

EVALUACIÓN DE LOS BIOPRODUCTOS DIMABAC Y FITOMAS E EN EL CULTIVO DEL TOMATE

EVALUATION OF BIOPRODUCTS FITOMAS E AND DIMABAC IN THE TOMATO CROP

Yohandri Ruisánchez^{1*}; María I. Hernández¹ y Janet Rodríguez²

Recibido para publicación: Febrero 22 de 2013 - Aceptado para publicación: Abril 22 de 2013

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de los bioproductos DIMABAC y FitoMas E en el cultivo del tomate en las condiciones de suelo ferralítico rojo típico (Oxisol). La investigación se realizó en el Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), Cuba, durante dos campañas (2009 – 2010 y 2010 – 2011). Se estudiaron siete tratamientos que consistieron en la combinación de DIMABAC y FitoMas E con dos niveles de fertilización nitrogenada recomendada para el cultivo del tomate, los cuales se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, donde se evaluaron indicadores de desarrollo vegetativo, morfológicos y productivos. Los mejores resultados en cuanto a crecimiento y producción correspondió al tratamiento inoculado con DIMABAC y el bioestimulante FitoMas E más el 70% del nitrógeno, lo cual permite reducir en un 30% la fertilización nitrogenada, constituyéndose en una alternativa de manejo de la nutrición mineral del cultivo del tomate.

Palabras Clave: bioproductos, tomate, bioestimulante.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of bioproducts DIMABAC and FitoMas E on the cultivation of tomato in Red Ferralitic soil conditions. The research was conducted at the "Liliana Dimitrova" Horticultural Research Institute (IIHLD), Cuba, during two seasons (2009 – 2010 and 2010 – 2011). Seven treatments, including the combination of DIMABAC and FitoMas E with two levels of nitrogen fertilization, were distributed with a randomized block design with three replicates, vegetative growth, morphological and production were evaluated. DIMABAC and biostimulant FitoMas E plus 70% of nitrogen fertilizer induced the highest values of vegetative growth, morphology and production, N supply was reduced by 30% thereby constituting an alternative for the mineral nutrition management of tomato cultivation.

Key words: bioproducts, tomatoes, biostimulant.

¹Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova". Quivicán, Mayabeque, Cuba. Email: m.cultivo3@liliana.co.cu Tel: (53) 52 46 46 41, Nacionalidad: Cubana, Master en agroecología y desarrollo sostenible.

²Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical. Santiago de las Vegas, La Habana, Cuba

INTRODUCCIÓN

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 consecuencias la tendencia al desequilibrio ecológico del medio y la contaminación de las aguas y los alimentos (Morales 2011). Cuba no está exenta de estos impactos, presenta un 71,23% de la superficie de los suelos erosionados (López 2008), sometidos a un gran impacto antropogénico especialmente cambios en el uso del suelo, fertilización excesiva y de otros insumos químicos, 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).

Por otra parte, el impacto ambiental causado por el uso excesivo de los fertilizantes nitrogenados puede resumirse de la siguiente manera: una cantidad significativa de este abonado termina como amonio y óxidos de nitrógeno en el aire donde, además de deteriorar la capa de ozono, contribuyen al incremento del efecto invernadero, los excesos de nitrógeno pueden infiltrarse en las aguas subterráneas o ser arrastrados. Esta sobrecarga de nutrientes provoca la eutrofización de lagos, embalses y estanques y da lugar a una explosión de algas que suprimen otras plantas y animales acuáticos. Por último la presencia de altos niveles de nitratos en los productos agrícolas constituye una importante fuente de toxicidad para el hombre al sobrepasar los límites críticos permisibles establecidos por la

Organización Mundial de la Salud (Martínez et al. 2007).

Una agricultura sustentada ecológicamente puede ofrecer soluciones integrales para lograr un sistema alimentario sostenible empleando técnicas de cultivo que permitan reducir estas consecuencias (Bach y Díaz 2008). Esta se caracteriza, entre otros, por el empleo de bionutrientes y biofertilizantes (Arteaga et al. 2006).

Entre los bioproductos empleados en Cuba, se encuentra el DIMABAC, biofertilizante compuesto por cepas seleccionadas de los microorganismos *Azotobacter chroococcum* (cepa INIFAT - 12) y *Bacillus subtilis* (cepa Bs-101) y 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), los cuales son capaces de estimular el desarrollo y rendimiento de los cultivos (zanahoria, ají chay, pepino, boniato), además de intervenir en la nutrición de las plantas, ya que las bacterias pertenecientes al género *Azotobacter* poseen un complejo enzimático (nitrogenasa) capaz de reducir el nitrógeno atmosférico a amonio que puede ser asimilado por las plantas. Estas bacterias son capaces de fijar de 20 a 30 kg de nitrógeno/ha/año (López et al. 2006; Pérez 2005; Rodríguez 2005; Martínez et al. 2007; Rodríguez et al. 2008).

El cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) constituye una de las principales hortalizas cultivadas en Cuba, representa el 39% del volumen total de producción y el 34% del área de siembra (ONE 2012). Se consideró 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 (lixiviación y desprendimiento de óxido nitroso) que traen como consecuencia la contaminación de todos los factores que componen el agroecosistema.

Teniendo en cuenta estos antecedentes y la importancia socioeconómica del cultivo del tomate en Cuba se plantea en este trabajo el uso de los bioproductos DIMABAC y Fitomas E como una alternativa de la reducción de fertilizantes nitrogenados en el cultivo del tomate en las condiciones de un suelo ferralítico rojo típico de la llanura Habana - Matanzas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó durante los meses de septiembre a febrero 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° 23' de latitud norte y 82° 23' de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 68 m (IIHLD 1997).

Los experimentos se desarrollaron en condiciones de campo abierto, sobre un suelo ferralítico rojo típico (Hernández et al. 2006), de textura arcillosa, con pH ligeramente alcalino (7,20 por Potenciometría), bajo contenido de nitrógeno (10% por Mikrokjedahl) altos contenidos de fósforo (66,96 mg en 100 g de suelo por Oniani) y potasio (1,10 meq en 100 g de suelo por Oniani) y materia orgánica baja (2,14% por Walkey-Black) (Cuba-Ministerio de la Agricultura 1987).

Los experimentos se establecieron con la

variedad Vyta, la cual fue trasplantada 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⁻¹ y las labores técnicas se efectuaron según lo establecido en el instructivo técnico del tomate (MINAG 2009).

Se evaluaron siete tratamientos; 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 (100 kg ha⁻¹). Todas las variantes recibieron un fondo fijo de P₂O₅ y K₂O de 80 y 100 kg ha⁻¹ respectivamente.

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño de bloques al azar con tres réplicas, para un total de 21 parcelas de 15,40 m² (11 m de largo x 1,4 m de camellón) con un área de cálculo de 11,20 m² por parcela. El DIMABAC fue inoculado inmediatamente después del trasplante sobre el suelo y el Fitomas E fue asperjado por vía foliar a los 15 días después del trasplante, ambos bioproductos se aplicaron a razón de 2 L ha⁻¹ en un volumen final de 200 L de agua utilizando una asperjadora de 16 L.

En los dos experimentos efectuados (se presentan los valores promedios de dos años de estudio) se evaluaron los siguientes indicadores: longitud y diámetro basal del tallo principal (cm), razón de peso foliar (RPF) (hojas + tallo), razón de peso radical (RPR) (raíz), para el estudio de estos indicadores se tomaron 45 plantas por tratamientos a los 20, 40 y 60 días después del trasplante (ddt). La RPF y RPR (g g⁻¹) se calculó según lo descrito por Bertsch

(1995): RPF = PS Foliar/ PS Total de la planta, RPR = PS Radical/PS total de la planta donde PS = Peso seco. El número promedio de frutos por planta (u) y peso promedio de un fruto (g), se calculó al final de cada cosecha teniendo en cuenta 45 plantas por tratamientos, en el caso del rendimiento total (t ha⁻¹) se calculó en base del peso de todos los frutos por parcela, luego se transformó en t ha⁻¹.

Para el procesamiento estadístico de la información se realizó un análisis de varianza de clasificación simple. Las medias se compararon mediante la prueba de Tukey con un nivel de significación de 5% en los casos que fue necesario. Se empleó el paquete estadístico Statgraphics versión 5.0 (USA SGC 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se aprecia que a los 40 días después del trasplante ddt no existen diferencias estadísticas entre los tratamientos en cuanto a la longitud del tallo principal;

sin embargo, a los 60 ddt si hubo diferencias significativas entre ellos. Las plantas tratadas con DIMABAC más Fitomas E y el 50% de la fertilización nitrogenada (T1) y las tratadas con DIMABAC más Fitomas E y el 70% de la fertilización nitrogenada (T2) presentaron la mayor longitud del tallo principal.

Con respecto al diámetro del tallo se puede distinguir que al igual que la variable longitud del tallo principal (Tabla 1), no se encontraron diferencias significativas en los primeros 40 ddt para el diámetro del tallo y si a los 60 ddt. Los mayores valores correspondieron a T1, T2, T4, T5 y T6 estos tratamientos superaron a T3 y T7.

Los resultados obtenidos en la RPF y RPR se aprecian en el Tabla 2, donde la RPF fue aumentando a medida que transcurría el ciclo del cultivo en todos los tratamientos. Los mayores índices a los 20 ddt lo manifestaron los tratamientos T2 y T7. Sin embargo en el resto de las evaluaciones, a los 40 y 60 ddt, T2 mantuvo índices superiores de RPF. En cuanto

Tabla 1. Efecto del DIMABAC y el Fitomas E sobre la longitud y el diámetro del tallo principal de la planta de tomate.

Tratamientos	Longitud del tallo (cm)			Diámetro del tallo (cm)		
	20 ddt	40 ddt	60 ddt	20 ddt	40 ddt	60 ddt
T1	21,47	54,30	65,60 ab	5,20	10,89	11,92 ab
T2	22,20	55,53	66,40 a	5,33	10,97	12,20 a
T3	21,60	55,90	64,20 b	5,30	10,90	11,77 b
T4	21,70	56,30	64,70 b	5,27	10,93	12,07 a
T5	20,93	56,53	64,37 b	5,15	10,76	12,07 a
T6	21,30	56,20	64,73 b	5,27	10,73	11,93 ab
T7	21,40	56,20	64,83 b	5,10	10,73	11,77 b
EsX	0,070 ^{NS}	0,150 ^{NS}	0,130 [*]	0,070 ^{NS}	0,020 ^{NS}	0,030 [*]
CV (%)	9,68	11,28	10,92	11,52	10,88	11,28

^{NS}No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos; ^{*} Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para P≤0,05; CV = coeficiente de variación; EsX = Error estándar de la media.

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; ddt: días después del trasplante.

Tabla 2. Efecto del DIMABAC y el Fitomas E sobre la razón de peso foliar y razón de peso radical en el tomate.

Tratamientos	Razón de Peso Foliar (g g ⁻¹)			Razón de Peso Radical (g g ⁻¹)		
	20 ddt	40 ddt	60 ddt	20 ddt	40 ddt	60 ddt
T1	0,43 d	0,53 d	0,67 d	0,30 a	0,09	0,09
T2	0,55 a	0,72 a	0,91 a	0,26 a	0,07	0,07
T3	0,49 b	0,67 b	0,86 b	0,24 ab	0,07	0,07
T4	0,48 c	0,58 c	0,67 c	0,28 a	0,09	0,09
T5	0,42 e	0,67 b	0,86 b	0,29 a	0,07	0,07
T6	0,49 b	0,67 b	0,87 b	0,27 a	0,07	0,07
T7	0,55 a	0,67 b	0,86 b	0,20 b	0,06	0,06
EsX	0,016*	0,060**	0,090*	0,003**	0,002 ^{NS}	0,002 ^{NS}
CV (%)	9,97	9,61	11,66	12,27	17,50	17,52

^{NS} No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. * y ** Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente; CV = coeficiente de variación; EsX = Error estándar de la media; 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; ddt: días después del trasplante.

a la RPR, el mejor comportamiento a los 20 ddt correspondió a los tratamientos que recibieron la biofertilización y la biostimulación, estos superaron estadísticamente a la variante testigo a excepción de T3.

De manera general, el mejor comportamiento en cuanto a las variables evaluadas anteriormente correspondió al T2. Los resultados obtenidos con estos bioproductos en el cultivo del tomate como fertilización complementaria benefician el desarrollo vegetativo. Lo anterior representa una alternativa para disminuir el impacto negativo de la fertilización nitrogenada sobre el suelo. En este sentido, Faustino (2006), encontró que la altura de las plantas aumentaba significativamente con el incremento de la dosis de fertilizante y la bioestimulación con Fitomas E, mientras que Brito et al. (2008) demostraron que el Fitomas E influye positivamente en la concentración en el suelo de *A. chroococcum* y del género *Bacillus* y que la actividad de los mismos incrementa el crecimiento vegetal del tomate, variedad INIFAT- 28, cultivado en macetas con suelo ferralítico rojo. Los

efectos positivos de DIMABAC y Fitomas E pueden potenciarse a partir de su aplicación conjunta según se muestran en los resultados obtenidos, con la consiguiente reducción de la fertilización nitrogenada.

Los resultados obtenidos en cuanto al número de frutos/planta, peso promedio de los frutos y el rendimiento se observan en el Tabla 3, mostrando diferencias altamente significativas entre los tratamientos para el número de frutos/planta. El T1, T2, T4 y T7 fueron los que manifestaron los mayores resultados en la estimulación de este indicador, superando al resto de los tratamientos estudiados.

Con respecto a la masa promedio de los frutos y el rendimiento los mejores resultados se alcanzaron con DIMABAC y el bioestimulante Fitomas E más el 70% de la fertilización nitrogenada (T2) mostrando una diferencia estadísticamente superiores al resto de los tratamientos evaluados. Los resultados obtenidos concuerdan con los obtenidos por Morales (2011) quien reportó un aumento

Tabla 3. Efecto del DIMABAC y el Fitomas E sobre componentes de rendimientos del tomate.

Tratamientos	Número de frutos/planta (u)	Peso promedio de los frutos (g)	Rendimiento (t ha ⁻¹)
T1	36,00 a	108,28 b	29,52 b
T2	39,00 a	111,50 a	33,23 a
T3	34,00 b	106,65 c	26,86 c
T4	36,50 a	107,00 c	29,52 b
T5	35,50 b	106,98 c	29,96 b
T6	35,00 b	108,60 b	30,61 b
T7	37,50 a	112,43 a	32,77 a
EsX	0,324 *	0,627 **	0,44*
CV (%)	5,48	11,79	6,74

^{NS} No se mostraron diferencias significativas entre los tratamientos. * y **: Existieron diferencias significativas entre los tratamientos para $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$ respectivamente; CV = coeficiente de variación; EsX = Error estándar de la media; u = unidad; 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; ddt: días después del trasplante.

entre un 29,93-50,52% en los rendimientos de la variedad IS CAB-10 con el uso de diferentes dosis de *A. chroococcum* y la reducción de un 20% de la fertilización química. En cuanto al efecto del Fitomas E en el cultivo del tomate, López et al. (2006), encontraron en la variedad Amalia, que su aplicación superó a la fertilización química, estimulando todos los indicadores productivos evaluados entre ellos: el número de ramificaciones, el número de flores, el número de frutos y el rendimiento.

Los resultados obtenidos en cuanto a rendimiento y sus componentes reafirman el potencial que ofrece el uso combinado de los bioproductos DIMABAC y Fitomas E, en la fertilización complementaria del tomate, capaz de estimular la productividad del cultivo con una reducción del 30% del fertilizante nitrogenado recomendado. Lo anterior pudo estar dada por la potencialidad que tiene la rizobacteria *A. chroococcum* de complementar la nutrición nitrogenada, debido a la capacidad que posee este microorganismo de fijar el nitrógeno y

suministrarlo a la planta a través de la fijación biológica (Martínez et al. 2007). Por otra parte, la fijación biológica del N atmosférico no es el único mecanismo que justifica los efectos positivos de este bioproducto. La inoculación mixta de *A. chroococcum* y *B. subtilis* así como la aplicación de Fitomas E, pueden producir un número importante de fitohormonas (AIA ácido indol butírico y ácido 4 cloroindolacético) que estimulan el desarrollo radical y como consecuencia la absorción del agua y de los nutrientes minerales, aspectos a considerar en la promoción del crecimiento vegetal, así como la acción específica de las auxinas y hormonas vegetales que aportan estos bioproductos y que intervienen directamente en la elongación y división celular (Montano 2008).

CONCLUSIONES

El uso de DIMABAC y Fitomas E en plantas de tomate permitió reducir en un 30% la fertilización nitrogenada recomendada para este cultivo en suelos ferralítico rojo típico,

bajo las condiciones de la llanura Habana-Matanzas, Cuba, constituyéndose en una alternativa del manejo nutricional del cultivo de tomate.

REFERENCIAS

- Arteaga, M., Garcés, N., Guridi, F., Pino, J., Caro, I., Bernardo, O., Calzadilla, J., Mesa, S., López, A., Ruisánchez, Y., Menéndez, J. y Cartaza, O. 2006.** Respuestas del tomate Amalia a las aplicaciones de humus líquido en condiciones de producción. *Cultivos tropicales* 32:7-12.
- Bach, A. T. y Díaz, M. 2008.** Las Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (PGPR) en la agricultura. *Agricultura Orgánica* 3:35-38.
- Bertsch, F. 1995.** La Fertilidad de los suelos y su manejo. Asociación Costarricense de la ciencia del suelo, Costa Rica, p12-13.
- Brito, A., Dibut, B., Arozarena, N., Ríos, Y., Croche, G., Fernández, J., Ramos, H., Creagh, B. y Ortega, M. 2008.** Influencia del bioestimulante FitoMas E sobre la concentración y efecto de microorganismos rizosféricos de interés agrícola. www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia_05_2008/agrot2006-1/5.pdf [23 Julio 2009].
- CUBA. MINISTERIO DE LA AGRICULTURA. 1987.** Norma ramal MINAG837-87: análisis químico de suelos: reglas generales. Ciudad de la Habana: Agrinfor, 26p.
- Faustino, E. 2006.** Contribución del FitoMas E a la sostenibilidad de la finca Asunción de la CCS "Nelson Fernández". Tesis de ingeniero agrónomo, UNAH, La Habana, Cuba.
- Hernández, A., Ascanio, M. O. y Morales, M. 2006.** Correlación de la nueva versión de Clasificación genética de los suelos de Cuba con las clasificaciones internacionales y Nacionales. *Memorias VI Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del suelo*, La Habana, Cuba, marzo 2006, p8-10.
- IHLD. 1997.** *Memorias 25 Aniversario*. La Habana, Cuba, p98.
- López, A. 2008.** Medidas para el desarrollo de la agricultura en Cuba. Ciudad de La Habana: MINAG, p52.
- López, R., Montano, R., Lobaina, J., Montoya, A. y Coll, O. 2006.** Comportamiento de plantas hortícolas con diferentes dosis de Fitomas E en condiciones edafoclimáticas de Guantánamo. *Memorias XV Congreso científico INCA*, La Habana, Cuba, p12-14.
- Martínez, V.R., López, M., Dibut, A., Parra, Z. y Rodríguez, J. 2007.** La fijación biológica del nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. *MAT*, Caracas-Venezuela, p172.
- MINAG. 2009.** Instructivo técnico del cultivo del tomate. CIDA, La Habana, Cuba, p21.
- Montano, R. 2008.** FitoMas E, bionutriente derivado de la industria azucarera:

Composición, mecanismo de acción y evidencia experimental (ICIDCA). www.icidca.cu/Productos/FitoMas%20E.%20Principales%20resultados.doc [23 Mayo 2010].

Morales, M. 2011. Los biofertilizantes. Una alternativa productiva, económica y sustentable. www.pa.gob.mx/publica/rev_36/Marcel%20Morales%20Ibarra.pdf [23 Julio 2011].

ONE. 2012. Cuba en cifras. En: (CD-ROM). Oficinas Nacional Estadística. Ciudad de la Habana.

Pérez, C. R. 2005. Efecto de diferentes dosis del biofertilizante Micorriza y el control biológico DIMABAC compuesto por *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus subtilis* en el cultivo del ají chay en áreas del Instituto Politécnico Agropecuario Villena-Revolución. Tesis de Licenciado Agropecuario. C. Habana, Cuba.

Rodríguez, S. J.; Tejeda, G. G.; Izquierdo, D. L.; García, G. R.; García, H. A.; Socas, E. U.; Martínez, M. A.; Dibut, A. B.; Martínez, V. R.; Ríos, R. Y.; Ortega, G. M.; Fey, G. L.; Mesa, V. E.; Cañizares, H. K y Simanca, M. M.E. 2008. Aplicación del DIMABAC en zanahoria (*Daucus carota* L.): biofertilización y protección contra enfermedades en organoponía. En: Congreso INCA, La Habana, Cuba.

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

USA, SGC (Statistical Graphics Corporation). 2000. Statgraphics Plus for Windows: Version 5.0.