

INFLUENCIA DE LA APLICACIÓN DE DIMABAC Y FITOMAS-E SOBRE TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM* L.) EN CONDICIONES DE CAMPO.

Yohandri Ruisánchez Ortega¹, María Isabel Hernández¹, Grisel Tejeda González² y Janet Rodríguez Sánchez²

RESUMEN

La aplicación conjunta de biofertilizantes de origen microbiano y bioestimulantes de naturaleza química aun es una temática poco estudiada. El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la influencia de los bioproductos DIMABAC y FitoMas E en las propiedades químicas y en las poblaciones de *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis* en un suelo Ferralítico Rojo típico. Se empleó la variedad Vyta de tomate bajo condiciones de campo abierto durante las campañas 2009-2010 y 2010-2011. Se montaron siete tratamientos que consistieron en la combinación de diferentes concentraciones de fertilización nitrogenada y los bioproductos FitoMas E y DIMABAC, tomando como testigo el 100 % fertilización nitrogenada recomendada para el cultivo del tomate. Los principales resultados muestran la inoculación con ambos bioproductos y el 70% de la fertilización nitrogenada (T2), así como el 100% de la fertilización recomendada para el cultivo (T7), incrementaron significativamente el contenido de nitrógeno y fósforo en las hojas de las plantas con relación al resto de los tratamientos evaluados, además se aprecia de manera general que el tratamiento T2 (DIMABAC y el FitoMas E más el 70 % de la fertilización nitrogenada), mostró un impacto beneficioso sobre las propiedades químicas del suelo, el rendimiento y sus componentes sin alterar las poblaciones de *A. chroococcum* y *B. subtilis*. Lo cual constituye una alternativa nutricional que permite reducir el 30 % de la fertilización nitrogenada en las producciones tomateras del país.

Palabras clave: Biofertilizantes, bioestimuladores, tomate.

Influence of the application Dimabac and Fitomas-E above tomato (*Solanum lycopersicum* L.) on field conditions.

ABSTRACT

The joint application of microbial biofertilizers and biostimulants chemical nature is the thematic even little studied. Its present studies is had the objective to evaluate the influence of the bioproducts DIMABAC and FitoMas E in the chemistry properties and populations of *Azotobacter chroococcum* and *Bacillus subtilis* in Typical red ferralitic soils. The variety "Vyta" of tomato was employed under

¹MSc. Yohandri Ruisánchez, Ortega Investigador Agregado del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", Mayabeque, Cuba. e-mail: yohandri@liliana.co.cu

²Instituto de Investigaciones en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), La Habana, Cuba.

field conditions during two campaigns 2009-2010 and 2010-2011. Were mounted seven treatments which consisted of the combination of different concentrations of nitrogen fertilization and bioproducts FitoMas E and DIMABAC taking witness 100 % recommended nitrogen fertilization of tomato crops. The main results show inoculation with both bioproducts and 70 % nitrogen fertilization (T2) and 100 % nitrogen fertilization of the recommended culture (T7), significantly increased the content of nitrogen and phosphorus in the leaves of plants relative to other treatments evaluated also generally appreciated that treatment T2 (FitoMas E and DIMABAC more 70 % nitrogen fertilization) showed a beneficial impact on soil chemical properties, yield and components without altering the populations of *A. chroococcum* and *B. subtilis*. This is a nutritional alternative that reduces 30 % of nitrogen fertilization on tomato production in the country.

Key words: Biofertilizers, bioestimulators, tomato.

INTRODUCCION

El uso indiscriminado de los tratamientos químicos y el mal manejo de los agroecosistemas, con el objetivo de incrementar los rendimientos agrícolas, han provocado cambios radicales en las condiciones de vida del sistema suelo, lo que trae como consecuencia la aceleración de los procesos de erosión de los mismos, la desertificación y la reducción de la biodiversidad (Morales, 2011).

Cuba no está exenta de estos impactos. Presenta un 71,23 % de la superficie de los suelos erosionados (López, 2008), sometidos a una gran antropogénesis tropical, como es el caso de los Ferralíticos Rojos de la llanura Habana-Matanzas, degradados fundamentalmente por su manejo inadecuado en las últimas cinco décadas (Hernández *et al.*, 2006).

Una agricultura sustentada ecológicamente puede ofrecer soluciones integrales para lograr un sistema alimentario sostenible

empleando técnicas de cultivo que permitan reducir estos efectos. Esta se caracteriza, entre otros, por el empleo de cobertura, abonos orgánicos, compostas, la rotación de cultivos, la labranza mínima y el control biológico de enfermedades. Incluye además el empleo de sustancias estimuladoras del crecimiento vegetal y microorganismos beneficiosos (Bach y Díaz, 2008; Funes – Monzote, 2009).

Entre los bioproductos empleados en Cuba, se encuentra el FitoMas E, bionutriente compuesto por una mezcla de sales minerales y sustancias bioquímicas de alta energía (aminoácidos, bases nitrogenadas, sacáridos y polisacáridos biológicamente activos) y el DIMABAC, biofertilizante compuesto por cepas seleccionadas de los microorganismos *Azotobacter chroococcum* (cepa INIFAT – 12) y *Bacillus subtilis* (cepa Bs-101). Los cuales son capaces de estimular el desarrollo y rendimiento de los cultivos, además de intervenir en la nutrición de las plantas. Varios

autores citan trabajos donde se han utilizado como alternativa de nutrición orgánica, con resultados positivos en algunos cultivos de importancia económica, al lograr sustituir total o parcialmente los fertilizantes químicos utilizados en la producción (Rodríguez, 2005; López *et al.*, 2006; Almenares, 2007).

El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) constituye una de las principales hortalizas cultivadas en Cuba. Representa el 35 % del volumen total de producción y el 30 % del área de siembra (ONE, 2011). Se considera además, que en los suelos Ferralíticos Rojos típicos, el nitrógeno es el macronutriente que más limita la productividad de esta hortaliza, además de estar sujeto a importantes pérdidas que traen como consecuencia la contaminación de todos los factores que componen el agroecosistema.

Teniendo en cuenta estos antecedentes el objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de los bioproductos DIMABAC y FitoMas E en las propiedades químicas y en las poblaciones de *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis* en un suelo Ferralítico Rojo típico.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó durante dos campañas (2009- 2010 y 2010 – 2011), en áreas del Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova " (IIHLD), ubicado en el municipio de Quivicán, al sur de la provincia de Mayabeque, Cuba, a 22^o 23' de longitud norte y 82^o 23' de latitud oeste, a una

altura sobre el nivel del mar de 68 m (IIHLD, 2013).

El material vegetal que se utilizó, fue el tomate variedad Vyta, proveniente del Programa de Mejoramiento Genético del IIHLD. Entre las principales características de este cultivar se encuentran: crecimiento determinado y compacto con un peso promedio de los frutos de 115 g y un rendimiento de 40 – 60 t/ha. Es resistente al Virus del encrespamiento amarillo de las hojas del tomate (TYLCV), *Fusarium oxysporum* y *Stemphylium spp.*, y cuenta con una buena adaptabilidad a las altas temperaturas (Gómez *et al.*, 2009).

Los experimentos se desarrollaron en condiciones de campo abierto. El cultivo se estableció en la misma área y durante los meses de octubre a febrero de cada campaña sobre un suelo Ferralítico Rojo típico (Hernández *et al.*, 2006). La producción de plántulas se realizó en cepellones, en una instalación modelo Tropical A-12, con una superficie de 180 m² cerrada totalmente con malla anti-insectos, en bandejas cubanas de poliestireno expandido con 247 alvéolos de 32,50 cm³ de volumen. Se utilizó como sustrato una mezcla de 75 % de humus de lombriz + 25 % de cascarilla de arroz, teniendo en cuenta los recursos locales disponibles durante la investigación.

Las posturas se trasplantaron a los 27 días después de la siembra. Se empleó un marco de plantación de 1,40 m x 0.30 m, para una densidad de 23 809 plantas/ha y las labores técnicas se efectuaron según lo establecido en el Instructivo Técnico del tomate (Cuba,

MINAG, 2009). La técnica de riego implementada fue el riego por gravedad. Entre ambas campañas el área se conservó en barbecho.

Para el análisis de suelo inicial se tomaron 20 sub-muestras antes del trasplante, con vistas a formar una muestra compuesta a una profundidad de 0 – 30 cm, eliminando previamente de la superficie los restos orgánicos y otros materiales. Para el conteo de los microorganismos implicados las

muestras de suelo se sembraron en medios de cultivo específicos para cada género mediante el Método de las diluciones seriadas. Para *Azotobacter* se empleó el medio Ashby y para *Bacillus* Agar Nutriente. En cada caso fueron enumeradas las colonias similares a las descritas en el Manual de Sistemática para Bacterias (Holt *et al.*, 2004). Las características químicas y el conteo de los microorganismos en el suelo aparecen en las Tablas 1 y 2, respectivamente.

Tabla 1: Características químicas del suelo al inicio de la investigación.

pH Agua	pH KCl	M.O. (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (mg /100 g)	K ⁺ (meq/100 g)	Mg ⁺⁺ (meq/100 g)	Ca ⁺⁺ (meq /100 g)
7,90	6,28	2,14	10	66,96	1,10	0,57	11,76

Técnicas analíticas utilizadas: pH: Potenciometría; M.O: Walkley – Black; N: Microkjedahl; P₂O₅: Colorimetría; K⁺: Fotometría de llamas; Ca⁺⁺ y Mg⁺⁺: Maslova (Cuba, MINAG, 1987).

Tabla 2: Conteo de microorganismos presentes en el suelo al inicio de la investigación.

Microorganismos	(LN UFC/g de suelo)
<i>Azotobacter</i> spp	13,49
<i>Bacillus</i> spp	12,43

Tratamientos y diseño experimental: Se estudiaron un total de siete tratamientos, utilizando como testigo el 100 % de la fertilización nitrogenada (100 kg N/ha) recomendada por Gómez *et al.* (2009) para el cultivo del tomate. Todas las variantes recibieron un fondo fijo de P₂O₅ y K₂O de 80 y 100 kg/ha respectivamente.

Los tratamientos estudiados se describen a continuación:

- T1: DIMABAC + FitoMas E + 50 % fert. N
- T2: DIMABAC + FitoMas E + 70 % fert. N
- T3: DIMABAC + 50 % fertilización N
- T4: DIMABAC + 70 % fertilización N
- T5: FitoMas E + 50 % fertilización N
- T6: FitoMas E + 70 % fertilización N
- T7: 100 % fertilización N

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, en parcelas de 15,40 m² (11 m de largo x 1.4 m de camellón) con un área de cálculo de 11,20 m². El momento del trasplante se aplicó la mitad del fertilizante nitrogenado más todo el fósforo y potasio a través del portador fórmula completa 9-13-17 y a los 35 días posteriores se aplicó el resto de la fertilización nitrogenada (¹/₂) aplicando el portador urea (46 %). El DIMABAC fue inoculado sobre el suelo y el FitoMas E fue asperjado por vía foliar, ambos bioproductos se aplicaron a razón de 2 L/ha en un volumen final de 200 L de agua utilizando una asperjadora de 16 L, con una capacidad de campo del 85 % en el suelo.

Indicadores evaluados:

Contenidos foliares de nitrógeno, fósforo y potasio (%): Para la determinación se tomaron muestras de la cuarta o la quinta hoja más desarrollada a partir del ápice de la planta a los 45 días del trasplante. Se utilizaron las técnicas analíticas siguientes microkjeldahl, colorimetría y fotometría de llama para determinar los elementos N, P y K, respectivamente (Cuba, MINAG, 1987).

Características químicas del suelo: Al finalizar cada cosecha se tomó una muestra de suelo a la profundidad de 0-30 cm en varios puntos de cada réplica y luego se homogenizaron las muestras formando una muestra única por réplica. Se realizaron las evaluaciones siguientes según Cuba, MINAG (1987): Materia orgánica (%) (Walkley –

Black); pH (Potenciometría); nitrógeno (%) (Microkjeldahl); fósforo (mg /100 g) (Colorimetría); potasio (mg /100 g) (Fotometría de llamas); calcio y magnesio (meq /100 g) (Maslova).

Conteo de microorganismos en el suelo: Al final de cada cosecha se tomó una muestra de suelo y raicillas de la zona rizosférica de las plantas, por cada réplica y luego se homogenizaron las muestras formando una muestra única.

Se utilizó el Método de Diluciones Seriadas (ISO 4833: 1991 e ISO 6887: 1993) para lo cual se partió de 10 g de la muestra de cada tratamiento, la cual fue diluida hasta alcanzar la concentración adecuada para el conteo. La siembra se realizó sobre Placas Petri de los medios Ashby para *Azotobacter* sp. y Agar Nutriente para *Bacillus* sp. Posteriormente fueron incubadas a una temperatura de 30 °C durante 72 horas para *Azotobacter* y 24 horas para *Bacillus*.

Número promedio de frutos por planta (u) y masa promedio de un fruto (g): Para la determinación se contaron los frutos de 11 plantas de la parcela experimental y se pesaron en una balanza técnica.

Rendimiento total (t/ha): Se calculó sobre la base de la masa de todos los frutos por parcela, luego se transformó en t/ha.

Procesamiento estadístico: Para el procesamiento estadístico de la información se realizaron, en cada campaña de estudio y variables evaluadas un Análisis de Varianza de clasificación doble, empleando el paquete estadístico Statgraphics versión 5.0 (USA

SGC, 2000). Se valoró el cumplimiento de los supuestos básicos del Análisis de Varianza; la normalidad mediante los estadígrafos de asimetría y de curtosis estandarizados y la homogeneidad de varianza por la dócima de Bartlett (Cochran y Cox, 1999).

Después de esta valoración se transformó la variable que no cumplió con estos supuestos; el número de frutos por planta (\sqrt{x}). Para las transformaciones de los datos se tuvieron en cuenta las recomendaciones dadas en el paquete estadístico utilizado. Posteriormente se corroboró el cumplimiento de la normalidad y la homogeneidad de varianza. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel de significación de 0,05 en los casos que fue necesario.

RESULTADOS Y DISCUSION

En el caso del estado nutricional de las plantas de tomate, las características químicas y el rendimiento, se tuvo en cuenta el valor promedio de ambas campañas (2009-2010 y 2010 -2011) en estudio para su análisis.

En la Tabla 3 se muestran los contenidos foliares de nitrógeno, fósforo y potasio por tratamiento en el cultivo del tomate. Silva (1989) y Bennett (1996) estiman rangos de suficiencia entre 3.00 – 5.00 %, 0.70 – 1.30 % y 3.16 – 6.00 % de nitrógeno, fósforo y potasio foliar respectivamente para el tomate a campo abierto, valores que se corresponden con los encontrados en el presente estudio.

Tabla 3: Efecto del DIMABAC y el FitoMas E sobre el estado nutricional de la planta (valor promedio de dos campañas).

Tratamientos	N (%)	P (%)	K (%)
T1	3,80 b	0,87 b	3.98
T2	4,10 a	0,96 a	3,99
T3	3,54 c	0,66 c	3.96
T4	3,37 e	0,83 b	3.98
T5	3,52 c	0,66 c	3.97
T6	3,52 c	0,67 c	3.96
T7	4,00 a	0,95 a	3,99
EsX	0,057 *	0,028 *	0,110 ^{NS}
CV (%)	7,10	16,05	8,24

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí para la prueba de tukey $P \leq 0,05$.

T1: DIMABAC + FitoMas E + 50 % fertilización N; T2: DIMABAC + FitoMas E + 70 % fertilización N; T3: DIMABAC + 50 % fertilización N; T4: DIMABAC + 70 % fertilización N; T5: FitoMas E + 50 % fertilización N; T6: FitoMas E + 70 % fertilización N y T7: 100 % fertilización N.

Los resultados obtenidos con la combinación DIMABAC + FitoMas E + 70 % de la fertilización nitrogenada (T2), en cuanto a estado nutricional avalan los efectos beneficiosos logrados en el crecimiento vegetal y en la producción del cultivo y aunque el nitrógeno es el principal elemento traslocado por *A. chroococcum* (Martínez *et al.*, 2007), es importante también el papel decisivo que desempeñan *B. subtilis* y FitoMas E en la absorción de macro y micro elementos, así como en la liberación de fitohormonas (Bach *et al.*, 2008; Brito *et al.*, 2008 y Armenta *et al.*, 2009). En el caso del fósforo es de destacar además el papel del

género *Bacillus* en la solubilización de este macroelemento en el suelo según lo planteado por Armenta *et al.* (2009), así como también debemos tener en cuenta la influencia del FitoMas E en la estimulación vegetal, lo cual permite que las plantas segreguen un mayor número de sustancias azucaradas aumentando la actividad bacteriana en la rizosfera (Brito *et al.*, 2008).

Los resultados obtenidos en las características químicas del suelo se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4: Influencia del DIMABAC y el FitoMas E sobre las propiedades químicas del suelo (valor promedio de dos campañas).

Tratamientos	pH Agua	pH KCl	M.O (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (mg /100 g)	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺
							(meq /100 g)	
T1	7.99	6.37	3.34 a	17 a	81.22 c	0.92	0.75	11.97
T2	7.87	6.39	3.43 a	17 a	93.99 a	1.22	0.80	11.75
T3	8.01	6.46	3.15 a	16 a	83.30 bc	1.02	0.68	11.59
T4	7.89	6.19	3.17 a	16 a	80.95 c	0.96	0.72	12.32
T5	7.62	6.08	2.69 bc	13 b	87.47 b	1.12	0.83	11.73
T6	7.82	6.30	2.42 c	12 b	87.09 b	1.00	0.71	12.19
T7	7.97	6.26	2.85 b	14 ab	85.56 b	0.93	0.87	12.15
EsX	0,032 ^{NS}	0,026 ^{NS}	0,086 *	0,410 *	0,930 *	0,023 ^{NS}	0,014 ^{NS}	0,490 ^{NS}
CV (%)	1,88	1,94	11,56	12, 64	4,99	10,55	8,16	10,13

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí para la prueba de tukey P≤0,05.

T1: DIMABAC + FitoMas E + 50 % fertilización N; T2: DIMABAC + FitoMas E + 70 % fertilización N; T3: DIMABAC + 50 % fertilización N; T4: DIMABAC + 70 % fertilización N; T5: FitoMas E + 50 % fertilización N; T6: FitoMas E + 70 % fertilización N y T7: 100 % fertilización N.

En relación al pH, se observa que la aplicación de los bioproductos no alteró el mismo, se encuentra entre los rangos establecidos para el buen desarrollo de las bacterias en estudio, resultados que coinciden con los obtenidos por Martínez *et al.* (2007), quienes refieren que las bacterias de vida libre, son más abundantes en suelos con pH neutro y alcalino. Con respecto al contenido de potasio, calcio y magnesio no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

Por otra parte, el porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno (Tabla 4) fue ascendente durante el período evaluado para todos los tratamientos estudiados con respecto al valor inicial del suelo, 2.14 % y 10 % respectivamente, siendo los de mejores resultados los tratamientos 1 (DIMABAC + FitoMas E + 50 % fertilización N), 2 (DIMABAC + FitoMas E + 70 % fertilización N), 3 (DIMABAC + 50 % fertilización N) y 4 (DIMABAC + 70 % fertilización N), superando estadísticamente al resto de las variantes estudiadas. Al parecer la inoculación de DIMABAC, independientemente de las combinaciones estudiadas, estimula la remoción del nitrógeno a partir de la materia orgánica presente en el suelo debido a la contribución sobre todo, de la cepa de *Bacillus* implicada, pues la aplicación sola de FitoMas E no incrementó estos indicadores de suelo con relación a la variante testigo.

El contenido de fósforo (Tabla 4) al igual que la materia orgánica y el nitrógeno tuvo un comportamiento ascendente durante el

período evaluado para todos los tratamientos estudiados con respecto al valor inicial del suelo (66.96 mg/100g), siendo el tratamiento 2 (DIMABAC + FitoMas E + 70 % fertilización N) el que alcanzó los mayores resultados, con relación al resto de las variantes, lo que puede deberse al efecto sinérgico de los metabolitos secretados por ambos productos, unido al incremento de la fertilidad del cultivo.

La información disponible acerca del efecto de los bioproductos en las propiedades del suelo es limitada, aspectos en los cuales se hace necesario profundizar. No obstante, Lo anterior puede estar dado por la acción de *A. chroococcum*, del cual es conocido su potencial para reducir el nitrógeno atmosférico, poniéndolo a disposición de las plantas, disminuyendo de esta manera la extracción del nitrógeno del suelo. A su vez la acción conjunta de ambas bacterias *A. chroococcum* y *B. subtilis* más el FitoMas E, pueden haber influido sobre el porcentaje de materia orgánica, con el aporte de sustancias bioestimuladoras tales como carbohidratos, aminoácidos, ácidos alifáticos y proteínas (Martínez *et al.*, 2007; Montano *et al.*, 2007). Por otra parte, Pérez (1998) plantea que varios estudios han demostrado que aunque la sobrevivencia de estas bacterias en el suelo es efímera, la acción que producen en su corto ciclo de vida deja una gran cantidad de exudados, azúcares, vitaminas, aminoácidos y otras sustancias en la rizosfera, así como las mismas células bacterianas, que constituyen una fuente de materia orgánica activa y

pueden enriquecer el sustrato en ese componente.

Lo anterior demuestra las complejas interacciones que pueden suceder en el sistema suelo-planta-ambiente y pone de manifiesto la necesidad de profundizar en estudios referentes al impacto de los bioproductos en este.

Las poblaciones de *Azotobacter* sp y *Bacillus* sp (Tabla 5) fueron adecuadas para un suelo Ferralítico Rojo típico en los tratamientos evaluados, mostrando un comportamiento ascendente con respecto a las poblaciones al inicio del estudio, LN de $7,2 \times 10^5$ y $2,5 \times 10^5$ UFC/g respectivamente.

Tabla 5: Efecto del DIMABAC y el FitoMas E sobre la colonización de *A. chroococcum* y *B. subtilis*.

Tratamientos	<i>A. chroococcum</i> (UFC/g)		<i>B. subtilis</i> (UFC/g)	
	2009-2010	2010-2011	2009-2010	2010-2011
T1	14,85	14,91	14,65	15,32
T2	14,95	15,25	14,88	15,36
T3	12,68	14,65	13,91	15,25
T4	12,43	14,98	12,95	14,77
T5	12,74	12,61	12,99	14,29
T6	14,60	14,85	12,61	13,94
T7	12,92	12,99	11,51	12,69

T1: DIMABAC + FitoMas E + 50 % fertilización N; T2: DIMABAC + FitoMas E + 70 % fertilización N; T3: DIMABAC + 50 % fertilización N; T4: DIMABAC + 70 % fertilización N; T5: FitoMas E + 50 % fertilización N; T6: FitoMas E + 70 % fertilización N y T7: 100 % fertilización N.

En este sentido Martínez *et al.* (1985), plantean que estos microorganismos están presentes de manera natural en los suelos cubanos en el orden de 10^4 a 10^5 UFC/g de suelo. Estos autores indican además que el comportamiento lógico es que aumenten las poblaciones a órdenes superiores a 10^8 UFC/g de suelo inmediatamente después de la inoculación. Posteriormente, debido a las extracciones de nutrientes y una vez

concluido el ciclo del cultivo, momento en el que cesa la segregación de los exudados radicales, estas poblaciones deben descender a niveles normales de suelo.

Los resultados obtenidos en cuanto al número de frutos/planta, masa promedio de los frutos y el rendimiento se observan en la Tabla 6. Se muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el número de frutos/planta.

El T1 (DIMABAC + FitoMas E + 50 % fertilización N), T2 (DIMABAC + FitoMas E + 70 % fertilización N), T4 (DIMABAC + 70 % fertilización N) y T7 (100 % fertilización N) fueron los que manifestaron los mayores resultados en la estimulación de este indicador, superando al resto de las variantes estudiadas.

Con respecto a la masa promedio de los frutos y el rendimiento los mejores resultados se alcanzaron con la inoculación con DIMABAC y el bioestimulante FitoMas E más el 70 % de la fertilización nitrogenada (T2) mostrando una diferencia estadísticamente superior respecto al resto de los tratamientos evaluados.

Tabla 6: Efecto del DIMABAC y el FitoMas E sobre el rendimiento y sus componentes del tomate (valor promedio de dos campañas).

Tratamientos	Número de frutos/planta (u)	Masa promedio de los frutos (g)	Rendimiento (t/ha)
T1	36 a	108,28 b	29,52 b
T2	39 a	111,5 a	33,23 a
T3	34 b	106,65 c	26,86 c
T4	36,5 a	107 c	29,52 b
T5	35,5 b	106,98 c	29,96 b
T6	35 b	108,6 b	30,61 b
T7	37,5 a	112,435 a	32,77 a
EsX	0,324 *	0,627 **	0,44*
CV (%)	5,48	11,79	6,74

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren entre sí para la prueba de Tukey $P \leq 0,05$. T1: DIMABAC + FitoMas E + 50 % fertilización N; T2: DIMABAC + FitoMas E + 70 % fertilización N; T3: DIMABAC + 50 % fertilización N; T4: DIMABAC + 70 % fertilización N; T5: FitoMas E + 50 % fertilización N; T6: FitoMas E + 70 % fertilización N y T7: 100 % fertilización N.

De manera general los resultados obtenidos en cuanto al rendimiento y sus componentes pueden atribuirse, a la inoculación con el biofertilizante mixto a base de *A. chroococcum* y *B. subtilis* (DIMABAC) y estimulado con FitoMas E, que son capaces de aportar sustancias estimuladoras del crecimiento de

los tipos: auxinas, citoquininas, etileno, giberelinas y ácido abscísico, así como a la capacidad de aportar nutrientes orgánicos e inorgánicos, como nitrógeno, fósforo, calcio, cobre, molibdeno, magnesio, zinc, hierro y otros.

Estas sustancias intervienen positivamente en la estimulación del cultivo, así como en el aumento del número y masa de los frutos, induciendo de esta manera un incremento de la producción por planta y del rendimiento total (Montano *et al.*, 2007; Ruiz, 2009; Morales *et al.*, 2011).

La presente investigación sustenta desde el punto de vista científico y técnico utilizar la inoculación con DIMABAC y el bioestimulante FitoMas E más el 70 % de la fertilización nitrogenada (T2) como propuesta en los programas de fertilización del tomate en condiciones de campo abierto, lo cual permite elevar la eficiencia de la fertilización nitrogenada y disminuir su impacto negativo sobre el medio ambiente.

CONCLUSIONES

- La inoculación con DIMABAC más el FitoMas E y el 70 % de la fertilización nitrogenada mostró una influencia positiva en el estado nutricional de las plantas, elevando los contenidos de Nitrógeno y fósforo, así como en el rendimiento del cultivo.
- La inoculación con DIMABAC más el FitoMas E y el 70 % de la fertilización nitrogenada permitió compatibilizar un mayor porcentaje de materia orgánica y de nitrógeno con contenidos superiores de fósforo en el suelo, sin alterar los niveles poblacionales de *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almenares, R. (2007): Evaluación del efecto bioestimulante del FitoMas E en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) variedad F1 Grano 2000. Tesis (Diploma) - UNAH, La Habana, Cuba, 22-29p.
- Armenta, D.; Airola V.; Apodaca, A. (2009): Selección de aislados nativos de *Bacillus subtilis* para la producción de plántulas de tomate en Sinaloa. En: Primer Simposium Internacional de Agricultura Ecológica. INIFAP. Cd. Obregón, Sonora, México., 252-256p.
- Bach, A. T.; Díaz, M. (2008): Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) en la agricultura. Agricultura Orgánica, 3:35-38.
- Bennett, F. (1996): Nutrient, deficiencies and toxicities in crop plants. USA: American Phytopathological Society, 202p.
- Cochran, W.; Cox, G. M. (1999): Diseños experimentales. México: Ed. Trillas, 661p.
- Cuba. MINAG. NRAG 837-87 (1987): Análisis químico de suelos. Reglas generales. C. Habana: MINAG.
- Cuba. MINAG. (2009): Instructivo técnico del cultivo del tomate. La Hab.: CIDA, 21p.
- Dibut, A. B. (2005): Biofertilizantes como insumos en Agricultura Sostenible. Ed: HUMIWORM S.R.P. de R. L. Méx., 108 p.
- Funes-Mozonte, F. (2009): Agricultura con futuro. La alternativa agroecológica para Cuba. Ed: Indio Hatuey, 16-18p.

- Gómez, O.; Casanova, A.; Cardoza, H.; Piñeiro, F.; Hernández, J.; Murguido, C.; Fundora, M.; Hernández, A. (2009): Guía técnica para la producción de tomate. 1ra. Ed., La Habana, Cuba: Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”, 20p.
- Hernández, A.; Ascanio, M. O.; Morales, M. (2006): Correlación de la nueva versión de Clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y Nacionales. En: VI Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del suelo (16:2006 marzo 8–10, La Habana). Memorias. CD-ROM. Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo, ISBN 959–7023–35–0.
- Holt, J; Krieg, N; Sneath, P; Staley, J and Williams, S. (2004): “The genus *Bacillus*”. In: “Bergey’s Manual of Determinative Bacteriology”. Ten ed. (2nd), 751-778 pp. IHLHD. Memorias 40 Aniversario. Mayabeque, Cuba, 2013, 18p.
- ISO 4833: 1991 (E). Microbiology-general guidance for the enumeration of microorganism-colony count technique at 30°C, 1991, 47 p.
- ISO 6887: 1993 (E). International Standard. Microbiologically-General guidance for the preparation of dilutions for microbiology examination, 64 p.
- López, A. (2008): Medidas para el desarrollo de la agricultura en Cuba. Ciudad de La Habana: MINAG, 52p.
- López, R.; Montano, R.; Lobaina, J.; Montoya, A.; Coll, O. (2006): Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de Fitomas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. En: Memorias XV Congreso científico INCA.
- Martínez, A; I. Chang; I. Alemán (1985): Caracterización biológica de los principales suelos de Cuba. IV. Fijadores Asimbióticos de N atmosférico. Ciencias de la Agricultura, 25:77-86
- Martínez, V. R.; López, M.; Dibut, A.; Parra, Z.; Rodríguez, J. (2007): La fijación biológica del nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. Ed: MAT Caracas-Venezuela, 172 p.
- Montano, R.; Villa, P.; López, R.; Morejon, E. (2007): FitoMas E. Estimulante de estimulantes. En: Memorias de XI Jornada Científica del INIFAT, 21p.
- Morales, M. Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. 2011. (Procuraduría agraria). Disponible En: ww.pa.gob.mx/publica/rev_36/Marcel%20Morales%20Ibarra.pdf [Consulta: Julio 23 2011].
- ONE (2011): Cuba en cifras. En: (CD-ROM). Oficinas Nacional Estadística. Ciudad de la Habana.
- Pérez, D. (1998): Alternativas nutricionales para mantener la fertilidad de los sustratos en Organopónicos. En: Libro Resumen, IX

Seminario Científico INCA, La Habana, Cuba, 209p.

Rodríguez, P. (2005): Influencia de la biofertilización en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill), (Ciencia PC). Disponible: <http://www.santiago.cu/cienciapc/numeros/2005/3/articulo03.htm> [Consulta: Octubre 19 2010].

Ruiz, J. (2009): Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. *Cultivos Tropicales*, 30(3):60-64.

Silva, A. (1989): Disturbios nutricionales en tomate exceso y deficiencia de nutrientes perjudican al cultivo. *Agropecuaria Cartarinense*, 2(2):41-46.

USA, SGC (Statistical Graphics Corporation). (2000): *Statgraphics Plus for Windows: Version 5,0*.

Fecha recibido: 29 de agosto de 2013.

Fecha aceptado: 9 de julio de 2014.