados, lo es sin dudas la acción del FitoMas-E<sup>®</sup>, que al decir de Montano *et al.* (2007a) contiene sólo sustancias propias del metabolismo vegetal y propician una mejoría apreciable del intercambio suelo-planta, ya que el vegetal tratado mejora la cantidad y calidad de los nutrientes que traslada al suelo mediante sus raíces, lo cual beneficia a los microorganismos propios de su rizosfera los que en esas condiciones incrementan a su vez, el intercambio de productos de su metabolismo útiles al vegetal.

Son estos microorganismos, estimulados a la acción por el propio vegetal, provisto ahora de gran parte de su arsenal bioquímico, los que elaboran las hormonas, ácidos orgánicos solubilizadores de nutrientes y agentes quelantes, etc. que hacen crecer a la planta y mejoran su comportamiento.

Al respecto, Ruisánchez *et al.* (2014) utilizando la variedad de tomate Vyta, obtuvieron resultados sobre la altura con la combinación de DIMABAC + FitoMas-E<sup>®</sup> + 70 % de la fertilización nitrogenada. Avalan los efectos beneficiosos en el crecimiento vegetal y en la producción del cultivo y aunque el nitrógeno es el principal elemento trasladado por *Azospirillum chroococcum*.

Lo analizado hasta aquí ratifica lo señalado por varios autores que al evaluar la altura en el tomate han obtenido buenos resultados con el uso del FitoMas-E<sup>®</sup> solo y asociado con otros biofertilizantes Del Sol *et al.* (2012) y Díaz *et al.* (2013), lograron resultados similares con esta misma dosis en las variedades de tomate Rilia y Vyta.

Por su parte Álvarez *et al.* (2015b), en la aplicación foliar de FitoMas-E<sup>®</sup> con dosis de 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 1 L.ha<sup>-1</sup>, en el cultivo del tomate, híbrido HA 30-19 (Galina) en condiciones de producción, en la altura de las plantas se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos y estos con respecto al testigo.

Estos resultado también coincide para esta variable cuando se comparan con los resultados obtenidos por varios investigadores en otras especies hortícolas, como los obtenidos en pepino (*Cucumis sativus* L) por Hernández *et al.* (2015b), quienes lograron un efecto positivo en la altura de la planta superando de forma significativa al testigo, la frecuencia más efectiva fue la del (FitoMas-E<sup>®</sup> a 1L.ha<sup>-1</sup>), en aplicación a los 15 días y a los 20 días después de efectuada la siembra de manera fraccionada.

Del mismo modo Del Toro (2010), en evaluación de diferentes dosis de aplicación de FitoMas-E<sup>®</sup> en el desarrollo vegetal del pepino con dosis de hasta 1,5 L.ha<sup>-1</sup> fue la que estimuló más este componente y Zaldivar (2012), en estudios de evaluación de algunos extractos de plantas y el bioestimulante FitoMas-E<sup>®</sup> en la respuesta agroproductiva del pepino reportó que la dosis de aplicada, tuvo en efecto positivo sobre este indicador.

En la habichuela (*Vigna unguiculata* L) Lescaille *et al.* (2015), demostraron claramente una posición ventajosa para la combinación de microorganismos eficientes (ME) y *Claroideoglobus claroideumen* altura de las plantas por encima del resto de los tratamientos, donde todas las variantes inoculadas mostraron mejor resultado que el testigo.

Terry *et al.* (2013), obtuvieron resultados similares en el cultivo de la habichuela con diferentes aplicaciones de bioproductos, al lograr mayor estímulo en el crecimiento de las plantas a partir de los 30 días de edad en los tratamientos con EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup> con respecto a los demás tratamientos evaluados. Iguales resultados obtuvieron Tamayo *et al.* (2015) para el mismo cultivo, quienes sustentan además que una vez alcanzado los 45 días se puede observar que los tratamientos con aplicación simples y combinadas no difieren entre sí, pero si con el testigo.

Para el cultivo de la Col (*Brassica oleracea* L.) se han obtenido resultados favorables con la aplicación de los microorganismos eficientes, estos incrementan la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar, de forma general funcionan como desintegradores de la materia orgánica del suelo, restableciendo su equilibrio microbiológico y mejorando las condiciones físico-químicas a la vez que son capaces de producir sustancias bioactivas estimuladoras del crecimiento y desarrollo de los cultivos, de acuerdo a los resultados obtenidos por Álvarez *et al.* (2012).

Sobre el cultivo del Ají cachucha (*Capsicum chinense* J) Cabrera *et al.* (2012), quienes con la aplicación de (VitaZyme y HMA) y el riego con agua tratada magnéticamente sobre la altura de plantas de ají en tres periodos de evaluación 30 ddt; 45 ddt y 60 ddt y observaron un efecto positivo cuando se aplica Vitazyme y HMA con agua tratada magnéticamente, con diferencias al resto de los tratamientos y el control.

Para el cultivo de la lechuga autores como Bárzaga (2013), realizaron aplicaciones de diferentes dosis de FitoMas-E<sup>®</sup> obtuvieron incrementos significativos en las variables de crecimiento con relación al tratamiento control, de esta forma quedó evidenciado el efecto positivo de este bionutriente; de igual modo Baldoquin *et al.* (2015), con la aplicación de hasta 1,5 ml.ha<sup>-1</sup> de Enerplant en lechuga donde obtienen cultivos más sanos con mayor altura.

Resultados favorables con la utilización de estos bioproductos y su influencia en la altura de las plantas han sido obtenidos en diferentes cultivos por autores como: Fernández *et al.* (2002) en el cultivo del café; Fundora *et al.* (2009) en el cultivo del boniato; Serbelló *et al.* (2013) en el cultivo de la fruta bomba; Zuaznabar *et al.* (2013) en el cultivo de la caña de azúcar; Martínez *et al.* (2013) en el cultivo del Maíz; Ramos *et al.* (2013) en el cultivo de la guayaba; Maceda (2013) en el cultivo del tabaco; Pulido *et al.* (2013) y Liriano *et al.* (2015); en el cultivo de la cebolla; Borrero *et al.* (2014) en el cultivo de la yuca; Castellanos *et al.* (2014) y Peña *et al.* (2015) en el cultivo del frijol; Meriño *et al.* (2015) en el cultivo de la soya; Martín *et al.* (2015) en el cultivo de la canavalia; Falcón *et al.* (2015b) en el cultivo de la majagua, solo para citar los trabajos más recientes, lo que pone de manifiesto la eficiencia de del uso de los biofertilizantes y bioestimulantes en rendimiento de las especies agrícolas.

Sin embargo, nuestros resultados no coincide con los obtenidos por Demir *et al.* (2011), que fueron inferiores al evaluar la altura de plantas de tomate, debido a que su investigación se realizó bajo condiciones de suelo salino incluso empleando 9 cepas de HMA.

### III.1.2. Diámetro del tallo y flores por planta del tomate Var. Amalia.

Los resultados obtenidos para las variables diámetro del tallo y flores por planta del tomate Var. Amalia se refleja en la tabla 2.

Tabla 2. Comportamiento de las variables diámetro del tallo y flores por planta del tomate.

Tratamientos	Diámetro del tallo	Flores por plantas
	(mm)	(U)
Testigo	8,20 <sup>e</sup>	10,10 <sup>e</sup>
EcoMic <sup>®</sup>	9,97 <sup>d</sup>	13,70 <sup>d</sup>
EcoMic <sup>®</sup> + FitoMas-E <sup>®</sup>	10,80 <sup>b</sup>	15,20 <sup>b</sup>
EcoMic <sup>®</sup> + IHplus <sup>®</sup>	10,04 <sup>c</sup>	14,60 <sup>c</sup>
EcoMic <sup>®</sup> + FitoMas-E <sup>®</sup> + IHplus <sup>®</sup>	11,41 <sup>a</sup>	15,80 <sup>a</sup>
ES ±	0.18 <sup>**</sup>	0.35 <sup>**</sup>

Letras distintas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan (1955). ES ± indica el error estándar del factor.

Al analizar el efecto de las inoculaciones con HMA y las aplicaciones de los bioestimulantes (FitoMas-E<sup>®</sup>+IHplus<sup>®</sup>) se puede observar en la tabla 2, como la variable diámetro del tallo y cantidad de flores por planta. En el T-5 (EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup>+IHplus<sup>®</sup>) fue el tratamiento donde se obtuvieron los mejores resultados, seguida por el T-3 (EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup>) quienes difieren de todos lo demás, y la de peor comportamiento fue el testigo (T).

Lo analizado hasta aquí ratifica lo señalado en epígrafes anteriores sobre los positivos efectos de las inoculaciones con HMA y los biofertilizantes en el crecimiento y desarrollo de los cultivos, sin la aplicación de fertilizantes minerales.

Los resultados para la variable diámetro del tallo, coinciden con lo informado por varios autores, quienes han tenido también resultados favorables para este indicador. Lescaille *et al.* (2015), determinaron que los mejores resultados obtenidos fue cuando se combinaron las dos cepas de EcoMic<sup>®</sup> con microorganismos eficientes. Encontraron que entre los tratamientos no hubo diferencias entre sí, pero si con el testigo

En este sentido Pulido *et al.* (2013), al evaluar el diámetro de las plantas de tomate con la aplicación de 0,05 ml.L<sup>-1</sup> de Biobras-16 y 0.7 L.ha<sup>-1</sup> de Fitomás-E<sup>®</sup>, observaron que alcanzaron valores significativamente superiores en todos los tratamientos en relación al testigo, pero el diámetro del tallo fue mayor cuando se aplicó 0,7 L.ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E<sup>®</sup> (1,95 cm) con diferencias significativas con el resto de los tratamientos y el testigo en este mismo cultivo.

Resultados similares obtuvieron Reyes *et al.* (2011), con la aplicación del Fitomas-E<sup>®</sup> inmediatamente después del trasplante y a los 15 días posteriores al mismo y observaron que los mejores resultados se obtuvieron con las dos frecuencias de aplicación del producto a las plantas, alcanzando valores significativamente superiores diámetro de los tallos, en este caso en caña de azúcar.

Por su parte Falcón *et al.* (2015b), evidenciaron como tendencia, que el empleo combinado de HMA y FitoMas-E<sup>®</sup> presentó los mayores resultados en las variables diámetro, seguido del tratamiento con aplicación de micorriza, aunque en la variable área foliar no existió diferencia significativa entre los tratamientos de HMA y FitoMas-E<sup>®</sup>.

Lo anterior confirma lo obtenido por otros autores (Falcón *et al.*, 2011,2013; Ramos *et al.*, 2013), quienes informan resultados satisfactorios en las variables morfológicas diámetro del tallo y el porcentaje de sobrevivencia cuando se empleó micorriza y FitoMas-E<sup>®</sup> en especies perennes.

Rodríguez *et al.* (2011), al analizar esta variable observa que existieron diferencias significativas entre todos los tratamientos, resultando ser el tratamiento (tres aplicaciones de Bioplasma a razón de 3 L.ha<sup>-1</sup> el de mejor comportamiento en parámetros tan importantes como el grosor del tallo, se logró un incremento del tallo de 0.35 y 0.83 cm con respecto al testigo consistente en (dos aplicaciones de FitoMas-E<sup>®</sup> a razón de 0.7 L.ha<sup>-1</sup> cada una), lo que representa diferencias significativas superiores de todos los tratamientos con respecto al testigo.

Resultados similares para esta variable obtuvieron al investigar en el cultivo del tomate variedad Amalia López *et al.* (2007), frente a diferentes dosis de FitoMas-E<sup>®</sup> demostrando su efecto estimulante para el indicador grosor del tallo.

En este sentido también han obtenido resultados similares Cassanga, (2000) en el pimiento (*Capsicum annun* L) con el uso del Biobras-16 y el Humus foliar, así como Martínez (2005), cuando evaluó diferentes dosis de Bioplasma en el cultivo del pepino bajo condiciones de cultivo protegido y Arozarena (2005) cuando evaluó en efecto del FitoMas-E<sup>®</sup> en condiciones de cultivo protegido realizando la recomendación del mismo para estas condiciones.

Existen sin embargo numerosas evidencias experimentales acerca de los beneficios del empleo de inoculantes fundamentalmente los HMA, en diferentes cultivos (Augé, 2000) y, específicamente, en tomate (Dell'Amico *et al.*, 2002), donde se ratifica que la simbiosis hongo-planta es típicamente mutualista, donde el hongo depende de la planta para la obtención de fotosintatos y la planta recibe a cambio una variedad de beneficios que le permiten incrementar su crecimiento y mejorar sus relaciones hídricas. Sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos, se observó, en el caso específico del tomate, no solo la acción individual de los HMA, sino que su mejor efecto positivo fue cuando estos inoculantes fueron aplicados de forma conjunta con los bioestimuladores de crecimiento vegetal, evidenciándose el efecto sinérgico beneficioso de los mismos.

Este comportamiento puede ser explicado a partir de la existencia de mecanismos que potencian el efecto de estos microorganismos, como son la producción de fitohormonas que estimulan el desarrollo radical y, como consecuencia, la absorción del agua y nutrientes minerales, lo que incide positivamente en la promoción del crecimiento vegetal.

Sin embargo nuestros resultados difieren de los alcanzados por autores como López *et al.* (2007) al aplicar FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo del tomate quienes encontraron que para la variable grosor de tallo, no hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos y Costales *et al.* (2007), quienes demostraron que la aplicación a semillas de tomate de diferentes concentraciones de oligogalacturonidos, no influyó significativamente sobre el diámetro del tallo, aunque sí reconocen un aumento ascendente del mismo durante el transcurso del tiempo.

También Cabrera *et al.* (2011), encontraron que la aplicación de VitaZyme, Bayfolan y Enerplant, no pudieron marcar diferencias significativas entre los tratamientos para la variable diámetro del tallo en el cultivo del pimiento variedad Atlas en condiciones de cultivo protegido.

Esta misma situación se observa en los resultados obtenidos por Cabrera *et al.* (2012), quienes al analizar la variable diámetro del tallo en el ají cachucha, no encontraron diferencias significativas a favor de ninguno de los tratamientos en estudio en la primera evaluación (30 ddt) y la última (60 ddt), respectivamente.

Los autores antes mencionados indican que la aplicación de los productos estudiados (VitaZyme + HMA) no ejerció el efecto necesario como para marcar diferencias en este sentido, esta podría ser una característica fenotípica intrínseca de la planta difícil de alterar que también se presenta en otros cultivos.

En cuanto a la variable flores por planta coincide nuestra evaluación con lo planteado por autores como Pulido *et al.* (2013), quienes señalaron que el número de racimos de flores por planta en el tomate, alcanzó valores significativamente superiores al control, con la aplicación del Fitomás-E<sup>®</sup> aunque no difiere de los obtenidos en los tratamientos donde se aplicó el Biobrás-16 a 0,05 y 0,1 ml.L<sup>-1</sup>, todo lo que parece indicar que en las condiciones en que se desarrolló el experimento este último producto estimuló el crecimiento, expresado a través de la altura y no en el número de racimos de flores por planta.

Por su parte Ley *et al.* (2015), obtiene resultados similares a los obtenidos en este experimento, cuando estudiaba los efectos de la inoculación con cuatro especies de HMA en el número de flores en plantas de tomate a los 60, 90 y 120 días de cultivo.

Los resultados obtenidos por Terry *et al.* (2001), en el cultivo del tomate var. Amalia, demostraron que la combinación de los biofertilizantes (*Azospirillum* y Micorrizas) con la aspersión foliar del BB-16 en la floración, no solo favoreció la misma, sino que fue capaz de incrementar los rendimientos, además de ahorrar 60 kg.ha<sup>-1</sup> de fertilizante nitrogenado.

Al respecto Ruiz *et al.* (2009), observó un incremento en el número de racimos y flores por planta, en esta mismo cultivo y variedad, al aplicar Biobras-16, con valores de 12,37 y 11,32 respectivamente. Por su parte López *et al.* (2003), cuando aplicaba diferentes dosis de FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo del tomate, comprobaron que con dosis de 0,7 L.ha<sup>-1</sup> se obtienen los mejores resultados en cuanto a número de flores que crece un 19 por ciento en relación al testigo.

Por otro lado Arozarena (2005), realizó estudios, comparando el fitoestimulante VitaZyme y el FitoMas-E<sup>®</sup> en el desarrollo del tomate en siembra de primavera en casas de cultivo, con diversas variantes nutrimentales y encontró que el número de flores aumentaban significativamente con el incremento de la dosis de fertilizante. La asociación del fertilizante con cualquiera de los fitoestimulantes daba los mejores resultados. No encontró diferencias en los resultados entre VitaZyme y FitoMas- E<sup>®</sup>.

Luego de precisado el papel que desempeñan los biofertilizantes en el cultivo del tomate Díaz *et al.* (2013), al estudiar el número de flores por planta demuestra que fueron superiores en todos los tratamientos en los que se utilizó el FitoMas-E<sup>®</sup> con respecto al tratamiento control. Similares a estos resultados fueron los obtenidos por López *et al.* (2007), los que verificaron un aumento en el número de flores por planta de 5 %, 8 %, 13 % y 19% con la aplicación de 0.2, 0.4, 0.5 y 0.7 L. ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E<sup>®</sup> respectivamente.

De igual manera Martínez (2011), en el cultivo del tomate determinó que la aplicación del bionutriente FitoMas-E<sup>®</sup>, tuvo un efecto positivo cuando se aplicaba al inicio de la floración, de esta misma forma, demostró que la aplicación del Biobras-16 también ejercía un efecto similar.

Más recientemente Álvarez *et al.* (2015b), con la aplicación foliar con dosis de 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 1 L.ha<sup>-1</sup> en el cultivo del tomate, híbrido HA 30-19 (Galina) en condiciones de producción, para esta variable número de florales no encontraron diferencias significativas entre las plantas tratadas con dosis de 0,3 y 1 L.ha<sup>-1</sup> ni entre las dosis de 0,5 y 0,7 L.ha<sup>-1</sup>, si de estas con respecto al tratamiento control.

Tal efecto pudo estar enmarcado en la acción que ejerce este bioestimulante con dosis de 0,7 L.ha<sup>-1</sup> sobre la biosíntesis de proteínas y otros procesos de la planta posibilitando un incremento de la floración. Además de aportarle a la planta sustancia como la L-arginina al 0.16 %, L-lisina al 0,52 % y el L-ácido glutámico al 0,05 % los cuales contribuyen en la síntesis de hormonas relacionadas con la formación flores y frutos, criterios que sustenta (Viñals *et al.*, 2011).

Incrementos en el número de flores en plantas de tomate variedad Vyta fueron reportados también al aplicar el Fitomas-E<sup>®</sup> con dosis de 0,7 L.ha<sup>-1</sup> por Alarcón *et al.* (2012).

Por otro lado, Rodríguez (2001), puntualiza que el FitoMas-E<sup>®</sup> contribuye a mejorar notablemente la floración en su estudio realizado a la caña de azúcar.

Ramos *et al.* (2013), en un experimento con guayaba, cuando analizaba las variables número de flores promedio, observó que hubo diferencias significativas en los tratamientos objetos de estudios. Señaló además que aunque existe una acción benéfica por el efecto de estos productos biológicos, ellos son capaces de mejorar la vida de la planta e influir positivamente sobre el número de flores y frutos.

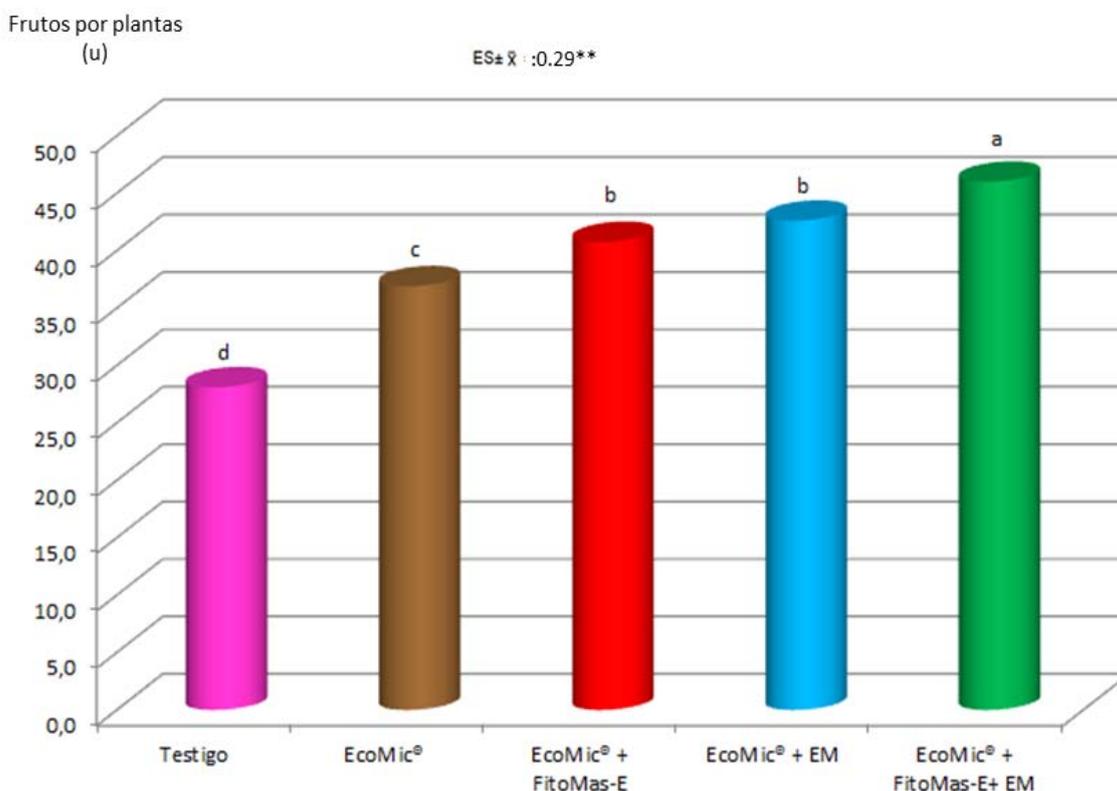
También coinciden con estos resultados Osório *et al.* (2016) en el cultivo del frijol, quienes encontraron diferencias significativas al aplicar Biofertilizantes + Micorriza peletizada + FitoMas-E<sup>®</sup>. Determinaron que este fue el mejor tratamiento con 26 flores como promedio.

Vale señalar, lo planteado por Terry *et al.* (2015). Cuando se refieren a los efectos biológicos expresados en las plantas por los bioestimuladores son diversos; las respuestas rápidas generalmente se observan en la superficie celular de los tejidos, así como así respuestas involucradas en el crecimiento y desarrollo incluyen, entre otras, la inducción de etileno, la inhibición de auxina y la estimulación floral, criterio que comparte también (Izquierdo, 2009).

Las respuestas positivas sobre este indicador se caracterizan por la presencia en los bioproductos aplicados la acción que ejercen sobre la planta sus componentes bioactivos como fitohormonas y vitaminas que inducen a que se respuesta decisiva, que promovió el crecimiento desarrollo estructural de la planta, ayudando a la fotosíntesis, floración y fructificación así como su viabilidad en el incremento de la producción.

### III.1.3. Índice de frutos por planta del tomate Var. Amalia.

Los resultados obtenidos para la variable frutos por planta del tomate Var. Amalia se refleja en la figura 6.



Letras distintas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan (1955). ES  $\pm$  indica el error estándar del factor.

Figura 6. Frutos por planta del tomate. Var. Amalia, de acuerdo a los tratamientos empleados.

Esta figura refleja el comportamiento del indicador frutos por planta, donde se observa un resultado positivo del cultivo a la aplicación del estimulante natural del crecimiento (FitoMas-E®), los HMA (EcoMic®) y el IHplus® (microorganismos eficientes).

Como se puede observar el tratamiento 5, superaa todas las demás con diferencias altamente significativas, sin embargo sobre esta variable se puede destacar que no existen diferencias entre los tratamientos 3 y 4, referidos a la aplicación conjunta de EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup> y EcoMic<sup>®</sup> + IHplus<sup>®</sup> respectivamente, todos con diferencias significativas cuando se compararon con el testigo absoluto.

Una vez más se demuestra la sinergia para este indicador que informa la acción combinada de estos bioproductos o el efecto beneficioso que resulta cuando se combina la coinoculación con el producto bioactivo FitoMas-E<sup>®</sup>. Este bioestimulante debido a sus mecanismos de acción está relacionado con su fuerte actividad biológica, donde al ser considerado como reguladores del crecimiento de las plantas, provoca un desarrollo acelerado del vegetal y cuyo efecto se ve reflejado en una mayor asimilación de los nutrientes por las plantas. Si a estos criterios se le suma la importancia que se le atribuyen a las micorrizas arbusculares en la absorción de nutrientes, y que los efectos de ambos se potencian cuando actúan de forma combinada, entonces existirá una contribución mayor a la absorción de nutrientes por las plantas.

En estudios realizados por Owen y Jones (2001), se ha comprobado que los microorganismos productores de fitohormonas son capaces de alterar la síntesis de y proteínas en plantas como respuesta a la acción microbiológica, lo que provoca alteraciones enzimáticas, y estos a su vez, están directamente relacionados con el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Por lo tanto, los resultados hasta aquí presentados, muestran la efectividad de la combinación mixta de biofertilizantes y bioestimulantes capaces de potenciar los efectos individuales de cada microorganismo a partir del efecto ejercido sobre las diferentes variables de crecimiento y desarrollo de las plantas.

En general, los resultados concuerdan con los obtenidos por Pulido *et al.* (2013), quienes reportaron beneficios en el desarrollo del cultivo del tomate con el empleo del Fitomas-E<sup>®</sup> y el Biobras-16 donde el número de frutos totales por planta se incrementó significativamente en los tratamientos donde se aplicó 0.1 ml.L<sup>-1</sup> de Biobras-16 y el Fitomas-E<sup>®</sup> de 0.7 L.ha<sup>-1</sup> con (12,45 y 12,15 frutos/planta).

De igual modo Álvarez *et al.* (2015b), evaluaron los efectos de las diferentes dosis de Fitomas-E<sup>®</sup> sobre el número de frutos por plantas donde muestran que la dosis de 0,7 L.ha<sup>-1</sup> expresa los mejores resultados y se obtienen los mayores valores para esta variable, resultados que concuerdan con los obtenidos por Viñals *et al.* (2011); Alarcón *et al.* (2012) y Camejo *et al.* (2013), quienes también obtuvieron incrementos en el número de frutos en plantas de tomate al aplicar el Fitomas-E<sup>®</sup> y Biobras-16.

A todo ello se debe añadir lo referido por Martínez y Dibut (2012), quienes reconocen que los biofertilizantes favorecen la formación de los frutos con el suministro de nutrientes, estimulan el crecimiento, aumentan la resistencia a distintas condiciones de estrés, dígase; escases de agua, desbalance de nutrientes, altas o bajas temperaturas del suelo y presencia de sustancias o elementos tóxicos en el suelo.

López & Pouza (2014), usaron diferentes dosis de Fitomas-E<sup>®</sup> 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/planta respectivamente.

Al respecto Hernández *et al.* (2015b), en el cultivo del pepino observaron en cuanto al número de frutos por planta ligeras diferencias lo que demuestra que existe un cierto estímulo con la aplicación del FitoMas-E<sup>®</sup>. Resultados similares fueron obtenidos por Mantilla (2007), donde evaluó diferentes bioestimulantes en siembra directa, los cuales reportaron valores positivos en cuanto a la aplicación de este producto. En general, las semillas hortícolas al ser tratadas con bioestimulantes incrementan significativamente su vigor, favorece la formación de los frutos y se incrementan los rendimientos (Casanova *et al.*, 2007).

Por tales motivos, Lescaille *et al.* (2015), al evaluar el número de vainas promedio y totales observaron incrementos en todos los tratamientos inoculados con los biofertilizantes y mostraron resultados estadísticamente diferentes al testigo de producción, criterios que comparten Tamayo *et al.* (2015), al observar durante el periodo del experimento donde los resultados manifiestan que las mejores respuestas se obtienen cuando se aplica de forma combinada las cepas de HMA y el FitoMas-E<sup>®</sup>.

Así mismo Terry *et al.* (2013), en las variables evaluadas correspondientes a los componentes del rendimiento agrícola del cultivo de la habichuela, mostraron respuesta positiva con la aplicación EcoMic<sup>®</sup>+FitoMas-E<sup>®</sup>, lográndose estímulos superiores, a la vez que difirió significativamente de los restantes. Igualmente, la aplicación combinada de los bioproductos, superó los resultados al aplicar estos de manera independiente.

Resultados similares fueron reportados por González *et al.* (2010) al encontrar respuesta positiva con diferencias significativas entre los tratamientos combinados con bioproductos y el tratamiento control para el cultivo de la habichuela, lográndose incrementar el número de vainas por planta así como el peso de las mismas en las diferentes cosechas realizadas.

Por otra parte, Peña *et al.* (2015), observaron que los granos por planta en el frijol se tuvo diferencias estadísticamente significativas entre las variante con Fitomas-E<sup>®</sup> y Biobras-16 superó al Control en un 84,60 por ciento.

En otro cultivo como es el caso del pimiento la aplicación del fitoestimulante FitoMas-E<sup>®</sup> (Faustino, 2006) sobre un suelo Ferralítico Rojo típico, hubo incrementos en el peso de los frutos en relación con el testigo, cuando utilizaba una dosis de 2 L.ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, Cabrera *et al.*, (2012), destacan aumentos moderados a favor de las combinaciones de Vitazyme y HMA para ambas condiciones de agua tratada magnéticamente en el cultivo del ají cachucha.

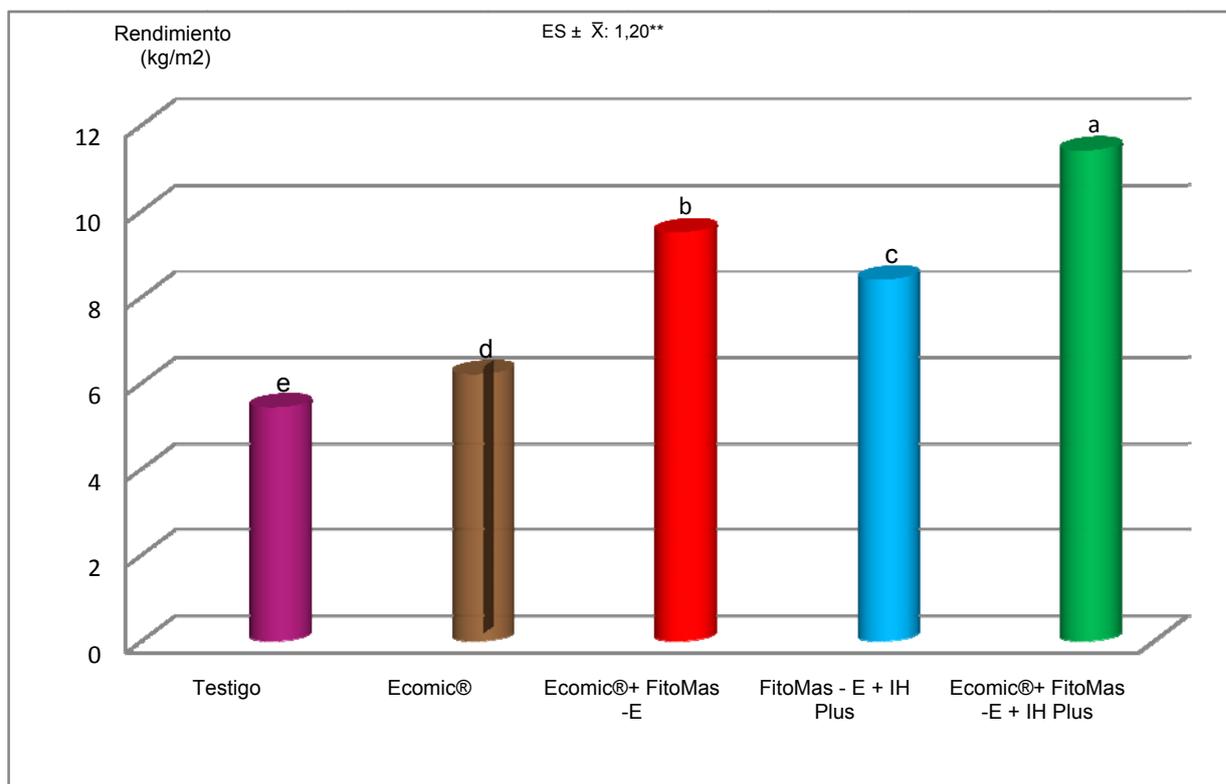
La literatura consultada, se recogen algunos trabajos que avalan la potenciación de los efectos individuales de los microorganismos cuando son inoculados de conjunto. El hecho de que este resultado haya sido reproducible en el tiempo, explica el éxito de la inoculación lo que hace que se corrobore la eficiencia de los HMA, los EM, así como los bioestimuladores de crecimiento vegetal que estimula positivamente el crecimiento y desarrollo en el cultivo del tomate (var. 'Amalia') a partir de una alta colonización.

Con todo esto se demuestra, una vez más, la importancia de la aplicación conjunta de biofertilizantes y estimulantes para provocar efectos positivos en los cultivos.

Este criterio se fortalece con lo planteado por Pentón *et al.* (2011), al referirse que la aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes forma parte de las alternativas a tener en cuenta en los sistemas agrícolas sostenibles, ya que constituyen un medio económicamente viable y ecológicamente aceptable para reducir los insumos externos; mejorar la cantidad y la calidad de las cosechas; garantizar mayor eficiencia en el uso de los fertilizantes minerales, para incidir directamente en el trazado de estrategias que contribuyan a la disminución de la vulnerabilidad ante la inseguridad alimentaria que existe hoy en el mundo.

### III.1.4. Rendimiento del tomate. Var. Amalia.

Los mayores rendimientos alcanzados con los tratamientos se pueden observar en la figura 7.



Letras distintas indican diferencias significativas  $P \leq 0,05$ , según prueba de rangos múltiples de Duncan (1955). ES ± indica el error estándar del factor.

Figura 7. Indicador rendimiento del tomate.

Esta figura muestra el comportamiento del rendimiento del tomate, donde se observa que el mejor comportamiento obedece al T-5 donde se combina (EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup> + IHplus<sup>®</sup>), no obstante, superó al testigo absoluto en más del 60% y seguido por el T-3 (EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup>), todos difieren de los restantes tratamientos y del testigo que alcanza los menores valores, por ello puede considerarse este resultado una opción apreciable para la tecnología de producción ecológica y su posible comercialización como producto orgánico, cuya demanda se incrementa cada día en el mundo, en virtud de una mejor calidad de vida.

El resultado en el rendimiento agrícola obtenido en esta investigación, evidencia que una planta con un estado nutricional adecuado, es capaz de brindar una producción aceptable, donde la coinoculación con HMA y la aplicación de bioestimuladores de crecimiento, junto con el IHplus<sup>®</sup>, al parecer, permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes aportados, lo que conlleva a un manejo más eficiente de la nutrición.

Al analizar la respuesta mostrada por esta variable, se pudo constatar que este comportamiento coincide con otros autores en los que se puede mencionar los trabajos de Ruisánchez *et al.* (2014), quienes de manera general atribuyeron los resultados a la inoculación con el biofertilizante mixto a base de *A. chroococcum* y *B. subtilis* (DIMABAC) y estimulado con FitoMas-E<sup>®</sup>, los mismos intervinieron positivamente en la estimulación del cultivo, induciendo de esta manera un incremento de la producción por planta y del rendimiento total, criterios que son avalados también por (Montano *et al.*, 2007b; Ruiz *et al.*, 2009 y Morales, 2011).

También Alarcón *et al.* (2012) en el cultivo del tomate obtuvieron los mejores resultados con la aplicación del bioestimulador del crecimiento Biobras-16 y obtuvo valores de rendimiento que oscilaron entre 19,67 y 29,80 t.ha<sup>-1</sup>, mientras que con el control se obtuvieron 14,63 t.ha<sup>-1</sup>, lo que representó incrementos entre 34,45 y 103,69 %.

Estos mismos autores reportaron que la aplicación de bioestimuladores (Biobras-16 y FitoMas-E<sup>®</sup>) favoreció notablemente el rendimiento del tomate al lograrse incrementos significativos en comparación con las plantas controles. Los valores oscilaron entre 20,97-141,30 % para el rendimiento, y se destacó la combinación de Biobras-16 (0,01 mg.L<sup>-1</sup>) + Fitomas-E<sup>®</sup> (0,10 ml.m<sup>-2</sup>) con un rendimiento de 58,13 t.ha<sup>-1</sup>.

También, López *et al.* (2003), evaluaron diferentes dosis de Fitomas-E® y confirmaron que un aumento en las dosis del bioestimulante provocó incrementos significativos de los rendimientos, logrando valores de 80 t.ha<sup>-1</sup> para la dosis de 0,7 L.ha<sup>-1</sup>, resultados similares han obtenido en sus investigaciones (Villar *et al.*, 2005; Montano, 2008, y Álvarez *et al.*, 2015b).

Pulido *et al.* (2013), por su parte obtuvieron rendimientos favorables, donde los mejores resultados se alcanzaron con las dosis 0.05 y 0.1 ml.L<sup>-1</sup> de Biobras-16 y Fitomás-E® respectivamente, estos rendimientos obtenidos corroboran lo expuesto por Gómez *et al.* (2000), quienes plantearon que las casas de cultivo protegido han permitido obtener rendimientos de 120 t.ha<sup>-1</sup> en la campaña de invierno.

Por su parte, Díaz *et al.* (2013) en un análisis específico del rendimiento agrícola del tomate variedad Vyta al finalizar el ciclo del cultivo (60 días), en ambos años se evidenció y corroboró que la combinación EcoMic®+Fitomas-E® es la que permite obtener un mayor rendimiento por superficie, la combinación de los diferentes bioproductos supera en más de un 20 % el rendimiento con respecto al tratamiento testigo.

Resultados similares fueron obtenidos en otras hortalizas como es el caso de Hernández *et al.* (2015b), en el cultivo del pepino con FitoMas-E®. También Barroso *et al.* (2013), muestran el comportamiento del rendimiento agrícola en el cultivo del rabanito evaluado con Pectimorf y EcoMic®, y plantean que al parecer la combinación de ambas fuentes biológicas activas manifiestan una eficiente sinergia e incide directamente en estos parámetros del crecimiento y desarrollo de esta especie, variedad Scarlet Globe, lo permitió elevar el promedio del rendimiento 1,72 kg.m<sup>2</sup> por encima de la media del testigo.

Puede apreciarse en los resultados obtenidos por Youbain *et al.* (2004), También, como existió una influencia positiva en el rendimiento de la lechuga con la biofertilización de HMA, con la especie *Glomus fasciculatum*; en condiciones de casa de cultivo; resultados similares obtuvieron además Rodríguez *et al.*(2011) en este cultivo con dos aplicaciones foliares de FitoMas-E®, donde los rendimientos fueron superiores al control, con incrementos de 32,72%.

En el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) se han obtenido resultados significativos para esta variable, Del Toro (2010), en evaluación de diferentes dosis de aplicación de FitoMás-E<sup>®</sup> con la aplicación de 1,5 L.ha<sup>-1</sup> fue la que estimuló el rendimiento, resultados que coinciden también con Zaldívar (2012), cuando estudiaba algunos extractos de plantas y el bioestimulante FitoMas-E<sup>®</sup>, e informó que la dosis aplicada de este bioestimulante tuvo en efecto positivo sobre el rendimiento, lo que corrobora los resultados obtenidos por Masotó (2004) y Pérez (2005), que demostraron que la fisiología de este cultivo responde positivamente a la aplicación de bioestimulantes, al igual que los resultados obtenidos por Terrero (2007).

En otras hortalizas de no de menos importancia se encuentran resultados que coinciden con el criterio expuesto en este trabajo, en tal sentido Cabrera *et al.* (2012), destacan que la coinoculación múltiple es la de mejor respuesta vegetal en el cultivo del ají cachucha, para el rendimiento. La mejor combinación en este caso fue VitaZyme + HMA+ y el agua tratada magnéticamente. Obtuvieron como resultados un 92,50 % por encima del control.

Por su parte Lescaille *et al.* (2015), en el rendimiento de la habichuela obtuvieron incrementos estadísticamente favorables para las combinaciones del EM con las cepas de EcoMic<sup>®</sup>, por tanto se observa que la coinoculación múltiple propicia mejores resultados que la aplicación simple de cada microorganismo. Los resultados en el rendimiento de los tratamientos coinoculados se encuentran por encima de la media nacional (2,5-3,5 kg.m<sup>2</sup>), resultados similares obtuvo Trujillo y Guanche (2010) en ensayos realizados en cuatro cultivares de habichuela.

Tamayo *et al.* (2015) evaluaron la aplicación simple y combinada de dos cepas de HMA y FitoMas-E<sup>®</sup>, y lograron la mejor respuesta en el rendimiento con la combinación FitoMas-E<sup>®</sup> y *Glomus claroideum*; a su vez Terry *et al.*(2013), permitió obtener mayor rendimiento por superficie superior a los 3 kg.m<sup>2</sup>, lo que fue superior en más de un 20 % del rendimiento con respecto al tratamiento control.

Más recientemente Moreira *et al.* (2016), en estudios sobre la influencia de microorganismos en el cultivo de la habichuela comprobaron que sus resultados pudieron estar asociados a influencia que tienen los microorganismos en la producción de metabolitos útiles, no solo para el crecimiento y desarrollo sino también influyeron positivamente en la formación de vainas y el rendimiento, se apreció que la combinación más favorable fue Microben (EM) + *G. claroideum* que tuvo diferencia significativa al resto de los tratamientos y al testigo.

Por otra parte, Peña *et al.* (2015), demostraron en el cultivo del frijol que la variante donde se usó la combinación de Fitomas-E<sup>®</sup> y Biobras-16 fue la de mejores resultados que superó al Control. Méndez *et al.* (2011), por su parte para este mismo cultivo aplicaron diferentes dosis de FitoMas-E<sup>®</sup> y obtuvieron los mejores resultados con la dosis de 0,5 L.ha<sup>-1</sup> con un incremento del rendimiento con respecto al tratamiento control superior al 100 %. Resultados similares obtuvieron Castellanos *et al.* (2014).

En consideración con lo anterior, se puede apreciar en el cultivo de la cebolla Yumar *et al.* (2010), aplicaron 2 L.ha<sup>-1</sup> de FitoMas-E<sup>®</sup> y obtuvieron resultados superiores y estadísticamente significativos a los de la variante fertilizada. Pudieron observar además que esta variante no sólo produce un 15% de incremento del rendimiento sino que los bulbos cosechados tienen 29,5% más de materia seca, por lo que la cosecha resultó muy superior a la variante convencional fertilizada.

Liriano *et al.* (2015), en un estudio demostraron que un biopreparado a base de EM, ejerció un efecto positivo sobre el rendimiento del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) variedad Texas Early Grano, así como la proporción de bulbos grandes (75 a 90 mm). Este se incrementó con la aplicación del biopreparado a 2 ml.m<sup>2</sup> en el momento del trasplante y a los 20 días de efectuado el mismo.

Esto es posible como se había reiterado en capítulos anteriores a que el FitoMas-E<sup>®</sup>, producto registrado por el ICIDCA, 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 (Castillo *et al.*, 2011).

### III.2. Valoración Económica.

Los resultados alcanzados nos permiten disponer de otra alternativa importante para la nutrición del tomate pues se logran obtener incrementos en los rendimientos sin la adición de fertilizantes minerales, con el uso de los bioproductos (Ecomic<sup>®</sup> + Fitomas-E<sup>®</sup> + IHplus<sup>®</sup>). La valoración económica de los egresos cometidos en el experimento tuvo en cuenta los costos de los diferentes bioproductos, así como los salarios de los trabajadores (tabla 3).

**Tabla 3. Gastos incurridos en el experimento.**

<b>Materiales</b>	<b>U/M</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio Unitario (CUP)</b>	<b>Importe Total (CUP)</b>
IHplus <sup>®</sup>	L	36,00	2,00	72,00
Semilla	kg	0,004	253,51	1,01
FitoMas-E <sup>®</sup>	L	0,002	2,50	0,005
Humus	T	0,32	100,00	32,00
EcoMic <sup>®</sup>	kg	0,140	3,00	0,42
Gasto de salario				526,39

Se realizó una valoración general de los resultados presentados en este trabajo y se puede observar en la (Tabla 4), los mayores beneficios económicos se obtienen con el tratamiento T-5 (EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup> + IHplus<sup>®</sup>), que se traducen, por una parte, en ganancias de 275,75 pesos en 27 m<sup>2</sup>, que fue la parte experimental, lo que representaría una ganancia equivalente a 99 909,42 pesos.ha<sup>-1</sup>.

En la tabla.4. Se pueden observar los egresos cometidos en el experimento, según los tratamientos aplicados; así como los ingresos y ganancias, de acuerdo con los precios de venta establecidos, en el cultivo de tomate var. Amalia.

Tratamientos	Producción Kg.	Valor total de la Venta (CUP)	Total de gastos (CUP)	Ganancia
T-1	150,00	202,50	111,00	91,50
T-2	172,00	232,20	112,20	120,00
T-3	263,00	355,05	113,20	241,85
T-4	232,00	313,20	147,30	165,90
T-5	315,00	425,25	149,50	275,75

Ganancia = Ingreso – Gastos                      Relación B/C: 2,41

$$= 1528,2 - 631,82$$

$$= 896,38$$

A este resultado se suma el beneficio ecológico que recibe el agroecosistema producto de la no aplicación de fertilizante mineral aplicado al suelo. Se pudo constatar que todos los tratamientos logran una ganancia por encima del testigo en producción, lo que se obtiene una relación beneficio/costo positiva de 2.41.

Es necesario tener en cuenta además las cambiantes exigencias de los “standard” de calidad de los diferentes consumidores y su preocupación por una producción segura, saludable y ambientalmente sostenida. Por tales motivos, se impone la necesidad de adoptar prácticas agrícolas que desde el punto de vista económico, social y medioambiental perfeccionen el sistema, con resultados positivos en el rendimiento, la calidad, la seguridad de los productos y la preservación de los recursos naturales.

Con estos resultados podemos considerar que desde el punto de vista económico, medio ambiental y de protección de nuestra biodiversidad, la aplicación de los biofertilizantes y los bioproductos de crecimiento vegetal empleados en nuestra investigación contribuyen a implementar y desarrollar los acuerdos y lineamientos plasmados en "La Cumbre de la Tierra", celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992, donde en el Capítulo 3 de la Agenda 21 plantea:

16.23 los gobiernos, al nivel que corresponda y con el apoyo de las organizaciones internacionales y regionales competentes, el sector privado, las organizaciones no gubernamentales y las instituciones académicas y científicas, deberían:

- a) Encontrar sustitutos o mejoras ecológicamente racionales de los procesos de producción que son nocivos para el medio ambiente.
- b) Elaborar aplicaciones para reducir a un mínimo la necesidad de insumos químicos sintéticos insostenibles y para utilizar al máximo productos ecológicamente adecuados, incluidos productos naturales.
- i) Promover la utilización adecuada de los biofertilizantes en los programas nacionales de aplicación de fertilizantes.
- l) Elaborar nuevas tecnologías para la selección rápida de organismos que puedan tener propiedades biológicamente útiles.

16.25 Los gobiernos, al nivel que corresponda y con el apoyo de las organizaciones internacionales y regionales competentes, deberían:

- b) Elaborar mecanismos para incrementar gradualmente y difundir biotecnologías ecológicamente racionales de gran importancia para el medio ambiente, especialmente a corto plazo, aún cuando estas tecnologías tengan potencial limitado.

## CONCLUSIONES

- 1) La combinación de los biofertilizantes EcoMic<sup>®</sup> con el bioestimulante Fitomas-E<sup>®</sup> y el IHplus<sup>®</sup> mostraron un efecto positivo en todos los indicadores del rendimiento en el cultivo del tomate Var. Amalia, muy superior al testigo sin aplicación.
- 2) La combinación de los biofertilizantes y los bioestimulantes (Ecomic<sup>®</sup> + Fitomas-E<sup>®</sup>+IHplus<sup>®</sup>) fue la que logró la mejor respuesta en el rendimiento del cultivo del tomate Var. Amalia en condiciones de organopónicos, demostrando el efecto sinérgico de los mismos.
- 3) La tecnología donde se combinan los HMA, más el bioestimulante Fitomas-E<sup>®</sup> y IHplus<sup>®</sup> permitió obtener un mayor efecto económico, superior a los obtenidos en los restantes tratamientos con una relación beneficio/costo 2.41 lo que demuestra su factibilidad económica.

## RECOMENDACIONES

- En condiciones similares a las que se realizó este trabajo, aplicar EcoMic<sup>®</sup> + FitoMas-E<sup>®</sup>+ IHplus<sup>®</sup> el cultivo del tomate.
- Realizar estudios en la fase de semillero con la combinación de FitoMas-E<sup>®</sup> + HMA y comprobar su efectividad para la obtención de posturas de calidad.
- Incluir los resultados de esta tesis en los programas de pregrado y de posgrado de las facultades, centros de investigación e institutos politécnicos agropecuarios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abadia, J.; Álvarez, A.; Morales, F.; Sanz, M. & Abadia, A. 2002. Correction of Iron Chlorosis by Foliar Sprays. **Acta Horticulturae**, 594:115-121.
- Acebo, Yanelis.; Hernández, Annia.; Rives, Narovis.& Hernández, Ana N. 2011. Perspectivas del uso de bacterias rizosféricas en el control de *Pyricularia grisea* (Cooke Sacc.) en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). **Revista Colombiana de Biotecnología**, 13 (1):16-22.
- Adesemoye, A. & Kloepper, J. 2009. Plant microbe's interactions in enhanced fertilizer use efficiency. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 85 (1):1-12.
- Alarcón, A.; Barreiro, Pilar.; Alarcón, Aleida. & Díaz, Y. 2012. Efecto del Biobras-16 y el FitoMas-E<sup>®</sup> en algunos indicadores del crecimiento y el rendimiento del tomate (*Solanum Lycopersicum*, L) variedad "Vyta". **Revista Granma Ciencia**, 16 (1):96-105.
- Álvarez, Marta.; Moya, C.; Domini, María E.; Arzuaga, J.; Martínez, B.; Pérez, S. & Cuartero, J. 2004. Amalia: A Medium fruit size, Heat-tolerant Tomato Cultivar for Tropical Conditions. **HortScience**, 39 (6):1503-1504.
- Álvarez, B.I.; Reynaldo, E.I.; Cartaya, R.O. & Teheran, Z. 2011. Efectos de una mezcla de oligogalacturonidos en la morfología de hortalizas de importancia económica. **Cultivos Tropicales**, 32 (3):52-57.
- Álvarez, J.L.; Núñez, Dania B.; González, R.L. & Terence, G. 2012. Evaluación de la aplicación de microorganismos eficientes en col de repollo (*Brassica oleracea* L.) en condiciones de organopónico semiprotegido. **Centro Agrícola**, 39 (4):27-30.
- Álvarez, P.M.; Rodríguez, Arelis.; Rosales, Onidia.& Ledea, Bertha. 2015a. Uso de hongos micorrizógenos vesículo arbusculares (HMA) en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). **Centro Agrícola**, 40 (3):5-10.
- Álvarez, A.; Campo, A.; Batista, E. & Morales, A. 2015b. Evaluación del efecto del bionutriente Fitomas-E<sup>®</sup> como alternativa ecológica en el cultivo del tomate. **ICIDCA**, 49 (1):3-9.
- Amanullaah, M.M.; Sekar, S. & Vincent, S. 2010. Plant growth substances in crop production: A review. **Asian Journal of Plant Science**, 9 (1):215-222.

- Arozarena, N. 2005. Influencia del FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo del tomate bajo condiciones de cultivo protegido. Informe interno. INIFAT, La Habana. Cuba, 200 p.
- Augé, R.M. 2000. Stomatal behavior of arbuscular mycorrhizal plants. En: Arbuscular mycorrhizas: physiology and function. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston and London. ISBN: 07923-6444-9, p. 201-237.
- Baldoquín, M.; Alonso, Magalis.; Gómez, Y. & Bertot, I.J. 2015. Respuesta agronómica del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) variedad Black Seed Simpson ante la aplicación de bioestimulante Enerplant. **Centro Agrícola**,42 (3):55-59.
- Banerjee, M.R.; Yesmin, Laila. & Vessey, J.K. 2005. Plant-growth-promoting rhizobacteria as biofertilizers and biopesticides. In: Raid, M.K. (ed.): Handbook of Microbial Biofertilizers. Food Products Press. New York. ISBN: 9781560222699, p.137-181.
- Baranski, M.; Srednicka, Dominika.; Volakakis, N.; Seal, C.; Sanderson, R.; Stewart, G.B.; Benbrook, C.; Biavati, B.; Markellou, Emilia.; Giotis, C.; Gromadzka, Joanna.; Rembalkowska, Ewa.; Skwarlo, Krystina.; Tahvonen, Raija.; Janovska, D.; Niggli, U.; Nicot, P. & Leifert, C. 2014. Higher antioxidant and lower cadmium concentrations and lower incidence of pesticide residues in organically grown crops: a systematic literature review and meta-analyses. **British Journal of Nutrition**,112 (5):794-811.
- Barroso, L.; Montoya, A.; Pozo, P.; Suárez, Francisca. & Boicet, T. 2013. Respuesta del rabanito (*Raphanus sativus* L) al empleo de fuentes orgánicas bioactivas Pectimorf y EcoMic<sup>®</sup>. **Hombre, Ciencia y Tecnología**,17 (4):6-15.
- Bárzaga, M. 2013. Respuesta agronómica del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes dosis de FitoMás-E<sup>®</sup> en el organopónico "Desembarco del Granma". Tesis de Diploma. Universidad de Granma, Granma, Cuba, 56 p.
- Bashan, Y.; Holguín, G. & Ferrera Cerrato, R. 1996. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. **Terra**, 14 (2):159-192.
- Bécquer, C.J.; Prévost, D.; Gauvin, C. & Beadouin, A. 2013. Eficiencia simbiótica de rizobios nativos de Sancti Spíritus, Cuba, inoculados en *Centrosema molle*. **Pastos y Forrajes**,36 (3):322-328.

- Bohs, L. 2001. Revision of *Solanum* Section *Cyphomandropsis* (*Solanaceae*). ***Systematic Botany Monographs***, 61:1-85.
- Borrero, Yolaisis.; Rojas, Omara.; Rodríguez, Alegna. & Morales, E. 2014. Evaluación de los Hongos Micorrizógenos Arbusculares y el FitoMas-E® en el crecimiento y desarrollo del cultivo de la yuca. ***Hombre, Ciencia y Tecnología***, 18 (1):48-55.
- Caballero, R.; Chaveli, P.; Corrales, I.; López, P.; Rodríguez, D.; Fase, L.; Villa, B. & Iglesias, R. 2008. El residual de biogás: Una opción en la fertilización hortícola de huertos y organopónicos. En: Resúmenes del VII Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales, La Habana. Cuba, p. 57.
- Cabrera, Mirneyis.; Borrero, Yolaisis.; Rodríguez, Alegna.; Angarica, E.M. & Rojas, Omara.2011. Efecto de tres bioestimulantes en el cultivo del pimiento (*Capsicum annun* L) variedad Atlas en condiciones de cultivo protegido. ***Ciencia en su PC***, (4):32-42.
- Cabrera, Mirneyis.; Rodríguez, Alegna. & Borrero, Yolaisis. 2012. La aplicación de VitaZyme, Hongos Micorrízicos Arbusculares y agua tratada magnéticamente en el cultivo del ají cachucha (*Capsicum chinense* J).***Hombre, Ciencia y Tecnología***,16 (2):1-10.
- Cabrera, Y.L.; Miranda, E. & 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.
- Camejo, Yanelis.; Ramírez, R.; Sueiro, Lilita. & Licea, L. 2013. Efecto del Biobras-16 en el rendimiento agrícola y la repuesta al TYLCV en plantas de tomate (*Solanum lycopersicon* L.). ***Revista Granma Ciencia***,17 (1):70-80.
- Cárdenas, Ivis. 2009. Programa de Desarrollo Agrario Municipal. ACTAF: Coordinación Editorial Eduardo Martínez Oliva, Segunda edición, La Habana, Cuba ISBN: 978-959-7111-51-1, 85p.
- Carrari, F. 2006. Sácale el jugo al tomate. Disponible en: <http://www.connmed.com.ar/>. Consultado: Junio/2015.

- Carravedo, F.M. 2006. Variedades autóctonas de tomates de Aragón. Editorial Centro de Investigación de Tecnología Alimentaria de Aragón (CITA), Zaragoza, España. ISBN-13: 9788477534365, 238p.
- Casanova, A.; Gómez, Olimpia.; Pupo, F.R.; Hernández, M.; Chailloux, Maritza.; Depestre, T.; Hernández, J.C.; Mereno, V.; León, M.; Igarza, A.; Duarte, C.; Jiménez, I.; Santos, R.; Navarro, A.; Marrero, A.; Cardoza, H.; Piñeiro, F.; Arozarena, N.; Villarino, L.; Hernández, M.I.; Martínez, E.; Martínez, M.; Muiño, B.; Bernal, B.; Martínez, H.; Salgado, J.M.; Socorro, A.; Cañet, F.; Fi, J.; Rodríguez, A. & Osuna, A. 2007. Manual para la producción protegida de hortalizas. MINAG. IIH "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba. ISBN: 959-7111-37-3, 138p.
- Casimiro, Leidy. 2016. Bases metodológicas para la resiliencia socioecológica de fincas familiares en Cuba. Doctorado en Agroecología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Antioquia .Medellín. Colombia. 245p.
- Cassanga, E.M. 2000. Efecto de algunos bioestimulantes en el desarrollo y productividad del pimiento (*Capsicum annum* L) var. Verano-1. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma, Cuba, 52p.
- Castellanos, Xiomara.; Montoya, A.; Hernández, Maisy.; Parra, Alma. & Posos, P. 2014. Efecto del FitoMas-E<sup>®</sup> y compostaje de residuales de cochiguera en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). **Hombre, Ciencia y Tecnología**, 18 (1):94-102.
- Castillo, G.; Gregorí, Bárbara S.; Micheena, Georgina.; Díaz, María E.; Delgado, Grisela.; Montano, R.; Cejas, Graciela. & Gálvez, L.O. 2007. Bioproductos para la agricultura: surgimiento y desarrollo en el ICIDCA. **ICIDCA**, XLI (3):42-51.
- Castillo, G.; Villar, J.; Montano, R.; Martínez, Cristina.; Pérez, F.; Albacete, A.; Sánchez, J. & Acosta, M. 2011. Cuantificación por HPLC del contenido de aminoácidos presentes en el FitoMas-E<sup>®</sup>. **ICIDCA**, 45(1):64-67.
- Charles, N.J.; Arévalo, Jersys.; Duquesne, Ailin H.; Alonso, N.J. & Díaz, L. 2015. Effects of mineral, organic and biological fertilization on the establishment of *Pochonia chlamydosporia* var. catenulata (Kamyschko ex. Barron and Onions) Zare&Gams in a protected crop. **Revista de Protección Vegetal**, 30 (3):239-244.

- Colectivo de Autores. 2007. Temas de Derecho Agrario. Selección Legislativa de Derecho Agrario Cubano. Tomo I, Félix Varela, Habana. Cuba, 325 p.
- Colombo, M.H. & Obregón, R. 2008. Horticultura General. Consideraciones del cultivo del tomate y manejo. INTA- Estación Agropecuaria "Bella Vista". Centro Regional Corrientes. Publicación Técnica No 24. ISSN: 1515-9299, p.21-24.
- Companioni, N. 2006. Particularidades del movimiento extensionista en la Agricultura Urbana. **Agricultura Orgánica**, 12 (2):21-30.
- Companioni, N.; Ojeda, Yanet.; Páez, E. & Murphy, Catherine. 2001. La Agricultura Urbana en Cuba. En Funes, F.; L. García; M. Bourque; Nilda Pérez y P. Rosset (Eds): Transformando el campo cubano: Avances de la agricultura sostenible. ACTAF, La Habana. Cuba. ISBN: 9592460329, p. 93-110.
- Compant, S.; Duffy, B.; Nowak, J.; Clement, C. & Barka, E.A. 2005. Use of plant growth promoting bacteria for biocontrol of plant diseases: principles, mechanisms of action, and future prospects. **Applied and Environmental Microbiology**, 71 (9):4951-4959.
- Corbera, G.J. & Nápoles, G.M. 2013. Efecto de la inoculación conjunta de *Bradyrhizobium elkanii*, HMA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya (*Glycine max* L.), cultivar INCASOY-27. **Cultivos Tropicales**, 34 (2):5-11.
- Costa, J.M.; Heuvelink, E.; Lindhout, P.; Dorais, M.; Saltveit, M.E.; Peet, M.M.; Csizinszky, A.A.; Schuster, D.J.; Jones, J.B.; Lenteren, J.C. & Welles, G.W.H. 2005. Tomatoes (Crop Production Science in Horticulture) First Edition. Edited by Heuvelink. Editorial CABI Publishing, Wageningen University, The Netherlands. ISBN-13: 978-0851993966, 325p.
- Costales, Daimy.; Rodríguez, Lisbel. & Nuñez, Miriam. 2007. Efecto del tratamiento de semillas con una mezcla de oligogalacturonidos sobre el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Cultivos Tropicales**, 28 (1):85-91.
- Coutinho, F.M. 2011. Caderno dos Microrganismos Eficientes (EM). Instruções práticas sobre uso ecológico e social do EM. 2<sup>da</sup> Edição. Programa de Extensão "Divulgação das Plantas Medicinais, da Homeopatia e da Produção de Alimentos Orgânicos". Universidade Federal de Vicosa, Brasil, 32 p.

- Daly, M.J. & Stewart, D.P. 1999. Influence of effective microorganisms (EM) on vegetable production and carbon mineralization: a preliminary investigation **Journal of Sustainable Agriculture**,14:15-25.
- Darwin, S.C.; Knapp, S. & Peralta, I.E. 2003. Taxonomy of tomatoes in the Galápagos Islands: native and introduced species of *Solanum* section *Lycopersicum* (*Solanaceae*). **Systematics and Biodiversity**, 1 (1):29-35.
- Dastgheibifard, N.; Sharafzadeh, S. & Bazrafshan, F. 2014. Influence of cow manure vermicompost on growth characteristics of german chamomile. **Cibtech Journal of Zoology**, 3 (1):58-61.
- del Amor, M.A. & del Amor, F.M. Response of tomato plants to deficit irrigation under surface or subsurface drip irrigation. **Journal of Applied Horticulture**, 9 (2):97-100
- Del Sol, Nayivis.; Hernández, M. & Rivas, C. 2012. Efecto del FitoMas-E<sup>®</sup> sobre el crecimiento y rendimiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) variedad Rilia. **Centro Agrícola**, 39 (3):25-30.
- Del Toro, F.L. 2010. Evaluación de diferentes dosis de aplicación de Fitomás-E<sup>®</sup> 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. Tesis de diploma. Universidad de Holguín, Cuba, 63 p.
- Dell'Amico, J.; Rodríguez, P.; Torrecillas, A.; Morte, Asun. & Sánchez, María de J. 2002. Influencia de la micorrización en el crecimiento y las relaciones hídricas de plantas de tomate sometidas a un ciclo de sequía y recuperación. **Cultivos Tropicales**, 23 (1):29-34.
- Demir, K.; Başak, H.; Yeşim, F. & Kasım, R. 2011. The effect of endo-mycorrhiza (VAM) treatment on growth of tomato seedling grown under saline conditions. **African Journal of Agricultural Research**,6 (14):3326-3332.
- Díaz, B.A.; Rodríguez, Miriela.& Torrez, 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<sup>®</sup>. **Centro Agrícola**, 40 (4):25-30.

- Díaz, Y. 2009. Evaluación de la aplicación de Biobras-16 y FitoMas-E<sup>®</sup> sobre el crecimiento y el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad "Vyta". Trabajo de Diploma. Universidad de Granma, Bayamo, Cuba, 45 p.
- Dibut, B.; Martínez, R.; Ortega, Marisel.; Ríos, Yohania. & Fey, L. 2010a. Obtención de un biofertilizante mixto de amplio espectro de acción. Efecto sobre el cultivo de la rosa (*Rosa spp.*). **Agrotecnia de Cuba**, 34 (1):33-43.
- Dibut, B.; Martínez, R.; Ríos, Yohania.; Ortega, Marisel.; Tejeda, G.; Planas, L.; Rodríguez, J. & Fey, L. 2010b. Estudio de la asociación *G. diazotrophicus* - viandas tropicales. I Selección de cepas efectivas para la biofertilización de boniato, yuca y malanga. **Cultivos Tropicales**, 31 (4):5-12.
- Dibut, B.; Martínez, R.; Hernández, G.; López, Mirtha.; Martínez, Angélica.; Bach, Teresa.; Rivera, R.; Hernández, Annia.; Fernández, F.; Medina, N. & 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.
- Drechsel, P. & Keraita, B. (eds.). 2014. Irrigated Urban Vegetable Production in Ghana: Characteristics, Benefits and Risks. 2nd ed. IWMI-RUAF-CPWF, Accra and Colombo, Ghana. ISBN: 978-92-9090-628-5, 247 p.
- Duncan, D.D. 1955. Multiple ranges and multiple F test. **Biometrics**, 11:1-42.
- El-Fouly, M. 2002. Quality of Foliar Fertilizers. **Acta Horticulturae**, 594:277-281.
- Escalona, V.; Alvarado, P.; Hernán, V.; Urbina, C. & Martín, Alejandra. 2009. Manual de cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Nodo Agrícola VI Región. Facultad de CS. Agronómicas. Universidad de Chile. Disponible en: [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual\\_Cultivo\\_tomate.pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manual_Cultivo_tomate.pdf). Consultado: Marzo/2015.
- Espinosa, A.; Ruiz, L.; Rivera, R. & 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.
- Falcón, A.B. 2016. Las oligosacarinas y sus potencialidades para el desarrollo de bioproductos para la agricultura en Cuba. Conferencia impartida por el Dr. C Alejandro Falcón Rodríguez, del INCA, en el Consejo Técnico Asesor de la EEPF "Indio Hatuey", 27 de Mayo del 2016.

- Falcón, E.; Riera, M.C. & Rodríguez, Orfelina. 2011. Efecto de la aplicación de micorrizas arbusculares sobre la producción de posturas de Caoba antillana (*Swietenia mahagoni* L. Jacq.) **Hombre, Ciencia y Tecnología**, 14 (4):15-22.
- Falcón, E.; Riera, M.C. & Rodríguez, Orfelina. 2013. Efecto de la inoculación de hongos micorrizógenos sobre la producción de posturas forestales en dos tipos de suelos. **Cultivos Tropicales**, 34 (3):32-39.
- Falcón, A.B.; Costales, Daimy.; González, Dianevis. & Nápoles, María C. 2015a. Nuevos productos naturales para la agricultura las oligosacarinas: Review. **Cultivos Tropicales**, 36 (suppl 1):111-129.
- Falcón, E.; Rodríguez, Orfelina. & Rodríguez, Y. 2015b. Aplicación combinada de micorriza y FitoMas-E<sup>®</sup> en plantas de *Talipariti elatum* (Sw.) Fryxell (Majagua). **Cultivos Tropicales**, 36 (4):35-42.
- FAO, 2014a. Issues in Urban Agriculture. Disponible en : <http://www.fao.org/ag/magazine/9901sp2>. Consultado: Marzo/2016.
- FAO. 2014b. World reference base for soilsresources 2014. International soil classification system for namingsoils and creatinglegends for soilmaps. Rome: FAO. World Soil Resources Reports 106, 191 p.
- FAOSTAT. 2015. Base de Datos On Line. Disponible en: <http://faostat.fao.org/site/340/default.aspx/>. Consultado: Enero/2016.
- FAS/USDA. 2015. Base de Datos on Line. Disponible en: <http://www.fas.usda.gov/data>. Consultado: Enero/2016.
- Faustino, E. 2006. Contribución del FitoMas E<sup>®</sup> a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS “Nelson Fernández”. Tesis de Diploma. Universidad Agraria de La Habana, La Habana, Cuba, 64 p.
- Fernández, Kalyanne.; Fernández, F.; González, María E.; Pérez, E.; Mirabal, Lorelí. & Pazos, Mabel. 2002. Micorrización in vitro de plántulas de *Coffea canephora* var. Robusta: ¿Una realidad? **Cultivos Tropicales**, 23 (3):47-52.

- Fernández, P.A. 2012. Efecto de los bioestimulantes foliares en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) sarig-454 en casas de cultivo protegido. **Investigación y Saberes**, 1 (2):44-52.
- Florido, M.; Álvarez, M.; Plana, D.; Lara, R.M.; Moya, C. & Dueñas, F. 2010. Acción genética y heredabilidad del porcentaje de fructificación en tomate, cultivar "Nagcarlag". En: V Simposio Internacional de Mejoramiento y Conservación de Recursos Filogenéticos. INCA, San José de Las Lajas, La Habana, Cuba, p-72.
- Formowitz, B.; Elango, F.; Okumoto, S.; Müller, T. & Bürkert, A. 2007. The role of "effective microorganisms" in the composting of banana (*Musa* sp) residues. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, 170 (5):649-656.
- Fundora, L.R.; González, J.; Ruiz, L.A. & Cabrera, J.A. 2009. Incrementos en los rendimientos del cultivo de boniato por la utilización combinada del fitoestimulante FitoMas-E® y el biofertilizante EcoMic® en condiciones de producción. **Cultivos Tropicales**, 30 (3):14-17.
- Funes, F. & Vázquez, L.L. 2016. Avances de la Agroecología en Cuba. Primera Edición. En Fernando Funes Aguilar y Luis L. Vázquez Moreno (Edits). COSUDE: Estación Experimental "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. ISBN: 978-959-7138-21-1, 608 p.
- Funes-Monzote, F.R. 2009. Agricultura con futuro: La alternativa agroecológica para Cuba. En Claudia Álvarez Delgado y Reinier Pérez Hernández (Edits). Estación Experimental "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. ISBN 978-959-7138-02-0, 196 p.
- Funes-Monzote, F.R.; Martín, G.J.; Suárez, J.; Blanco, D.; Reyes, F.; Cepero, L.; Rivero, J.L.; Rodríguez, E.; Savran, Valentina.; del Valle, Yadiris.; Cala, Marlenis.; Vigil, María del C.; Sotolongo, J.A.; Boillat, S. & Sánchez, J.E. 2011. Evaluación inicial de sistemas integrados para la producción de alimentos y energía en Cuba. **Pastos y Forrajes**, 34 (4):445-462.
- García, D.; Santana, J.; Olivares, L.; Ruiz, S.; Calderón, L. & Lima, L. 2012. Evaluación de la incorporación de metales pesados al agroecosistema. Rol de las prácticas productivas ejecutadas por los trabajadores agrícolas. **Revista Cubana de Salud y Trabajo**, 13:3-9.

- George, S.; Tourniaire, F.; Gautier, H.; Goupy, P.; Rock, E. & Caris, C. 2011. Changes in the contents of carotenoids, phenolic compounds and vitamin C during technical processing and lyophilisation of red and yellow tomatoes. **Food Chemistry**, 124 (4):1603-1611.
- Godfray, C.J.; Beddington, J.R.; Crute, I.R.; Haddad, L.; Lawrence, D.; Muir, J.F.; Pretty, J.; Robinson, S.; Thomas, S. & Toulmin, C. 2010. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. **Science**, 327 (5967):812-818.
- Gómez, Olimpia.; Casanova, A.; Laterrat, H.E. & Guy, A.B. 2000. Mejora genética y manejo del Cultivo del Tomate para la producción en el Caribe. Editorial IIH "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba, ISBN: 978-959-7111-07-8, 159p.
- Gómez, Olimpia.; Casanova, A.; Cardoza, H.; Piñeiro, F.; Hernández, J.C.; Murguido, C.; León, M. & Hernández, A. 2010. Guía Técnica para la producción del cultivo del tomate. Editora Agroecología. Biblioteca ACTAF. Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba. ISBN: 978-959-7210-07-8, 2010. 57p.
- González, M. 2002. Demandas de información y comunicación para el Programa de Agricultura Urbana en el municipio Cienfuegos. Trabajo de Diploma. Universidad de Cienfuegos, Cuba. 76 p.
- González, N.L.; Pacheco, H.N.; Danger, L. & Jiménez, María de la C. 2010. Respuesta agronómica de la habichuela variedad Cantón-1 a las aplicaciones de purines vegetales y bioestimulantes. **Revista Electrónica Granma Ciencia**, 14 (2):1-10.
- González, Maritza.; González, Martha.; Nápoles, E. & Baldaquín, Aimé. 2012a. 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, P.J.; Pérez, Guianeya.; Medina, N.; Crespo, G.; Ramírez, J.F. & Arzola, J. 2012b. Coinoculación de cepas de rizobios y una cepa de hongo micorrízico arbuscular (*Glomus cubense*) y su efecto en kudzú (*Pueraria phaseoloides*). Nota técnica. **Revista Cubana de Ciencia Agrícola**, 46 (3):331-334.
- González, Susett.; Torres, Y.; Ortega, Rosalba. & Furrázola, E. 2016. Hongos Micorrizógenos Arbusculares (*Glomeromycota*) de la playa Santa María del Mar, Cuba.

- Revista del Jardín Botánico Nacional**, 37:81-84.
- Guenkov, G. 1996. Fundamentos de la Horticultura Cubana. Editorial Ciencia y Técnica, La Habana, Cuba, 355p.
- Gutiérrez, L.Z. & Pantoja, M.L. 2016. Avances en estudios de diversidad y diagnóstico de fitoplasmas asociados a cultivos de interés económico en Cuba. **Anales de la Academia de Ciencias de Cuba**, 8 p.
- Gutjahr, C.; Casieri, L. & Paszkowski, U. 2009. *Glomus intraradices* induces changes in root system architecture of rice independently of common symbiosis signaling. **New Phytologist**, 182 (4):829-837.
- Hallmann, E. 2012. The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 92 (14):2840-2848.
- Hamilton, A.J.; Burry, K.; Mok, H.F.; Barker, S. Fiona.; Grove, J.R. & Williamson, Virginia G. 2014. Givepeas a chance? Urban agriculture in developing countries. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, 34 (1):45-73.
- Hampwaye, G. 2013. Benefits of urban agriculture: reality or illusion? **Geoforum**, 49:7-8.
- Hanson, P.; Chen, J.; Kuo, C.; Morris, R. & Opeña, R. 2001. Suggested Cultural Practices for Tomato. AVRDC Learning Center. Disponible en: <http://www.avrdc.org/LC/tomato/practices.html>. Consultado: Marzo/2015.
- Hartmann, M.; Fließbach, A.; Oberholzer, H.R. & Widmer, F. 2006. Ranking the magnitude of crop and farming system effects on soil microbial biomass and genetic structure of bacterial communities. **FEMS Microbiology Ecology**, 57(3):378-388.
- Hemaprabha, E. & Balasaraswathi, R. 2008. Internal quality characterization and isolation of lycopene specific genes from tomato. **Journal of Applied Horticulture**, 10 (1):24-29.
- Hernández, María. & Chailloux, Marisa. 2004. Las Micorrizas arbusculares y las bacterias rizosféricas como alternativa a la nutrición mineral del tomate. **Cultivos Tropicales**, 25 (2):5-10.

- Hernández, Annia.; Heydrich, Mayra.; Diallo, B.; El Jaziri, M. & Vandeputte, O.M. 2010. Cell-free culture medium of *Burkholderia cepacia* improves seed germination and seedling growth in maize (*Zea mays*) and rice (*Oryza sativa*). **Plant Growth Regulation**,60 (3):191-197.
- Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D. & Castro, N. 2015a. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas e Instituto de Suelos, Cuba. ISBN: 978-959-7023-77-7, 93 p.
- Hernández, Yolanda.; Batista, R. & Rodríguez, Niurlys. 2015b. Efecto de momentos de aplicación de FitoMas-E<sup>®</sup>, en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus L*) variedad Poinset en organopónico. **Revista Granma Ciencia**, 19 (1):1-10.
- Higa, T. 1996. An earth saving revolution: a means to resolve our world's problems through effective microorganisms (EM). Sunmark Publishing Inc., Tokyo, Japan. ISBN: 4763191578, 336p.
- Higa, T. 2001. Effective Microorganisms in the context of Kyusei Nature Farming: a technology for the future. In: Senanayake, Y.D.A., Sangakkara, U.R. (Eds.), Sixth International Conference on Kyusei Nature Farming. Pretoria, South Africa, p. 40-43.
- Higa, T. 2004. Effective microorganisms - a new dimension for nature farming. In: Parr, J. F., Hornick, S. B. & Simpson, M. E. (Eds.), Proceedings of the 2nd International Nature Farming Conference. U.S. Department of Agriculture, Washington, DC, USA, p. 20-22.
- Higa, T. & Parr, J. 1995. Beneficial and effective microorganisms in a sustainable agriculture and environment. **Technology Trends**, 9:1-5.
- Hu, C. & Qi, Y. 2013. Long-term effective microorganisms applications promote growth and increase yields and nutrition of wheat in China. **European Journal of Agronomy**, 46:63-67.
- Huerres, C. & Caraballo, N. 1991. Hortalizas. Ediciones ISCAH. Mayabeque, La Habana, Cuba, 165 p.
- Hussain, T.; Javaid, T.; Parr, J.F.; Jilani, G. & Haq, M.A. 1999. Rice and wheat production

- in Pakistan with effective microorganisms. *American Journal of Alternative Agriculture*, 14 (1):30-36.
- INCA. 2004. "AMALIA": variedades cubanas de tomate y su generalización en Cuba. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Premio MINAGRI 2004.
- Infoagro. 2015. El cultivo del tomate. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm> . Consultado: Marzo/2015.
- Izquierdo, O.H. 2009. Los oligogalacturónidos de origen péctico y su acción en las plantas. *Temas de Ciencia y Tecnología de México*, 13 (39):31-40.
- Jaramillo, J.; Rodríguez, Viviana.; Guzmán, M.; Zapata, M. & Rengifo, Teresita. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas en la producción del tomate bajo condiciones protegidas. Manual Técnico. CORPOICA-MANA-Gobernación de Antioquia - FAO. Medellín. Colombia, 331p
- Javid, A. & 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. & 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.
- Kennedy, I.R.; Choudhury, A. & Kecskes, M.L. 2004. Non-symbiotic bacterial diazotroph in crop-farming systems: can their potential for plant growth promotion be better exploited? *Soil Biology & Biochemistry*, 36 (8):1229-1244.
- Khaliq, A.; Abbasi, M.K. & Hussain, T. 2006. Effect of integrated use of organic and inorganic nutrient sources with effective microorganisms (EM) on seed cotton yield in Pakistan. *Bioresource Technology*, 97 (8):967-972.
- Khan, M.S.; Zaidi, A. & Wani, P.A. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 27 (1):29-43.
- Lescaille, J.; Ramos, L.; López, Yudaimys.; Tamayo, Y. & Telo, L. 2015. Combinación de EcoMic<sup>®</sup> 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.
- Ley, J.F.; Sánchez, J.A.; Ricardo, Nancy E. & Collazo, Esther. 2015. Efecto de cuatro especies de hongos micorrizógenos arbusculares en la producción de frutos de tomate. **Agronomía Costarricense**, 39 (1):47-59.
- Liriano, R.; Mirabal, O.; Rodríguez, R. & Viltres, Mabel. 2012. Uso del hongo *Trichoderma* sp para el manejo de *Meloidogyne incognita* (Kofoid y White) Chitwood en tomate. **Centro Agrícola**, 39 (4):49-54.
- Liriano, R.; Núñez, Dania B.; Ibáñez, Dianela. & García, P. 2015. Evaluación de la aplicación de biopreparados a base de Microorganismos Nativos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). **Centro Agrícola**, 42 (2):5-10.
- López, F. 2000. El país espera por la respuesta de los orientales en el año 2000. **Periódico Granma**, miércoles 26 de enero, p. 2.
- López, R.; Montano, R. & Caminero, R. 2003. Aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentus* L) variedad aro 8484 en condiciones de organopónico en la provincia de Santiago de Cuba. FORUM, Universidad de Guantánamo, Cuba, 12 p.
- López, R.; Montano, R.; Lobaina, J.; Montoya, A. & Coll, O. 2007. Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de FitoMas-E<sup>®</sup> en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. XV Congreso Científico INCA. 7-10 de Noviembre.
- López, Y. & Pouza, Y. 2014. Efecto de la aplicación del bioestimulante FitoMas-E<sup>®</sup> en tres etapas de desarrollo del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **DELOS Revista Desarrollo Local Sostenible**, 7 (20):1-10.
- Louisa, M.G. & Taguiling, G. 2013. Quality improvement of organic compost using green biomass. **European Scientific Journal**, 9 (36):1857-7881.
- Maceda, L.M. 2013. Utilización de VIUSID Agro, Bayfolán forte y FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum* L.) en el municipio de Taguasco. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez", Cuba, 33p.

- Maestrey, Albina.; Cardoza, H.; Chailloux, Maritza. & Alarcón, W. 1987. Extracción de nutrientes por el cultivo del tomate cultivado en primavera. II. Consumo de Nitrógeno, Fósforo y Potasio durante el ciclo del cultivo. **Ciencia y Técnica de la Agricultura**, 10 (2):17-22.
- Mantilla, H. 2007. Evaluación de diferentes sustratos en el cultivo del pepino. Tesis de Maestría. Centro Universitario las Tunas, Cuba, 85 p.
- Maroto, J.V. 2008. Consumo de hortalizas y salud. **Agrícola Vergel**, 315:138-143.
- Martín, Gloria M.; Reyes, R. & 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, F. 2005. Efecto de diferentes dosis de Bioplasma en el cultivo de pepino híbrido HA-436 en condiciones de casa de cultivo protegido. Trabajo de Diploma. Universidad de Granma, Cuba, 60p.
- Martínez, I. 2011. Efecto de la aplicación de diferentes dosis de Fitomás-E<sup>®</sup>, en el cultivo del tomate en área específica del municipio de Holguín. Trabajo de Diploma. Universidad de Holguín, Cuba, 53p.
- Martínez, M.E. & Rosset, P.M. 2010. La Vía Campesina: the birth and evolution of a transnational social movement. **Journal of Peasant Studies**, 37 (1):149-175.
- Martínez, M.E. 2012. Territorios disputados: tierra, agroecología y recampesinización. Movimientos sociales rurales en Latinoamérica y Agronegocios. Paper presented at 2012 Conference of the Latin American Studies Association, San Francisco, California, 23-26 May, 26 pp. Disponible en: <http://lasa.international.pitt.edu/members/congress-apers/lasa2012/files/4305.pdf>. Consultado: Marzo/2015.
- Martínez, N.; González, J.A. & Piñeiro, D.A. 2013. Efecto de FitoMas-E<sup>®</sup> en el maíz (*Zea mays* L.) variedad Tuzón a las condiciones edafoclimáticas del municipio Amancio Rodríguez, Las Tunas. **Innovación Tecnológica**, 19 (1):1-12.
- Martínez, R. & Dibut, B. 2012. Biofertilizantes Bacterianos.1<sup>ra</sup> (ed). Editorial Científico

Técnica. La Habana, Cuba. ISBN 978-959-05-0659-8, 279 p.

Masotó, Y. 2004. Evaluación de Elonplant en el cultivo del pepino en las condiciones edafoclimáticas de Santiago de Cuba. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Bayamo, Cuba, 64 p.

Mathivanan, S.; Chidambaram, A.; Sundaramoorthy, P. & Kalaikandhan, R. 2012. Effect of vermicompost on germination and biochemical constituents of ground nut (*Arachis hypogea*. L.) seedling. **International Journal of Research in Biological Sciences**, 2 (2):54-59.

Maxwell, D. 2001. The Importance of Urban Agriculture to Food and Nutrition. Annotated Biography on Urban Agriculture. ETC-RUAF and CTA, Wageningen, The Netherlands, p-21. Disponible en :[http://www.gewamed.net/share/img\\_documents/25\\_res\\_agr1.pdf](http://www.gewamed.net/share/img_documents/25_res_agr1.pdf). Consultado : Marzo/2015.

Mejía, M.; Estrada, E. & Franco, M. 2007. Respuesta del tomate chonto cultivar Unapal Maravilla, a diferentes concentraciones de nutrientes. **Acta Agronómica**, 56 (2):75-83.

Méndez, J.; Chang, R. & Salgado, Y. 2011. Influencia de diferentes dosis de FitoMas-E® en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Granma Ciencia**, 15 (2):18-26.

Méndez, Yaneisica.& Rivas, Jakelin. 2011. Cultivos organopónicos. **Agricultura Sustentable**, 5:90-101.

Meriño, Yanitza.; Boicet, T.; González, G.; Boudet, Ana.; Gómez, Yarisbel. & Bárzaga, O. 2015. Respuesta productiva del cultivo de la soya (*Glycine max* L. Merrill) a la aplicación de diferentes dosis de FitoMás-E®. **Centro Agrícola**, 42 (2):65-70.

MINAGRI, 1994. Carta Tecnológica del Cultivo del Tomate. MINAGRI, La Habana. Cuba.

MINAGRI. 2002. Grupo Nacional de Agricultura Urbana. VII Encuentro Nacional de Agricultura Urbana y XV Encuentro Nacional de Organopónicos y Huertos intensivos. Informe Central. Enero-Febrero.

Montano. R.; Lovaina, G.R.; Fonseca, G.A.& Rivera, L.R. 2003. Diferentes dosis de FitoMas-E® en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L), variedad Amalia en la

- provincia Guantánamo. Disponible en: <http://ilustrados.monografía.com/restat/restat.shtml>. Consultado: Mayo/2015.
- Montano, R.; Zuaznabar, R.; García, A.; Viñals, M. & Villar, J. 2007a. FitoMas-E®: Bionutriente derivado de la industria azucarera. **ICIDCA**, 41 (3):14-21.
- Montano, R.; Villa, P.; López, R. & Morejon, E. 2007b. FitoMas-E®. Estimulante de estimulantes. En: Memorias de XI Jornada Científica del INIFAT, Habana, Cuba, 21p.
- Montano, R. 2008. FitoMas-E®, bionutriente derivado de la industria azucarera, Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental. Informe interno. Instituto Cubano de Investigaciones en Derivados de la Caña de Azúcar, La Habana. Cuba, 34 p.
- Montero, L.; Duarte, Carmen.; Cun, R. & Cabrera, J.A. 2010. Efectividad de biofertilizantes micorrízicos en el rendimiento del pimiento (*Capsicum annuum* L. var. Verano 1) cultivado en diferentes condiciones de humedad del sustrato. **Cultivos Tropicales**,31 (3):1-8.
- Moon, Y.H.; Lee, K.B.; Kim, Y.J. & Koo, Y.M. 2011. Current Status of EM (Effective Microorganisms) Utilization. **Korean Society for Biotechnology and Bioengineering Journal**, 26 (5):365-373.
- Morales, M. 2011. Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. Procuraduría Agraria. Disponible en: <http://www.pa.gob.mx/publica/rev36/Marcel%20Morales%20barra.pdf> .Consultado: Enero/2015.
- Moreira, Yanni.;López, Yusdaimis.; Lescaille, J. &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.
- Moya, L.C.; Álvarez, M.; Arzuaga, J.; Ponce, M.; Plana, D.; Dueñas, F.; Rodríguez, J. & Hernández, J. 2006. Evaluación y selección participativa de nuevas líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en la provincia de La Habana. **Cultivos Tropicales**, 27(2):81-85.
- Mujica, Yonaisy. & Fuentes, A.G. 2012. Efecto a la biofertilización con hongos micorrízicos arbusculares (HMA) en el cultivo del tomate en condiciones de estrés abiótico. **Cultivos Tropicales**,33 (4):40-46.

- Mujica, Yonaisy. 2012. Inoculación de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) por dos vías diferentes en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). **Cultivos Tropicales**,33 (4):71-76.
- Mujica, Yonaisy.; Mena, Aracely.; Medina, Aida. & Rosales, P. 2014. Respuesta de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la biofertilización líquida con *Glomus cubense*. **Cultivos Tropicales**, 35 (2):21-26.
- Nápoles, María C.; González, G.; Ferreira, A.; Rossi, A.; Hernández, I. & Costales, Daimy. 2014. Efecto de diferentes inoculantes sobre la nodulación de la soya cultivada en condiciones de estrés. **Cultivos Tropicales**,35 (4):45-51.
- Nova, A. 2013. Un nuevo escenario, un nuevo modelo agrícola y de gestión económica cubano. Seminario Anual sobre Economía Cubana y Gerencia Empresarial.Premio Temas de ensayo 2013 (Ciencias Sociales). **Temas**, 77: 84-91.
- Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Mundi-Prensa, Madrid, España, 793 p.
- Oramas, M.J. 2002. III Congreso Científico Internacional de Derecho Agrario. Algunas reflexiones y consideraciones. Lagunas del Derecho. Cienfuegos, Cuba, 29 de Julio.
- Osório, R.; Castañeda, Mirtha.& Márquez, Carmen J. 2016. Comportamiento del cultivo del frijol a la aplicación de biofertilizantes y FitoMas-E®. **Hombre, Ciencia y Tecnología**,20 (2):48-56.
- Owen, A. & Jones, D. 2001. Competition for amonio acids between wheat roots and rhizosphere microorganisms and the role of amonio acids in plant N acquisition. **Soil Biology and Biochemistry**, 33 (4-5):651-657.
- Parham, J.A.; Deng, S.P.; Da, H.N.; Sun, H.Y. & Raun, W.R. 2003. Long-term cattle manure application in soil. II. Effect on soil microbial populations and community structure. **Biology and Fertility of Soils**, 38 (4):209-215.
- Pavó, R.2012. *Derecho Agrario: teoría general, su recepción y estado actual en Cuba*, eumed.net, Biblioteca Virtual de Derecho, Economía y Ciencias Sociales, Málaga, España. Disponible en <http://www.eumed.net/libros/2012b/1213/index.htm>. Consultado: Enero/2015.

- Pentón, Gertrudis.; Reynaldo, I.; Martín, G.J.; Rivera, R. & Oropesa, Katerine. 2011. Uso del EcoMic<sup>®</sup> y el producto bioactivo Pectimorf en el establecimiento de dos especies forrajeras. **Pastos y Forrajes**, 34(3):1-3.
- Peña, Elizabeth. 1998. Uso de diferentes dosis de materia orgánica en los cultivos de lechuga y tomate En 7<sup>ma</sup> Jornada Científica La Agricultura Urbana en Cuba. Estructura y Fundamentos Orgánicos. Ciudad de La Habana. Cuba.
- Peña, Elizabeth. 2001. Fuentes y proporciones de sustratos para organopónicos. Tesis en opción al título académico de Maestro en Ciencias en Nutrición de Plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana. 94 p.
- Peña, K.; Rodríguez, J.C. & León, N. 2015. Efectos de la aplicación simultánea de FitoMas-E<sup>®</sup> y Biobrás 16 en el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Infociencia**, 19 (3):1-11.
- Peralta, Iris E. & Spooner, D.M. 2000. Classification of wild tomatoes. A review. **Kurtziana**, 28 (1):45-54.
- Peralta, Iris E.& Spooner, D.M. 2001. Granule-Bound starch synthase (GBSSI) gene phylogeny of wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst. subsection *Lycopersicon*). **American Journal of Botany**, 88 (10):1888-1902.
- Peralta, Iris E.; Knapp, Sandra. & Spooner, D.M. 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicum*: *Solanaceae*) from Northern Perú. **Systematic Botany**,30 (3):424-434.
- Peralta, Iris E.; Knapp, Sandra. & Spooner, D.M. 2006. Nomenclature for wild and cultivated tomatoes. **Genetics Cooperative Report**,56:6-12.
- Pérez, I. 2005. Evaluación del Elonplant en los cultivos de lechuga (*Lactuca sativa*L.) y pepino (*Cucumis sativus* L.) en la provincia de Holguín en condiciones de organopónicos. Trabajo de Diploma. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma, Cuba, 53 p.
- Pulido, J.; Soto, R. & Castellanos, R. 2013. Efecto del Biobrás y el FitoMas-E<sup>®</sup> en el tomate de crecimiento indeterminado en casas de cultivo protegido. **Centro**

**Agrícola**,40 (1):29-34.

Pulido, L.E. 2003. Hongos micorrízicos arbusculares y rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: Alternativas para la producción de posturas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis en opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba. 148 p.

Rahman, A.; Hosokawa, S.; Oono, Y.; Amakawa, T.; Goto, N. & Tsurumi, S. 2012. Auxin and ethylene response interactions during Arabidopsis root hair development diss. **Plant Physiology**, 130 (4):1908-1917.

Rai, N.; Ashiya, P. & Rathore, D.S. 2014. Comparative Study of the Effect of Chemical Fertilizers and Organic Fertilizers on *Eisenia fetida*. **International Journal of Innovative Research in Science**, 3 (5):12991-12999.

Ramos, I.; Arozarena, N.J.; Reyna, Y.; Telo, L.; Ramírez, M.; Lescaille, J. & Martín, Gloria M. 2013. Hongos Micorrízicos Arbusculares, *Azotobacterchroococcum*, *Bacillusmegatherium* y FitoMas-E<sup>®</sup>: Una alternativa eficaz para la reducción del consumo de fertilizantes minerales en *Psidiumguajava*, L. var. Enana Roja Cubana. **Cultivos Tropicales**, 34 (1):5-10.

Reyes, C.F.; Rivera, Odalys.; Jiménez, Mayra.; Montes de Oca, J.L.; Occeguera, Zenaida.; Hernández, A.R.; García, J.R. & Martínez, Silvia. 2011. Aclimatización de cultivares de caña de azúcar procedentes de la fase de enraizamiento a los que se les aplicó FitoMas-E<sup>®</sup>. **Centro Agrícola**, 38 (2):11-14.

Ríos, Yoania.; Rojas, Marcia.; Ortega, Marisel.; Dibut, B. &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.

Rivera, R. & Fernández, F. 2003. La simbiosis micorrízica arbuscular. En: Rivera, R. y Fernández, Kalyanne. (Ed). El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible. Estudio de caso: El Caribe. Capítulo 1. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), La Habana, Cuba. ISBN: 959-7023-24-5, p. 97-98.

- Rivera, R. 2000. Disponibilidad de nutrientes y fertilización en los sistemas agrícolas micorrizados: Resultados en la producción de posturas de cafeto y en raíces y tubérculos. En Resúmenes del XII Seminario Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. Cuba, p. 102-103.
- Rodríguez, A.; Companioni, N.; Fresneda, J.; Estrada, J.; Cañet, F.; Rey, R.; Fernández, E.; Vázquez, L.L.; Peña, Elizabeth.; Avilés, R.; Arozarena, N.; Dibut, B.; González, Rosalía.; Pozo, J.L.; Cun, R. & Martínez, F. 2010. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida. Séptima Edición, Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales y el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT). Ciudad de La Habana, Cuba. 201 p.
- Rodríguez, Alegna.; Martínez, F.; Ramos, L.; Cabrera, Mirneyis. & Borrero, Yolaisis. 2011. Efecto del bioestimulante (FitoMas-E®) y el biofertilizante (Bioplasma) en el rendimiento de la lechuga var. Anaida bajo condiciones de organoponía semiprotegida. **Agrotecnia de Cuba**, 35 (1):54-60.
- Rodríguez, M. 2001. Estudio de diferentes variables agrobotánicas y de calidad del jugo en la variedad comercial de caña de azúcar. Tesis Maestría en Biología Vegetal., Facultad de Biología, Universidad de La Habana, Cuba, 83 p.
- Rodríguez, R.G.; Tabares, J.M.& Medina, J.A. 1997. Cultivo Moderno del Tomate. (2<sup>da</sup> Ed).Editorial Aedos, S.A., Mundi-Prensa, Madrid, España. ISBN: 9788471146403, 793p.
- Rosset, P.M. & Bourque, M. 2001. Lecciones de la experiencia cubana. En Funes F., L. García, M. Bourque, Nilda Pérez y P. Rosset (editores), Transformando el campo cubano. Avances de la agricultura sostenible. Asociación de Técnicos Agrícolas y Forestales (ACTAF). La Habana, Cuba. ISBN: 9592460329, p. 23.
- Rosset, P.M.; Machín, B.; Roque, A.M. & Ávila, D.R. 2011. The Campesino-to-Campesino agroecology movement of Anap in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. **Journal of Peasant Studies**, 38 (1):161-191.
- Rubiel, M. 2008. Importancia de los vegetales. Disponible en <http://www.alimentación->

[sana.com.ar/](http://sana.com.ar/) . Consultado: Enero/2015.

- Ruisánchez, Y.; Hernández, María I. & Rodríguez, Janet. 2013. Evaluación de los bioproductos DIMABAC y FitoMas-E<sup>®</sup> en el cultivo del tomate . **Temas Agrarios**, 18 (1):49-56.
- Ruisánchez, Y.; Hernández, María I.; Tejeda, Grisel.& Rodríguez, Janet. 2014. Influencia de la aplicación de DIMABAC y FitoMas-E<sup>®</sup> sobre tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones de campo. **Agrotecnia de Cuba**, 38 (1):54-66.
- Ruiz, Josefa.; Tejeda, Tamara.; Terry, Elein. & Díaz, María M. 2009. Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. **Cultivos Tropicales**, 30 (3):60-64.
- Ruiz, M.; Geada, Déborah.; Muñoz, Yaumara.; Martínez, A.; Santana, Y.; Benítez, Mileisy.; Aroca, R. & 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.
- Salles, C. 2003. Determination and gustatory properties of taste-active compounds in tomato juice. **Food Chemistry**, 81 (3):395-402.
- Salomón, Susan.; Plattner, G.K.; Knutti, R. & Friedlingstein, P. 2009. Irreversible climate change due to carbón dioxide emissions. **PNAS**, 106 (6):1704-1709.
- Searchinger, T. 2013. The Great Balancing Act: Installment of Creating a Sustainable Food Future. World Resources Institute, Washington, D.C. Disponible en: <http://www.worldresourcesreport.org> Consultado: Febrero/2015.
- Serbelló, F.G.; Soto, Rafaela. & Mesa, J.R. 2013. Efecto de la aplicación de Fitomás-E<sup>®</sup> en la producción de posturas de papayo var. Maradol Roja en Cienfuegos, Cuba. **Centro Agrícola**, 40 (1):35-38.
- Smart, J.; Nel, E. & Binns, T. 2015. Economic crisis and food security in Africa: exploring the significance of urban agriculture in Zambia's Copperbelt province. **Geoforum**, 65:37-45.
- Socorro, A.R.; Mederos, Liliana & López, H. 2002. Gestión de la Agricultura Urbana en el municipio Cienfuegos. Evento Internacional de Instituciones Promotoras de la Agricultura Sostenible. AGRONAT'2002. Taller de Agricultura Urbana. Universidad de

Cienfuegos, Cuba, 23 p.

Souza, FatimaM.; Da Silva, K.; Abrahão, Rafaela S.S. & De Carvalho, Fernanda. 2010. Bactérias diazotróficas asociativas: diversidade, ecología e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**, 1 (2):74-99.

Starr, A.; Martínez, M.E. & Rosset, P.M. 2011. Participatory Democracy in Action: Practices of the Zapatistas and the Movimento Sem Terra. **Latin American Perspectives**, 38 (176):102-119.

Suárez, J. 2015. Producción integrada de alimentos y energía a escala local en Cuba: bases para un desarrollo sostenible. **Pastos y Forrajes**, 38 (1):3-10.

Suárez, F.; Castellanos, X. & Rodríguez, G. 2016. Desarrollo de la labor investigativa de los estudiantes a partir de las potencialidades que brinda el uso de biofertilizantes. **Revista EduSol**, 16 (55):75-82.

Sun, H.; Deng, S. & Raun, W. 2004. Bacterial community structure and diversity in a century-old manure-treated agroecosystem. **Applied and Environmental Microbiology**, 70 (10):5868-5874.

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.

Tamayo, Y.; Lescaille, J.; Ramos, L. & Barraza, F.V. 2015. Respuesta productiva de la habichuela (*Vigna unguiculata*, L) var. Cantón-1 ante la aplicación combinada de EcoMic<sup>®</sup> Y FitoMas-E<sup>®</sup> en condiciones de huertos intensivos. **Agrotecnia de Cuba**, 39 (2):91-100.

Tazuke, A.; Boonkorkaew, P.; Hikosaka, S. & Sugiyama, N. 2008. Factors affecting fruit abortion in a gynoecious cucumber cultivar. **Journal of Applied Horticulture**, 10 (1):15-19.

Terrero, J. 2007. Aplicación de tres sustancias bioestimulantes a siembra directa y transplante en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*, L.). Fórum Nacional Estudiantil Agropecuario. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba, 15 p.

- Terry, Elein. 2005. Microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativas para la producción ecológica de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill. Var. "Amalia"). Tesis presentada en opción la grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. INCA. Departamento de Fitotecnia, Habana, 133 p.
- Terry, Elein.; Núñez, Miriam.; Pino, María de los A. & Medina, N. 2001. Efectividad de la combinación biofertilizantes análogo de brasinoesteroides en la nutrición del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). **Cultivos Tropicales**, 22 (2):56-59.
- Terry, Elein.; Terán, Z.; Martínez, R. & Pino, María de los A. 2002. Biofertilizantes, una alternativa promisorio para la producción hortícola en organopónicos. **Cultivos Tropicales**, 23 (3):43-46.
- Terry, Elein.; Ruiz, Josefa.; Tejeda, Tamara.; Reynaldo, E.I. & Díaz, María M. 2011. Respuesta del cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa* L.) a la aplicación de diferentes productos bioactivos. **Cultivos Tropicales**, 32 (1):28-37.
- Terry, Elein.; Ruiz, Josefa.; Tejeda, Tamara. & 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.
- Terry, Elein.; Ruíz, Josefa.; Tejeda, Tamara.; Reynaldo, Inés.; Carrillo, Y. & y Morales, H.A. 2015. Interacción de bioproductos como alternativas para la producción horticultura cubana. **TECNOCENCIA Chihuahua**, VIII (3):163-174.
- Trujillo, D.L. & Guanche, G A. 2010. Ensayo de habichuela de mata alta. Información técnica. Cabildo de Tenerife. Disponible en: [www.agrocabildo.com](http://www.agrocabildo.com) Consultado: Mayo/2015.
- van der Heijden, M.G.; Bardgett, R.D. & Straalen, N.M. 2008. The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems. **Ecology Letters**, 11 (3):296-310.
- vanVliet, P.C.; Bloem, J. & de Goede, R.G. 2006. Microbial diversity, nitrogen loss and grass production after addition of effective microorganisms (R) (EM) to slurry manure. **Applied Soil Ecology**, 32 (2):188-198.

- Vilches, Eneida.& Núñez, Eneida. 2000. Efectos de los residuos de leguminosas sobre estadios de una población de lombrices (*Eisenia fuetida*) y caracterización biológica del humus obtenido. **Cultivos Tropicales**, 21 (3):25-28.
- Villar, J.; Montano, R. & López, R. 2005. Efecto del bioestimulante FitoMas E<sup>®</sup> en cultivos seleccionado. **ICIDCA**, 39 (2):41-45.
- Viñals, Mabel.; García, A.; Montano, R.; Villar, J.; García, T. & Ramil, M. 2011. Estimulante de crecimiento agrícola FitoMas-E<sup>®</sup> resultados de producción del año 2010 y su impacto en cultivos seleccionados de alimentos. **ICIDCA**, 45 (3):1-23.
- WMO, 2008. Greenhouse Gas Bulletin: The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Base on Global Observations through 2009. World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland. Disponible en: [https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/GHG\\_bull\\_6en.pdf](https://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/documents/GHG_bull_6en.pdf) Consultado: Marzo/2015.
- Youbain, J.; Cabrera, A.; Arzuaga, J.; Fernández, F. & Dell'Amico, J. 2004. La aplicación de hongos micorrizógenos en soporte sólido y líquido para la producción de lechuga en casa de cultivo. Congreso Científico. Programa y Resúmenes. INCA. Habana, 155 p.
- Yumar, J.; Montano, R. & 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. Tesis de diploma. Universidad de Holguín, Cuba, 56 p.
- Zuaznabar, R.; Pantaleón, G.; Milanés, N.; Gómez, I. & Herrera, A. 2013. Evaluación del bioestimulante del crecimiento y desarrollo de la caña de azúcar Fitomas-E<sup>®</sup> en el estado de Veracruz, México. **ICIDCA**, 47 (2):8-12.

## ANEXO

ANEXO 1. Certificado de calidad del inóculo sólido de IHplus del Lote: IH-14-03.

 <b>EEPFH</b>	<b>Certificado de calidad</b>		LOTE: IH-14-03
	Fecha de fabricación: 25/Octubre/2013	Fecha de liberación: 21/Julio/2014	
<b>Producto: Inóculo sólido</b>			
<b>Descripción:</b> Producto resultante de la fermentación sólida anaerobia de microorganismos nativos que contiene bacterias aerobias y anaerobias, levaduras, hongos y lactobacilos, de origen natural, no manipulados genéticamente, utilizado como inóculo para la producción del fermentado líquido.			
<b>Características de calidad</b>			
<b>Propiedades organolépticas</b>	Color: Carmelita oscuro		
	Olor: Agradable a vino		
<b>pH</b>	< 5		
<b>Conteo total de microorganismos</b>			
Conteo total de bacterias aerobias	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>		
Conteo total de bacterias anaerobias	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>		
Conteo total de hongos y levaduras	10 <sup>4</sup> -10 <sup>5</sup>		
Conteo total de lactobacilos	10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup>		
<b>Ausencia de microorganismos patógenos</b>			
<i>Escherichia coli</i>	No presencia		
<i>Staphylococcus aureus</i>	No determinado		
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	No determinado		
<i>Salmonella typhi</i>	No presencia		
<i>Coliformes fecales y totales</i>	No presencia		
<i>Shigella</i>	No presencia		
<b>Condiciones de almacenamiento:</b> Almacenar en recipiente hermético, en lugar fresco a temperatura ambiente de 20-30°C, protegido de la luz y sin refrigerar.			
<b>Manipulación:</b> Manipular con cuidado, protegiendo la hermeticidad del recipiente.			
<b>Vencimiento:</b> Utilizar preferiblemente antes de los 12 meses.			
 Dra. C. Maykelis Díaz Solares <b>DIRECCION</b>		 M.Sc. Leydi Fonte Carballo	
Jefa del Laboratorio de Biotecnología Control de Calidad		Especialista Laboratorio de Biotecnología Control de Calidad	

Fuente: Laboratorio de Biotecnología EEPF "Indio Hatuey".