



## ARTICULO DE INVESTIGACIÓN ORIGINAL

Fecha de presentación: 11-7-2020 Fecha de aceptación: 27-10-2020 Fecha de publicación: 5-10-2020

### ALTERNATIVAS BIOLÓGICAS EN EL CULTIVO DEL TOMATE: SU CONTRIBUCIÓN AL DESARROLLO AGRARIO SOSTENIBLE

### BIOLOGICAL ALTERNATIVE IN THE CROP TOMATO: THEIR CONTRIBUTION TO THE SUSTAINABLE AGRARIAN

Mariolkis Méndez-Columbié<sup>1</sup>, Nurisbel Quintero-Noa<sup>2</sup>, Ángel Luis La O-Michel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Profesor Asistente: Silvicultura, Práctica Agrícola II, Departamento: Agronomía, CUM “San Antonio del Sur”, Universidad de Guantánamo, Correo: [mmendez@cug.co.cu](mailto:mmendez@cug.co.cu) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1934-7763> <sup>2</sup> Profesor Auxiliar: Gestión de proyectos, Departamento: Desarrollo Local, CUM San Antonio del Sur, Universidad de Guantánamo, Correo: [nquintero@cug.co.cu](mailto:nquintero@cug.co.cu) ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3642-4481> <sup>3</sup> Profesor Titular Sistema de Producción Animal, Universidad de Guantánamo “Raúl Gómez García”: Correo: [nolo@cug.co.cu](mailto:nolo@cug.co.cu) ORCID ID: <https://0000-0002-7620-411x>

#### ¿Cómo citar este artículo?

Méndez Columbié, M., Quintero Noa N. y La O Michel<sup>3</sup> Á. L. (noviembre-febrero, 2020). Alternativas biológicas en el cultivo del tomate (*solanum lycopersicum mill*) y su contribución al desarrollo agrario sostenible en San Antonio del Sur. *Pedagogía y Sociedad*, 23(59), 200-217. Disponible en <http://revistas.uniss.edu.cu/index.php/pedagogia-y-sociedad/article/view/1089>

#### RESUMEN

**Introducción:** Artículo original donde se muestran los resultados de una investigación experimental implementada en las fincas de cultivos varios de la Cooperativa de Producción Agropecuaria “17 de mayo” del Valle de Caujerí,

municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo. **Objetivo:** determinar el efecto de los fitoestimulantes: Ecomic®, FitoMas-E y de la reducción parcial del fertilizante químico en la producción del cultivo de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) var. Botijón en condiciones del Valle de Caujerí. **Metodología:** Se trabajó

sobre un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos, los que se replicaron cinco veces. Las variables evaluadas fueron de crecimiento y rendimiento.

**Resultados:** Para determinar diferencias entre los tratamientos se realizó un análisis de varianza de clasificación doble y la comparación de medias se hizo a través de la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el 5 % de probabilidad de error. **Conclusiones:** se pudo comprobar que, cuando se aplicaron los fitoestimulantes *Ecomic*® y *FitoMas-E* como alternativas biológicas combinado a la reducción del 50% de la fertilización química, las plantas evidenciaron incremento en crecimiento, acumulación de sólidos solubles y rendimientos superiores; lo que repercutió en el aumento de ganancias respecto al período anterior.

**Palabras clave:** alternativas biológicas; desarrollo agrario local sostenible; desarrollo sostenible; fitoestimulantes

#### ABSTRACT

In the collective farms devoted to the grow of a wide variety of crops which belong to the *17 de Mayo* Agricultural and Livestock Cooperative in Caujery Valley, San Antonio del Sur municipality, Guantánamo province, an experimental research was carried out with the

**objective** of determining the effect of the *Ecomic*®, *FitoMas-E* phytostimulants and the partial reduction of chemical fertilizer in the production of the tomato crop (*Solanumlycopersicum Mil*) var. Botijón in Caujerí Valley. **Methodology:** A randomized block design was used with five treatments which were replicated five times. The analyzed variables were growth and yield. **Results:** In order to determine the differences among the treatments, a double classification analysis of variance was performed and the average comparison was made through Duncan's Multiple Range Test considering 5% of error probability. **Conclusions:** When the *Ecomic*® and *FitoMas-E* phytostimulants were applied in combination with a reduction of 50% in the chemical fertilization, the plants showed an increase in growth, yield and accumulation of soluble solids. Accordingly, bigger gains were achieved compared to the preceding period.

**Keywords:** Agrarian development; local development; sustainable development; phytoecology

## INTRODUCCIÓN

Dentro de la gran variedad de cultivos agrícolas el grupo de las hortalizas presenta el mayor número de especies, además de que ocupan un lugar importante en el aporte de vitaminas, ácidos orgánicos asimilables y minerales para la alimentación humana (Arroyo et al. 2018).

El tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) es la especie hortícola más comercializada en el mundo occidental, de gran nivel de producción, distribución y consumo en diversas formas, es fuente de vitamina y minerales, que aumenta su producción a través de los años.

De la producción mundial de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) un 15% ocurre en los países tropicales, siendo Cuba uno de los países que más área dedica a este cultivo, con una superficie anual de más de 20 000 ha, sin embargo, su rendimiento promedio se encuentran en el orden de las 10 - 14,89 t.ha<sup>-1</sup> (Oficina Nacional de Estadística e Información [ONEI], 2018), muy distantes del que se obtiene hoy en día a nivel mundial (27 t.ha<sup>-1</sup>). Sin embargo, en los últimos años la producción de esta

hortaliza no satisface la demanda de la población (Charles et al., 2015).

Los últimos años en Cuba el Ministerio de la Agricultura se ha trazado directrices a favor de incrementar la producción de esta hortaliza en los principales polos productivos, tal es el caso del municipio San Antonio de Sur que hoy produce el 60% (5580 t) del tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) en la provincia Guantánamo. Con todos los esfuerzos realizados, como la introducción de variedades de mayor rendimiento, todavía es insuficiente el rendimiento agrícola del cultivo (12 t) si se compara con otras zonas del país, debido fundamentalmente a la agravante situación de las condiciones climáticas (sequía), la infertilidad de los suelos y escasez de fertilizante.

Por lo que se impone la búsqueda de fuentes alternativas que permitan reducir el consumo de los fertilizantes químicos y eleven la producción de manera sostenible. Para ello se han introducido en la práctica el uso de fitoestimulantes vegetales y biofertilizantes, que contribuyen a una mejor disposición de la calidad funcional de los tejidos y las plantas (Montano, 2008).

Esta investigación aporta elementos relevantes para el desarrollo de la agricultura en el territorio, donde se proponen alternativas y variantes en el manejo de uno de los cultivos fundamentales y que aporta al desarrollo no solo de San Antonio del Sur, sino del país, pues al ser procesados en la industria se convierten en materia prima utilizada por las industrias para la producción de derivados de la pasta de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*). Además de ello se ha demostrado que esta materia prima es de alta calidad, de ahí que es imprescindible que las producciones cumplan los estándares establecidos y se manejen con sostenibilidad empleando en ello técnicas agroecológicas (Medina, 2008).

El aporte de las universidades y Centros Universitarios Municipales al desarrollo local es uno de los objetivos clave que definen, en gran medida, la pertinencia de la enseñanza superior en los territorios.

La producción de alimentos como prioridad demanda del esfuerzo y de la vinculación estrecha con la ciencia. De ahí que se hace necesario proponer nuevas alternativas para el desarrollo sostenible.

La aplicación de bioestimulantes es una práctica agrícola que cada día cobra más fuerza dentro de la llamada “Agricultura de Bajos Insumos”, debido no sólo a su bajo costo de producción, sino porque constituye una tecnología “Limpia”, no contaminante del medio ambiente y que permite incrementar sustancialmente los rendimientos agrícolas con bajos gastos de producción.

La finca donde se realizó la investigación pertenece a la Cooperativa de Producción Agropecuaria (CPA) “17 de Mayo” del municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo. El objetivo general de esta investigación fue determinar el efecto del Ecomic®, FitoMas-E y de la reducción parcial del fertilizante químico en la producción del cultivo de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) var. Botijón en condiciones del Valle de Caujerí, para contribuir al desarrollo agrario local sostenible del municipio San Antonio de Sur.

## **METODOLOGÍA EMPLEADA**

La investigación se desarrolló en la Finca No. 24 de la CPA “17 de Mayo”, perteneciente al Valle de Caujerí, del municipio San Antonio del Sur, provincia Guantánamo, en el período comprendido entre noviembre de 2019 y febrero 2020.

Es una representación de las demás áreas de dicha institución que se ve afectada por los bajos rendimientos de los cultivos agrícolas debido a la baja capacidad productiva de sus suelos provocado por mal uso y manejo de los fertilizantes químicos, por lo que se buscan alternativas biológicas para minimizar estos productos.

Se utilizó el método experimental, sobre un diseño de bloques al azar con cinco tratamientos.

El suelo donde se aplica la investigación se corresponde con un suelo pardo

Tabla No.1. Características químicas del suelo previo al experimento.

pH	% M.O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> mg/100g	K <sub>2</sub> O mg/100g	Ca <sup>++</sup> meq/100g	Mg <sup>++</sup> meq/100g	Na <sup>+</sup> meq/100g
6.65 <sup>(1)</sup>	2.89 <sup>(2)</sup>	2.01 <sup>(3)</sup>	21.72 <sup>(4)</sup>	23.3 <sup>(5)</sup>	4.4 <sup>(6)</sup>	0.60 <sup>(7)</sup>

1- Potenciometría 2-Walkey-Black 3-Olsen 4, 5, 6, 7-Complexometría

Fuente: D.S.F.P, 2018.

### Condiciones climáticas de la localidad

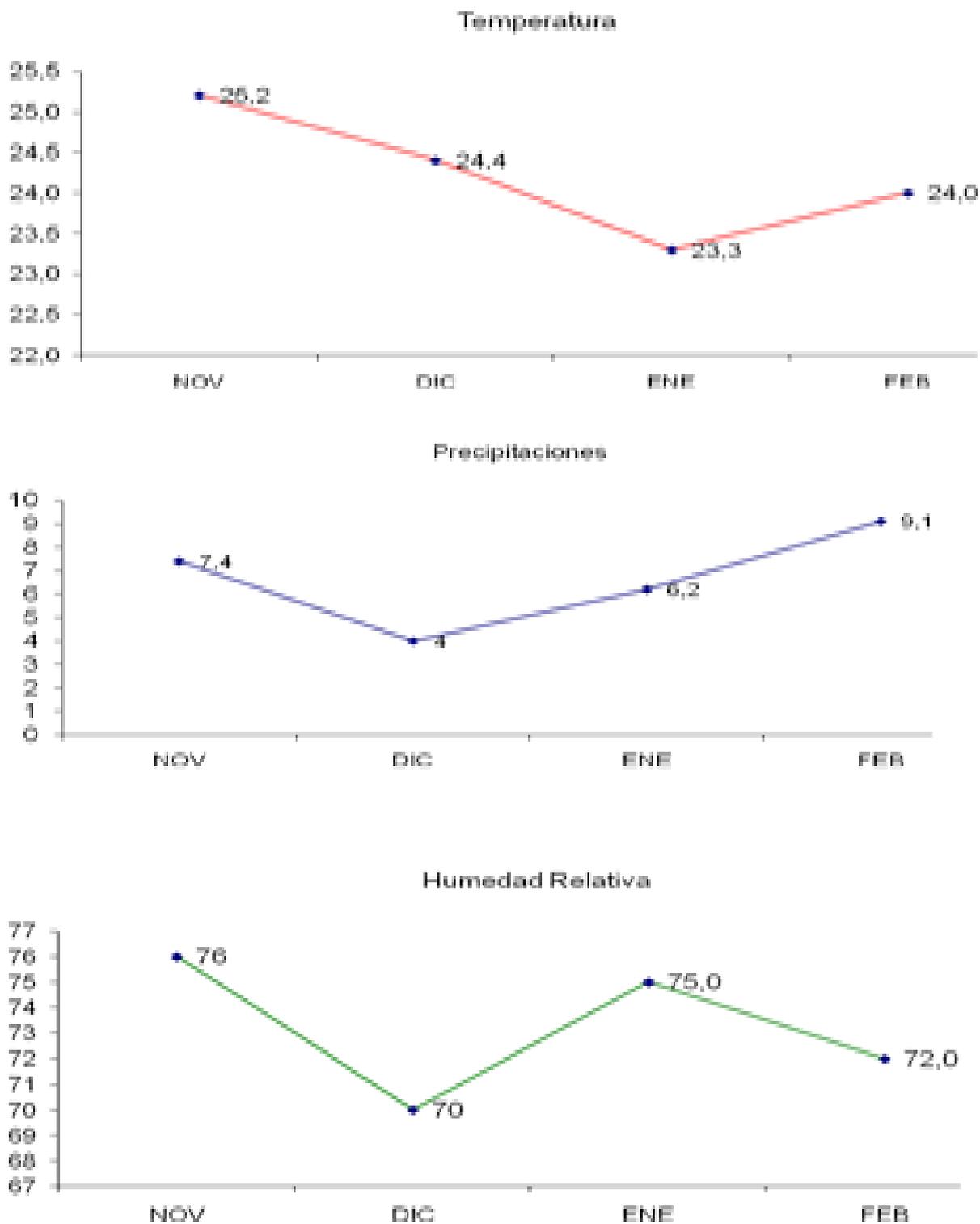
Los datos climáticos donde se realizó el experimento aparecen en la Figura 1, la que muestra los valores medios de esta localidad con datos desde noviembre del 2019 hasta febrero del 2020 fecha que

sialítico mullido con carbonato (Hernández Jiménez, 1999).

Asimismo, el suelo utilizado para el experimento tiene un contenido muy bajo de fósforo, medio de potasio y bajo de materia orgánica. Tiene una profundidad efectiva categorizada como profunda y pendiente del 1- 2 % considerada como llano o casi llano, presenta un grado de erosión muy bajo y baja pedregosidad, es considerado dentro de la categoría agroproductiva número dos.

comprende el período de evaluación, en la que se puede comprobar que generalmente las variables evaluadas en el mes de febrero incrementaron sus promedios mensuales, cuestión esta que constituye la tipicidad en el régimen pluviométrico en esta zona.

Figura 1: Valores medios de temperatura precipitaciones y humedad relativa.



Fuente: Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), 2020

## **Variedad**

Se utilizó la variedad Botijón tomando como criterio de selección los estudios previos del comportamiento fitosanitario y productivo de 21 variedades en el período 2015-2017 (Casanova et al., 2017). Estas investigaciones arrojaron la variedad Botijón como la de mejor resultado en los aspectos evaluados.

## **Producción de posturas**

Las posturas procedieron de casas de posturas perteneciente a la CPA "17 de Mayo" con la tecnología de cepellón, las mismas fueron producidas según la norma técnica aprobada para esta tecnología (MINAG, 2015). El trasplante se realizó a los 24 días de edad de las posturas, las que presentaban un buen estado morfológico y sanitario.

## **Siembra**

Esta actividad se realizó teniendo en cuenta la época de siembra (septiembre – enero) aprobada para el cultivo del tomate y siguiendo la estrategia y disciplina tecnológica orientada por el Ministerio de la Agricultura para el territorio (MINAG, 2019).

## **Aplicación del Fertilizante**

Se utilizó la fórmula completa 9-13-17 en dosis de 0,85 t.ha<sup>-1</sup> y urea en dosis de

0,2 t.ha<sup>-1</sup>, la fórmula completa se aplicó todo en el momento del trasplante con un 1/3 de la urea y 30 días después los 2/3 de la urea en el tratamiento que contaba con todo el fertilizante. Para los demás tratamientos se aplicó el 50 % de la dosis e igual frecuencia.

## **Aplicación del Ecomic®.**

Se utilizó *Glomus intraradices* como cepa de micorriza. La inoculación se aplicó en el momento del trasplante, por el método de peletización, para ello se realizó una pasta fluida utilizando la proporción de 1 kg de micorriza en 1200 ml de agua, Fernández (1999) (Patente 22641).

## **Aplicación de FitoMas-E**

El FitoMas-E se aplicó en dosis de 1 L.ha<sup>-1</sup> en el tratamiento tres y cinco, aplicando la mitad de la dosis a los 20 días después del trasplante y el resto en el momento de la floración (Montano, 2008).

## **Diseño experimental**

El área escogida para el montaje del experimento tiene una pendiente de un 2% y además presenta una distribución heterogénea de la fertilidad por lo que para contrarrestar este efecto se utilizó un diseño de bloque al azar.

## **Tratamientos en estudio**

T1 - Testigo absoluto

T2 - 100% NPK

T3 - 50% NPK + FitoMas-E

T4 - 50% NPK + HMA

T5 - 50% NPK + HMA + FitoMas-E

### **Análisis estadístico**

El experimento se montó sobre un diseño bloques al azar con una muestra de 25 plantas por tratamiento, para determinar diferencias entre tratamientos se realizó un análisis de varianza de clasificación doble y la comparación de medias se hizo a través de la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para el 5 % de probabilidad de error (Duncan, 1955). Para el análisis estadístico fue utilizado el paquete estadístico STATISTICA v 6.1 en ambiente Windows.

### **Variables evaluadas**

**Variables de crecimiento:** Altura de la planta (cm.), diámetro del tallo (mm) número de ramificaciones (U).

### **Variables de componentes del rendimiento:**

Número de frutos/planta (U): Sólidos Solubles Totales (Britx): Rendimiento ( $t \cdot ha^{-1}$ ):

### **Valoración económica**

Los datos para la valoración económica fueron calculados tomando como base la metodología de la carta tecnológica y la ficha de costo para el cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum Mil*), vigentes en la actualidad en la Empresa Agropecuaria de San Antonio del Sur. La misma se realizó sobre la base de los gastos que se incurren para la producción del cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum Mil*), FAOcitado por Rodríguez, 2018).

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Los microorganismos son aplicados a los suelos para desempeñar funciones específicas que beneficien los índices de productividad de las plantas, como resultado del aumento de la toma de agua y nutrientes, la fijación del nitrógeno, la solubilización de minerales, la producción de estimuladores del crecimiento vegetal y el biocontrol de patógenos.

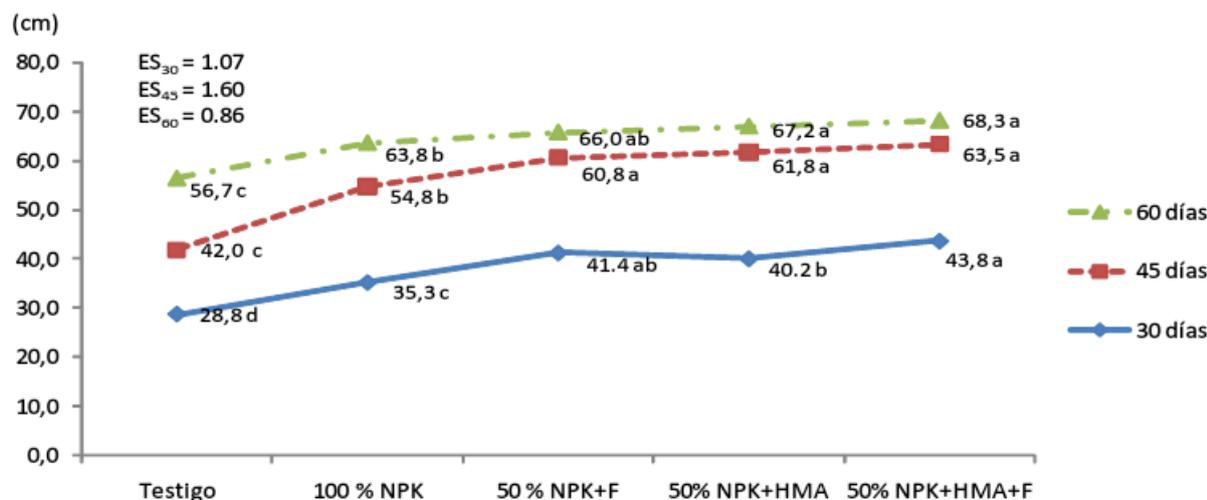
Comportamiento de las variables del crecimiento en el cultivo del tomate (*SolanumlycopersicumMill*). Tratado con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico.

La figura 2 muestra la altura de las plantas de tomate a los 30, 45 y 60 días de sembradas y tratadas con alternativas biológicas (Ecomic® y FitoMas-E), en la

que se puede observar de forma general que los tratamientos que contaron con las alternativas biológicas simples y combinadas fueron los que mejor se

comportaron al presentar diferencias estadísticas significativas comparado con el tratamiento testigo.

Figura 2. Respuesta en altura de las plantas de tomate (*Solanumlycopersicum* Mil) tratadas con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico. [Medias con letras iguales, no difieren significativamente para  $P \leq 0.05$ , según dócima de Duncan]



Fuente: Paquete estadístico STATISTICA v 6.1 (en ambiente Windows.)

A los 30 días después de la siembra la variante que se le aplicó la combinación de Ecomic y FitoMas-E con el 50% del fertilizante químico no presentó diferencias estadísticamente significativas con la aplicación del 50% del fertilizante más el FitoMas-E pero sí con el resto de los tratamientos, superando al testigo y el tratamiento que se le aplicó el 100% de la fertilización en un 52 % y 24 % respectivamente.

Los tratamientos que contaron con las alternativas biológicas de forma individual

y la reducción del 50% del NPK, no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre ellos, correspondiendo el mejor comportamiento a tratamientos que contaba solo como el FitoMas-E como incremento en crecimiento de 1,2 cm comparado con la variante de aplicar la micorriza con el 50% de la fertilización química valor que representa un 2%.

Este comportamiento es lógico si se tiene en cuenta que la micorriza tiene un comportamiento parásito en los primeros 45 días necesarios para su

establecimiento a partir del cual comienza a funcionar de manera simbiótica con el hospedante favoreciendo su crecimiento considerablemente, sin embargo el FitoMas-E es un producto bioactivo que ejerce su influencia en la elongación del tejido vegetativo, pues cuando es aplicado al follaje es rápidamente absorbido y traslocado, sin ningún gasto adicional de energía, promoviendo el crecimiento de las plantas y con esto la longitud del tallo.

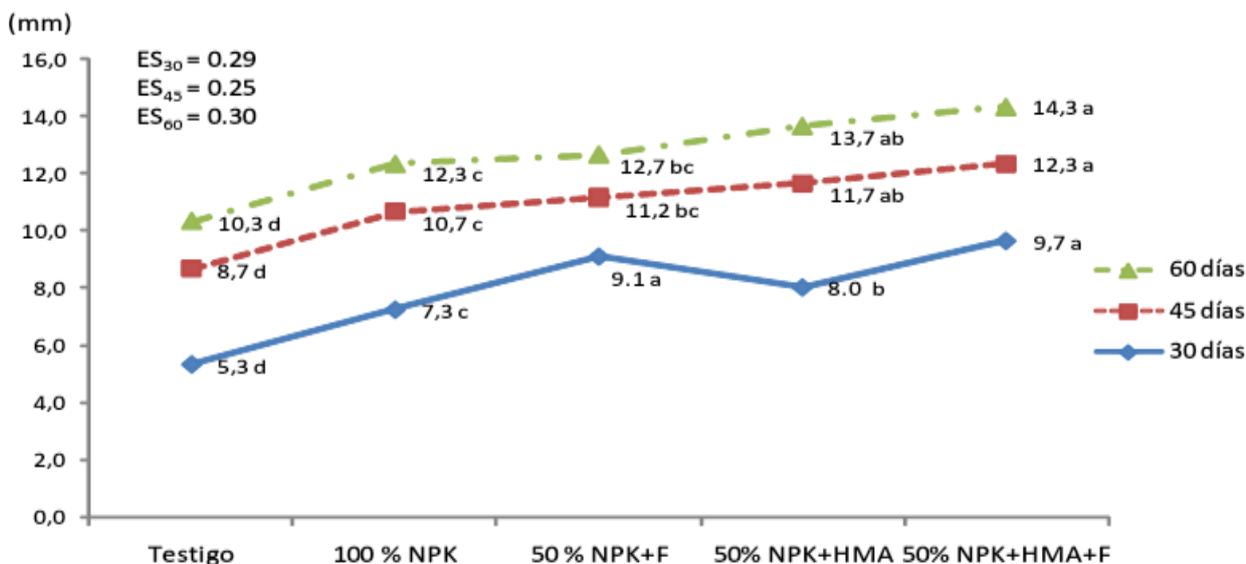
El diámetro del tallo (figura 3) mostró un comportamiento similar al encontrado en la variable altura de la planta, en los tres momentos evaluados.

El mejor comportamiento se obtuvo en la variante 50% fertilizante químico y la combinación seguido por el tratamiento que contaba con la dosis de fertilizante reducida al 50% y el FitoMas-E a los 30 días después del trasplante el cual

superó significativamente a la variante de aplicar la mitad del fertilizante químico unido a la micorriza, estos tratamientos donde estuvieron presentes las alternativas biológicas simples y combinadas superaron al resto de los tratamientos.

El diámetro del tallo (figura 3) mostró un comportamiento similar al encontrado en la variable altura de la planta, en los tres momentos evaluados (figura 2). El mejor comportamiento se obtuvo en la variante 50% fertilizante químico y la combinación, seguido por el tratamiento que contaba con la dosis de fertilizante reducida al 50% y el FitoMas-E a los 30 días después del trasplante el cual superó significativamente a la variante de aplicar la mitad del fertilizante químico unido a la micorriza, estos tratamientos donde estuvieron presentes las alternativas biológicas simples y combinadas, superaron al resto de los tratamientos en un 9%.

*Figura 3.* Respuesta en diámetro del tallo en plantas de tomate (*Solanumlycopersicum* Mil) tratadas con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico. [Medias con letras iguales, no difieren significativamente para  $P \leq 0.05$ , según dócima de Duncan]



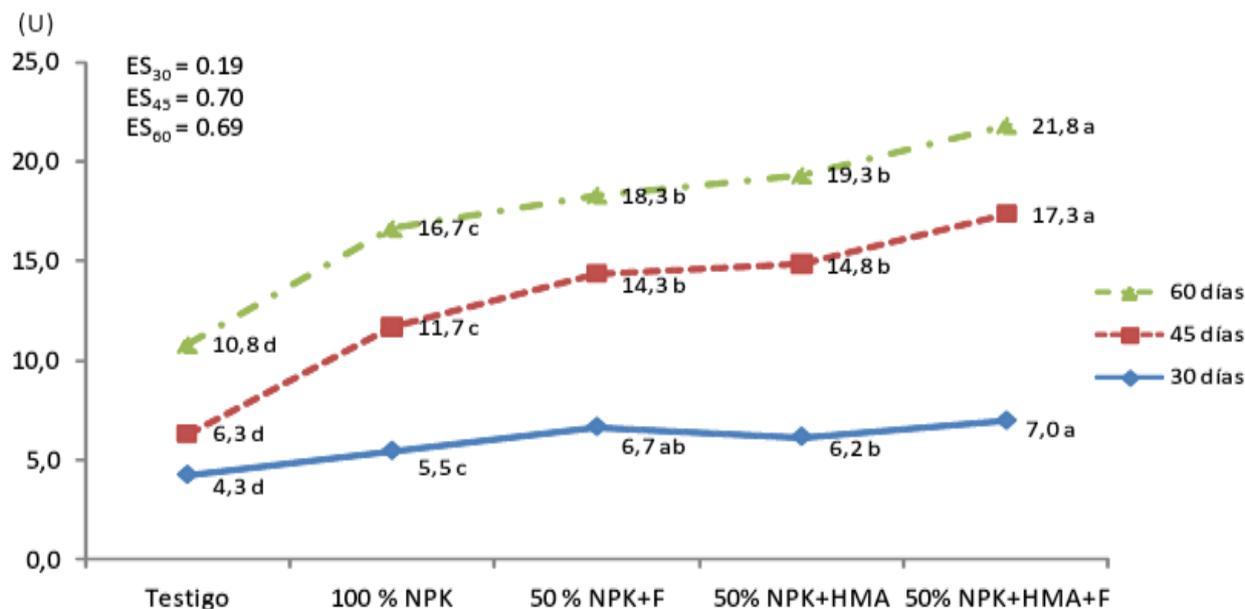
Paquete estadístico STATISTICA v 6.1 (en ambiente Windows.)

Cuando las plantas alcanzaron los 60 días el tratamiento que contaba con la combinación alcanzó una altura de 14,3 cm superior al resto de los tratamientos en un 4 a 39%, sin diferencia significativa con el tratamiento micorrizado.

Lo anterior puede deberse a que cuando se utilizan alternativas biológicas en el cultivo como el empleo de micorriza y FitoMas-E, el sistema radical se desarrolla más profundamente, en respuesta a ello, la planta tiene un desarrollo en altura mayor buscando un equilibrio raíz/tallo en el crecimiento de la planta, tal y como ha sido referido por Ramírez (2009) en estudios realizados en el cultivo de la yuca (Manihot esculenta).

El número de ramas (figura 4) por plantas de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) tratadas con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico que se muestra en la representación en tres momentos a los 30, 45, y 60 días después del trasplante. En todas las evaluaciones realizadas se puede comprobar que las variantes que contaron con el 100% del NPK y la que no contó con ningún producto (testigo) fueron los que peores se comportaron con diferencias marcadas con los tratamientos que contaban con la combinación tripartita y las alternativas biológicas simples, diferencias que no se evidenciaron entre los primeros.

Figura 4. Respuesta en número de ramas en plantas de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) tratadas con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico. [Medias con letras iguales, no difieren significativamente para  $P \leq 0.05$ , según dócima de Duncan]



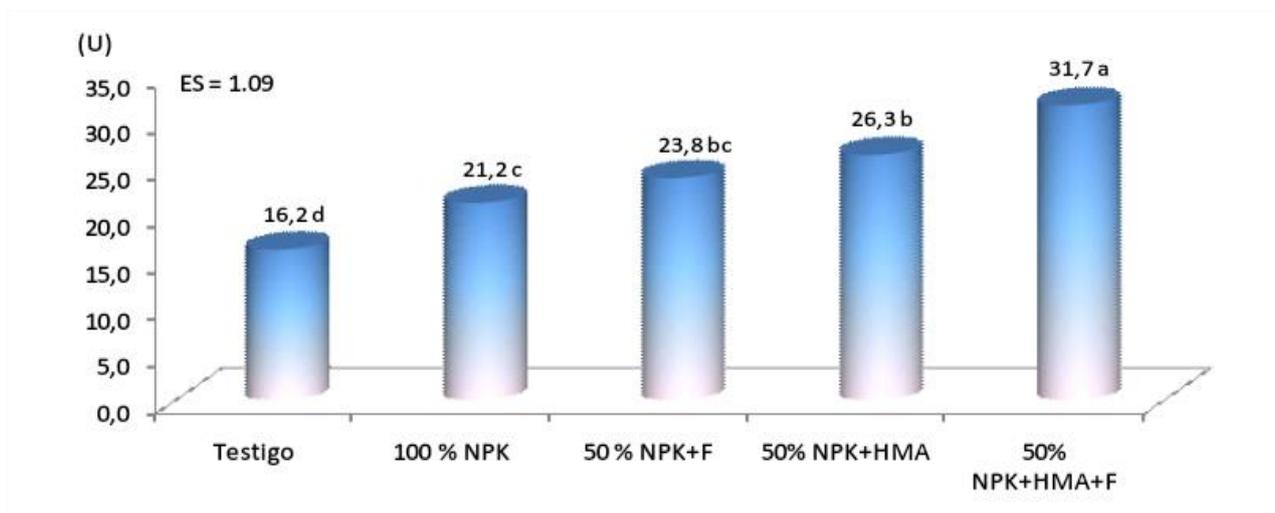
Fuente: Paquete estadístico STATISTICA v 6.1 (en ambiente Windows.)

Por otra parte, de forma indirecta se puede inferir que en los tratamientos que contaron con las alternativas biológicas tuvieron una mayor emisión de ramas en el período comprendido entre los 30 y 45 días, siendo mayor esta respuesta fisiológica cuando estaba presente la combinación.

**Comportamiento de las variables del rendimiento en el cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) tratado con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico.**

La figura 5 presenta el número de frutos por plantas tratadas con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico a los 75 días después del trasplante y de forma general se observan los mejores resultados en los tratamientos que contaron con la presencia de las alternativas biológicas simples o combinadas, seguido de la variante que contó con el 100% de la fertilización mineral, correspondiendo el peor tratamiento al testigo de producción.

Figura 5. Respuesta del número de frutos en plantas de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) tratadas con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico a los 75 días después del trasplante. [Medias con letras iguales, no difieren significativamente para  $P \leq 0.05$ , según dócima de Duncan]

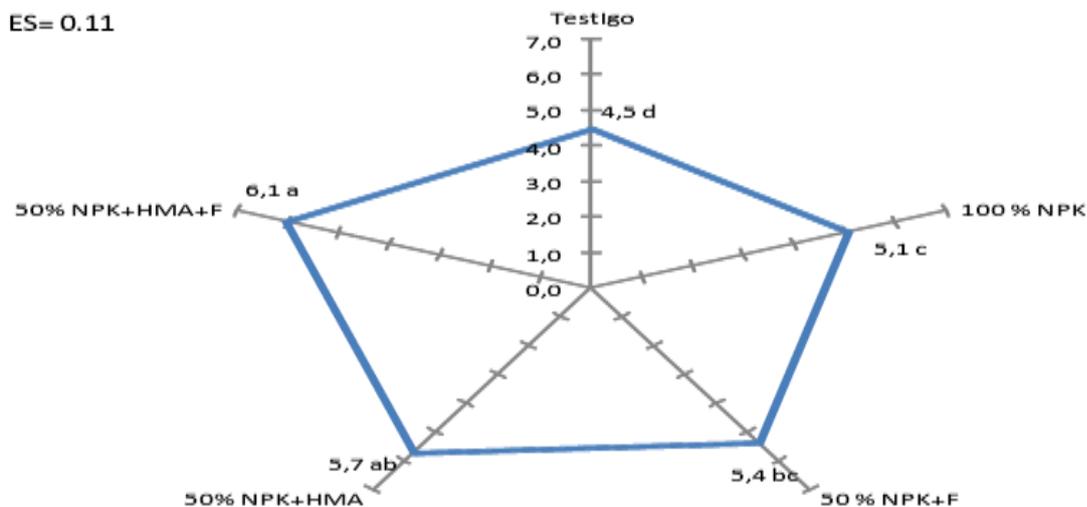


Fuente: Paquete estadístico STATISTICA v 6.1 (en ambiente Windows.)

Al analizar el contenido de sólidos solubles (figura 6) en frutos de plantas de tomate tratadas con diferentes alternativas biológicas (Ecomic® y FitoMas-E) y aplicación del 50% del fertilizante químico se pudo observar que el tratamiento que peor se comportó fue el testigo con un contenido de sólido soluble de 4.5% difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos, esto puede deberse a que

estas plantas al no contar con alternativas biológicas en un caso y una adecuada disponibilidad de nutrientes en el otro, no suplieron sus necesidades nutritivas por lo que su metabolismo se vio afectado de alguna manera, reduciendo en gran medida la síntesis de fotosintatos, lo que redundaría en menor acumulación de sólidos en los órganos de reservas.

Figura 6. Comportamiento del sólido soluble en frutos de tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) tratados con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante químico. [Medias con letras iguales, no difieren significativamente para  $P \leq 0.05$ , según dócima de Duncan]

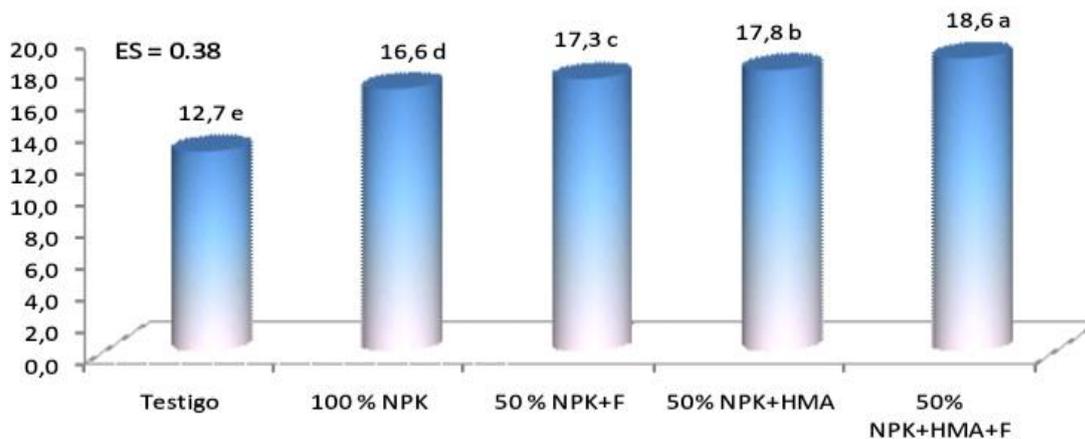


Fuente: Paquete estadístico STATISTICA v 6.1 (en ambiente Windows.)

En este contexto (figura 7) muestra el comportamiento del rendimiento en el cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) tratado con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante, donde se puede apreciar que en todos los tratamientos presentaron diferencias estadísticas significativas, atribuidos los mejores

resultados a los tratamientos que contaron con el FitoMas-E y Ecomic® simples y combinados con incrementos superiores a las 0.7 t.ha<sup>-1</sup> comparado con las plantas que contaron con el 100% de la fertilización química solamente e incremento de 4.6 t.ha<sup>-1</sup> con respecto al tratamiento testigo.

Figura 7. Comportamiento del rendimiento en el cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum Mil*) tratado con Ecomic®, FitoMas-E y reducción del fertilizante. [Medias con letras iguales, no difieren significativamente para P≤0.05, según dócima de Duncan]



Fuente: Paquete estadístico STATISTICA v 6.1 (en ambiente Windows.)

Por otro lado; es meritorio destacar, que pese a las condiciones climáticas adversas en el período el tratamiento que contó con el 50% de la fertilización química y la combinación (Ecomic® y FitoMas-E), se logran rendimientos alentadores (18,6 T.ha<sup>-1</sup>) superiores a la media planificada en esta campaña (17 T.ha<sup>-1</sup>) y al testigo de producción (12,7 T.ha<sup>-1</sup>).

Esto puede deberse a que la micorriza puede extraer mayor volumen de agua y nutrientes de suelo, incluso en condiciones de déficit hídrico, producto a que puede explorar mayor volumen de suelo, que unido a las bondades del FitoMas-E como producto antiestrés permiten que las plantas se crezcan y se desarrollen en condiciones adversas.

De acuerdo con los resultados expuestos, se puede inferir que estas alternativas biológicas -con el nivel de fertilización utilizado- son suficientes para garantizar en las plantas un adecuado balance del carbono, con su consiguiente repercusión en el crecimiento y desarrollo de las plantas, tal y como ha sido observado, pero mejor aún si se utilizan de forma combinada.

La valoración económica de los resultados se muestra en la tabla 1, en ella se puede apreciar que el uso de diferentes alternativas biológicas (FitoMas-E y Ecomic) resultan una vía factible para reducir los costos de producción entre \$ 1 397.49 y \$ 1 477.50 con respecto a los gastos incurridos cuando se aplica el 100 % de la fertilización mineral.

Es importante destacar que el precio de venta es diferenciado según el Brix determinado para cada tratamiento, correspondiendo los mayores ingresos a los tratamientos que contaron con la combinación y la reducción del 50 % del fertilizante químico. Por tales razones las

ganancias obtenidas en los tratamientos que crecieron con la aplicación del Ecomic® y FitoMas-E combinados fueron de \$ 35 759.77 superiores a las que contaron con la fórmula completa al 100 % en \$ 16 373.97.

Tabla 1. Análisis económico de la influencia de las alternativas biológicas en el cultivo del tomate (*Solanumlycopersicum Mil*).

Tratamientos	Rend (T.ha <sup>-1</sup> )	Brix (%)	Precio de Venta (\$)	Valor de la Prod (\$)	Costo de Prod (\$)	Ganancia(\$)	Relación B/C
Testigo	12,7	4,5	1738.20	22075.14	5701.17	16373.97	2,87
100 % NPK	16,6	5,1	2174.00	36088.40	6074.12	30014.28	4,94
50 % NPK+F	17,3	5,4	2174.00	37610.20	4596.62	33013.58	7,18
50 % NPK+HMA	17,8	5,7	2174.00	38697.20	4656.62	34040.58	7,31
50 % NPK+F+HMA	18,6	6,1	2174.00	40436.40	4676.63	35759.77	7,65

Fuente: Ficha Técnica de Servicios Agropecuarios (\$·ha<sup>-1</sup>) (MINAGRI, 2019).

Al evaluar los diferentes parámetros económicos la producción obtenida en los tratamientos combinados fueron superiores con respecto al testigo, pero el mejor tratamiento fue el que contaba con

### CONCLUSIONES

Las alternativas biológicas (Ecomic® y FitoMas-E) utilizadas en el estudio, tuvieron un marcado efecto en la respuesta de las plantas al reducirse al 50 % la fertilización química, aún en condiciones adversas del entorno.

la combinación tripartita, con una producción de 18, t.ha<sup>-1</sup> y un valor de la producción de \$40 436.40 para una ganancia de 35 759.77, valor que representa un 18 % superior al testigo.

En general, se pudo comprobar que cuando se aplicó el Ecomic® y el FitoMas-E de forma combinada con la reducción del 50% de la fertilización química, las plantas evidenciaron aumento en el crecimiento, en la acumulación de sólidos solubles y se

logran rendimientos superiores de producción.

La aplicación de bioestimulantes en la agricultura de bajos insumos constituye una práctica agroecológica que favorece el incremento de los rendimientos agrícolas con bajos costos de producción y a favor del desarrollo agrario local sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo, U., Mazquiaran, B., Rodríguez, A., Valero, G., Ruiz, M., Ávila, M. y Varela M. (2018). *Informe de estado sobre situación de frutas y hortalizas*. Fundación Española de la Nutrición (FEN). Recuperado de <https://www.fesnad.org/resources/files/Noticias/frutasYHortalizas.pdf>
- Casanova A.S., Gómez. O., Hernández, M., Cayillos, M., Depestre, T. y Pupo, F.R. (2017). *Manual para la Producción Protegida de Hortalizas*. Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimítrova". Editorial Liliana, Ministerio de la Agricultura; 79 p.
- Charles N. J., Martín Alonso, N. J. (2015). *Uso y añejo de hongos micorrizicosarbusculares (HMA) y humus de lombriz en tomate (SolanumlycopersicumMill) bajo sistema protegido*. Cultivos tropicales, 36(1), 55-64. Recuperado de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362015000100007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000100007)
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple F tests. *Biometrics*.
- Fernández, J. (1999) Efecto de la aplicación de diferentes dosis de FitoMas-E en el cultivo del frijol. En Instituto Nacional de Ciencias Agropecuarias (INCA). *Resúmenes*. XIII Congreso Científico, La Habana, Cuba.
- Hernández Jiménez, A. (1999). *Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba*. La Habana, Cuba: Instituto de Suelos, Ministerio de la Agricultura.
- Medina, N. (2008). *Respuesta del tomate (SolanumlycopersicumMill.) a la formulación líquida de cuatro cepas de Glomus en condiciones de campo* (Tesis de pregrado). Centro Universitario de Guantánamo, Cuba.
- Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA, 2020). *Comportamiento de las principales variables meteorológicas. Período: cuarto trimestre de 2019 y primero de 2020*. Guantánamo, Cuba:

Centro Agro meteorológico de la Delegación Provincial del CITMA.

Ministerio de la Agricultura (MINAGRI, 2015). Cultivo tomate. En *Instructivo técnico para organopónico y huertos intensivos*. La Habana, Cuba: Asociación Cubana de Técnicos Agrícolas y Forestales-Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical.

Ministerio de la Agricultura (MINAGRI, 2019). *Ficha Técnica de Costos de actividades agrícolas de Servicios Agropecuarios*. La Habana, Cuba: Autor.

Montano, R. (2008). *Fitoestimuladores orgánicos para la agricultura, resultado de investigación*. Informe técnico, Instituto cubano de los derivados de la caña de azúcar. La Habana: Ministerio del Azúcar.

Oficina Nacional de Estadísticas e Información ONEI, 2018). Sancti Spíritus, Cuba.

Ramírez, R. (2009). *Influencia del FitoMas-E en los rendimientos productivos del cultivo de la yuca (Manihotesculenta Crantz) en condiciones de secano* (Tesis de pregrado). Centro Universitario de Guantánamo, Cuba.

Rodríguez, Rodríguez, U. (2018). *Respuesta agro productiva del cultivo lechuga (Lactuca sativa Lin) con el empleo de humus de lombriz en condiciones de organopónico* (Tesis de pregrado). Centro Universitario Municipal "San Antonio del Sur". Universidad de Guantánamo, Cuba.

Pedagogía y Sociedad publica sus artículos bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

