

EFFECTO DE LA APLICACIÓN CONJUNTA DEL FITOMAS Y AZOMEG, EN CULTIVO DEL TOMATE (*SOLANUM LYCOPERSICUM*, L.) VAR. INIFAT-28, EN CONDICIONES DE MACETAS

Alfredo Lino Brito, Yoania Ríos Rocafull, Noel J. Arozarena Daza, Bernardo Dibut Álvarez, Grisel Croche Alfonso, Jesús Fernández Alonso, Hipólito Ramos Cordero, Sonia Álvarez Encinosa, Marisel Ortega García y Luis Fey Govin.

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Cuba. Correo electrónico: linob@inifat.co.cu

RESUMEN

Para evaluar esquemas de aplicación conjunta de bioestimulantes en el manejo de hortalizas se estudió la compatibilidad “in vitro” de los productos Fitomas y Azomeg. Se determinó en condiciones de maceta la influencia de ambos sobre la concentración de microorganismos fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo y microorganismos totales en la rizosfera de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L). Además fue evaluado el efecto sobre el crecimiento y desarrollo de la hortaliza. Se evidenció la existencia de compatibilidad entre ambos productos al igual que su efecto estimulador sobre la concentración de los grupos microbianos evaluados. La incorporación también favoreció el crecimiento y desarrollo del cultivo. Los resultados sustentan la posibilidad de incorporar estos productos en esquemas de nutrición bajo condiciones de agricultura urbana

Palabras clave: aplicación conjunta, FitoMas, AZOMEG y rizófera

ABSTRACT

To evaluate scheme of combine application of biostimulants in vegetable management was studies” in vitro” compatibility between Fitomas and AZOMEG bioproducts. Was determinate in container conditions both biostimulants influence over fixed microorganisms, solubilized microorganism and total microorganisms on tomatoes plant rizosphere (*Solanum Lycopersicum* L). Beside was evaluated the effect over vegetable and growth development. The compatibility between both products was showed and its effect over microorganisms group. The incorporation also stimulated vegetable growth development. The result indicates the possibility of products incorporation in nutrition scheme over Urban Agriculture conditions.

Key words: mixture application, FitoMas, AZOMEG and rhizosphere

INTRODUCCIÓN

El FitoMas es un producto derivado de la industria azucarera; está constituido, según Montano y Villar, (2005), por aminoácidos, bases nitrogenadas y péptidos de origen vegetal y actúa en los centros activos y en los procesos bioquímicos de las plantas. Estos autores también plantean efectos positivos de la aplicación del producto, en el manejo de especies de importancia agrícola —caña de azúcar, fruta bomba, tomate, etc.—, como estimulante de los rendimientos y de la resistencia ante plagas, enfermedades y el estrés hídrico. Por su parte, Rodríguez, (2005) validó la sustitución de la fertilización mineral en variedades de guisante para consumo seco, mediante el complemento de la aplicación de portadores de materia orgánica con el empleo del bioestimulante FitoMas.

Es conocido que, en la actualidad, el uso de los biofertilizantes —preparados que contienen, células vivas o latentes de cepas microbianas eficientes, capaces de fijar nitrógeno, solubilizar fósforo, a la vez que favorecer la absorción de otros nutrientes y producir sustancias activas que intervienen en el crecimiento y desarrollo vegetales, de

acuerdo con Martínez-Viera y Hernández, (1995)— está rebasando la aplicación de productos simples o elaborados a partir de un solo microorganismo y que se ha hecho común la aplicación de mezclas que aportan más de un nutriente. Los trabajos de Dibut *et al.*, (2004) y Terry (2004) ejemplifican esa tendencia.

Otra práctica potenciadora del efecto de los microorganismos biofertilizadores es la de su combinación con otros productos naturales, de acuerdo con los reportes de Arozarena *et al.*, (2004) y Terry *et al.*, (2007). El trabajo que sustenta la elaboración del presente documento respondió a esa concepción y a la pertinencia de validar metodológicamente, alternativas de manejo nutrimental adecuadas a las tecnologías de producción de la agricultura urbana, en la que se prescinde del uso de fertilizantes minerales. Como objetivo se planteó el estudio del efecto de la aplicación conjunta del bioestimulante FitoMas y el biofertilizante AZOMEG, con la finalidad de evaluar su efecto en la microbiología de la rizosfera y en la fisiología del tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

La compatibilidad del bioestimulante —FitoMas— y las bacterias biofertilizadoras presentes en el AZOMEG —*Azotobacter chroococcum* cepa INIFAT-12 y *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* cepa Bm cub -3—, se determinó mediante el método de Inhibición Zonal en Placas según Kavanagh, (1974), citado por Ríos, (2007) sobre los medios de cultivo LPGA y Agar Müller Hilton, (Biocen, 2001), a partir de la presencia de halo de inhibición, tras incubación a 30°C durante 48 horas. La información obtenida se procesó para cálculo de valor promedio y desviación estándar, según Little y Jackson, (1985).

Precisada la compatibilidad, se determinó el esquema de tratamientos Cuadro 1, con dosis de aplicación equivalente a 1 y 2 L. ha⁻¹ de los productos FitoMas y AZOMEG respectivamente, realizándose la misma al momento del trasplante.

Tomándose muestras de un gramo de suelo por réplica durante el montaje de las macetas y a los 10, 20, 30 y 40 días después del trasplante (ddt); se empleó el método de diluciones seriadas con siembra posterior en placa, según las normas ISO 4833:1991 e ISO 6887:1993, citadas por Ríos, (2007). Las concentraciones se determinaron en medio Ashby y Pikovskaya de acuerdo con los criterios de Martínez-Viera *et al.*, (2007), para las bacterias *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* en ese orden y en agar nutriente, para el caso de los microorganismos totales.

Como especie vegetal indicadora se empleó tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) var. INIFAT- 28 cultivado en macetas (1 planta/maceta; 12 réplicas/variante) con suelo Ferralítico Rojo, (Hernández *et al.*, 1999) distribuidas según diseño completamente aleatorizado, para análisis de varianza de clasificación simple y estimación de diferencia mínima significativa (DSM_n) de acuerdo con Little y Jackson, (1985).

Cuadro. 1 Tratamientos en estudio.

Tratamientos	Leyenda
1	Sin aplicación
2	Aplicación de AZOMEG
3	Aplicación de FitoMas
4	Aplicación de FitoMas + AZOMEG

Para evaluar la respuesta vegetal se tomaron muestras de plantas completa al momento del trasplante, y a los 40 ddt, secándose en estufa a 70°C de temperatura para determinar peso seco (mg), también se midió el área foliar de las plantas (cm²). Esta información permitió calcular las siguientes tasa: Tasa absoluta de crecimiento (TAC; mg. día⁻¹); tasa relativa de crecimiento (TRC; mg. gr⁻¹. día⁻¹) y tasa absoluta de asimilación neta (TAN; mg. cm⁻². día⁻¹), según Hunt (1982), citado por Serrato-Cruz; Grimaldo-Juárez y González-Hernández (1998), para el ciclo completo del experimento desde trasplante a 40 días después del trasplante (ddt).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información referente a la compatibilidad entre el FitoMas y los microorganismos que componen el AZOMEG, se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Compatibilidad entre el producto FitoMas y las bacterias *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* (Halo de inhibición en cm; media $\pm$ s).

MICROORGANISMO	MEDIOS DE CULTIVO	
	LPGA	Agar Müller Hilton
<i>Azotobacter chroococcum</i>	0.33 $\pm$ 0.071	0.17 $\pm$ 0.052
<i>Bacillus megatherium</i> var. <i>phosphaticum</i>	0.32 $\pm$ 0.021	0.44 $\pm$ 0.057

Nótese que los halos de inhibición en ningún caso sobrepasan los 0.5 cm, lo que de acuerdo con los criterios de Dibut (2007, comunicación personal), permite establecer la existencia de compatibilidad.

En el Cuadro 3 que aparece a continuación, se muestran las variaciones en el tiempo de los microorganismos evaluados en la rizosfera de las plantas de tomate, para los cuatro tratamientos en estudio.

Cuadro 3. Concentración de *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* y microorganismos totales. (ufc/g de suelo).

Microorganismos	Variantes	DDT				
		0	10	20	30	40
<i>Azotobacter chroococcum</i>	1	<10 ³	1.91x10 ³	2.19x10 ⁴	1.90x10 ⁴	<10 ³
	2		2.19x10 ⁵	4.79x10 ⁶	1.82x10 ⁵	4.89x10 ⁴
	3		3.01x10 ³	2.71x10 ⁴	3.80x10 ⁴	3.98x10 ⁴
	4		3.47x10 ⁵	7.24x10 ⁷	1.99x10 ⁶	3.89x10 ⁵
<i>Bacillus megatherium</i> var. <i>phosphaticum</i>	1	1.01x10 ⁴	7.91x10 ⁴	3.98x10 ⁴	3.01x10 ⁴	0.99x10 ⁴
	2		2.00x10 ⁵	1.99x10 ⁷	3.02x10 ⁶	3.02x10 ⁵
	3		4.89x10 ⁵	3.47x10 ⁵	6.76x10 ⁶	1.99x10 ⁵
	4		2.95x10 ⁶	2.75x10 ⁸	1.05x10 ⁷	7.24x10 ⁶
Microorganismos totales	1	1.51x10 ⁶	6.61x10 ⁶	6.03x10 ⁸	5.37x10 ¹⁰	0.97x10 ⁷
	2		4.26x10 ⁷	1.03x10 ⁸	4.57x10 ¹¹	7.08x10 ⁸
	3		1.20x10 ⁷	9.77x10 ⁹	1.51x10 ¹¹	5.24x10 ⁸
	4		6.77x10 ⁷	1.99x10 ¹²	2.95x10 ¹²	1.20x10 ¹⁰

En general, se observa un patrón de respuesta similar para las distintas variantes estudiadas; primeramente se presenta una etapa de poca variación en los valores de concentración —hasta los 10 ddt—, en la que ocurre la adaptación de los microorganismos, tanto a las condiciones de estímulo asociadas al trasplante y a la interacción raíz/suelo, como a las condiciones de manejo establecidas. Luego sucede un aumento de los valores de concentración —entre 10 y 20 ddt—, para posteriormente dar paso a la fase de muerte de las células microbianas, que comienza a partir de los 30 ddt y se hace más marcada a los 40 ddt.

Dibut, (2005), a partir del estudio de distintas cepas de *A. chroococcum* frente a tomate —var. Campbell 28— informa resultados similares que explican como respuesta del microorganismo a la calidad —composición y cantidad, básicamente— de los exudados radicales, reconocida fuente de carbono, energía y reguladores del intercambio planta/microorganismos.

En cuanto al FitoMas, variante 3, su efecto estimulador se nota ya en comparación con la variante 1, con el reforzamiento de la tendencia natural de las poblaciones microbianas en ausencia de biofertilización del suelo. Tal resultado señala hacia otras posibilidades de uso del bioestimulante, ajenas a las recomendadas por sus promotores (Montano y Villar, 2005), que deberán ser atendidas como demandas hacia la investigación agraria.

Lógicamente, la mayor influencia del bioestimulante se logra tras su combinación con el producto AZOMEG, lo que ratifica la calidad nutricional y energética que lo caracteriza: ésa es la explicación a la atenuación —en magnitud y momento— de la etapa de declinación en la concentración de los microorganismos en estudio, observada en el tratamiento 4. Manjarrez-Martínez, Ferrera-Cerrato y González-Chávez, (1999) reportan mejoras en la respuesta a la aplicación al suelo de microorganismos de interés agrícola, cuando se les combina con portadores orgánicos de sustancias que intervengan en la nutrición de los mismos, en tanto Arozarena, (2005), señala las ventajas del empleo de los bioestimulantes Vitazyme y FitoMas en horticultura protegida, basados en iguales razones.

La aplicación de FitoMas y microorganismos biofertilizadores a través de sus productos comerciales al suelo, también crea condiciones favorables para un mejor desarrollo vegetal. En los cuadros 4 a 6 se presenta la respuesta del cultivo del tomate, mediante la variación de las variables TAC, TRC y TAN.

La dinámica de producción y distribución de materia seca, refleja la intensidad de los procesos metabólicos en los cultivos, siendo expresión de la variación en las dosis de fertilizantes y calidad de los sustratos, además permite hacer un análisis, desde edades tempranas de los rendimientos a obtener (Tittonell, De Grazia y Chiesa, 2002 y Palomo *et al.*, 2003).

Cuadro 4. Tomate variedad INIFAT 28. Validación de la aplicación conjunta FitoMas y AZOMEG. Análisis de varianza TAC (trasplante a 40 ddt).

Variante	TAC (mg. Día⁻¹)
FitoMas + AZOMEG	380.11 ^a
FitoMas	314.28 ^{ab}
AZOMEG	276.19 ^b
Testigo sin aplicación	187.61 ^c
DSM _{0.01}	71.1943mg. día ⁻¹

La tasa absoluta de crecimiento refleja las condiciones de metabolismos y nutrición, creadas por la aplicación de los productos FitoMas, AZOMEG y la combinación de ellos, lo que permite una mayor estimulación a nivel radicular producto de la superior actividad biológica en la rizosfera de las plantas (cuadro 3), consintiendo en una mejora en la toma de agua y nutrientes por las raíces.

Este resultado se corresponde con los criterios de autores tales como Palomo *et al.*, (2004) y Abreu *et al.*, (2007), los cuales plantean que la dinámica de producción y distribución de materia seca, es expresión de la eficiencia en la conversión de energía luminosa y de la nutrición vegetal y, que de ambos depende en última instancia el comportamiento agronómico y el rendimiento de los cultivos.

Cuadro 5. Tomate variedad INIFAT 28. Validación de la aplicación conjunta FitoMas y AZOMEG. Análisis de varianza TRC (trasplante a 40 ddt).

Variante	TRC(mg. gr⁻¹. día⁻¹)
FitoMas + AZOMEG	156.58 ^a
FitoMas	151.67 ^b
AZOMEG	148.33 ^b
Testigo sin aplicación	139.00 ^c
DSM _{0.01}	3.7806 mg. gr ⁻¹ . día ⁻¹

La tasa relativa de crecimiento evidencia que se puede alcanzar, mayores niveles de eficiencia fisiológica, cuando se combina el FitoMas y el AZOMEG, ya que permite según Peil y Gálvez, (2005) la formación de tejidos relacionados con el crecimiento activo de las plantas. Esto no solo corrobora la compatibilidad entre los productos en estudio, discutida en el Cuadro 2, sino que también es lógico pensar en la existencia de sinergismo entre estos productos.

Este indicador —TRC— sirve como medidor de la producción de materia seca y, se puede usar para comparar los efectos, de los tratamientos en condiciones previamente definidas (Lino *et al.*, 2006 y Ruiz *et al.*, 2008).

Cuadro 6. Tomate variedad INIFAT 28. Validación e la aplicación conjunta FitoMas y AZOMEG. Análisis de varianza TAN (trasplante a 40 ddt).

Variantes	TAN(mg. cm ⁻² . día ⁻¹)
FitoMas + AZOMEG	2.62 ^a
FitoMas	2.49 ^a
AZOMEG	2.31 ^{ab}
Testigo sin aplicación	1.97 ^b
DSM _{0.05}	0.3831 mg. cm ⁻² . día ⁻¹

La tasa de asimilación neta, nos expresa la existencia de equilibrio en la relación raíz-parte aérea, en cuanto a la formación de biomasa seca, esto se debe en lo fundamental, a que a un buen desarrollo del aparato fotosintético, que es el órgano en cargado de capturar la energía lumínica, debe corresponderle un sistema radical coherente, el cual tiene la función de la toma y suministro de agua y nutrientes, parte de los cuales son utilizados por las plantas en el proceso de fotosíntesis y, sí son insuficientes se refleja en la reducción del área foliar, lo que incide directamente en la eficiencia fotosintética.

La dinámica de producción y distribución de materia seca expresada por las diferentes tasas, es la expresión de los cambios y reacciones bioquímicas. De estas depende en última instancia el comportamiento agronómico y es expresión del rendimiento potencial Barraza, Fischer y Cardona, (2004).

CONCLUSIONES

Las bacterias *Azotobacter chroococcum* y *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* son compatibles con el producto estimulador FitoMas.

El FitoMas influye positivamente en la concentración en el suelo de, *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* y microorganismos totales.

La aplicación conjunta de AZOMEG y FitoMas influye favorablemente en la concentración de *Azotobacter chroococcum*, *Bacillus megatherium* var. *phosphaticum* y el número de microorganismos totales en la rizosfera de las plantas.

El empleo simultaneo del biofertilizante AZOMEG y el bioestimulante FitoMas, tiene un efecto positivo sobre la respuesta vegetal, en términos de crecimiento y desarrollo lo que justificaría la ejecución de estudios sobre su aplicación conjunta en el manejo de especies de interés agrícola.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, E. et al. Evaluación de Vitro plantas de Henequén (*Agave fourcroydes* Lem) durante la fase de aclimatación, Cultivos Tropicales, 28, (1): 5-11, 2007.

ARÓZARENA, N. Influencia del FitoMas en el Cultivo del Tomate bajo condiciones de Cultivo Protegido. Informe parcial de proyecto Alternativas de manejo agronómico sostenible para condiciones de horticultura intensiva. PR/MINAG "Hortalizas". --La Habana: INIFAT, 2005.

ARÓZARENA, N. J. et al. Reducción del impacto ambiental asociado al manejo de la nutrición vegetal en la tecnología de cultivo tropical. En: Convención TROPICO 2004 (II Congreso de Agricultura Tropical: 2004, abril 4-9, La Habana) Memorias CD-ROM. GEOTECH, 2004. ISBN 959-7167-02-6.

- BARRAZA, F. V.; G. Fisher y C. E. Cardona. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en el Valle del Sinú Medio, Colombia. *Agronomía Colombiana* 22 (1): 81-90, 2004.
- BIOCEN. Manual de Medios de Cultivos. La Habana. Centro Nacional de Biopreparados. BIOCEN, 2001.
- DIBUT Álvarez, Bernardo INIFAT, MINAG. (Comunicación Personal), 2007.
- DIBUT, B. Biofertilizantes como insumos en Agricultura Sostenible. HUMUWORM S.P.R.de R.L. México. 107 pp. 2005.
- DIBUT, B. et al. Efecto del biofertilizante AZOMEG en el cultivo de la Rosa. III Encuentro Provincial de Agricultores Orgánicos Urbanos. ACTAF. Libro Resumen, 2004.
- HERNÁNDEZ, A. et al. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. --La Habana: Instituto de Suelos, 1999.
- LINO, A. et al. Cultivo Protegido sobre suelos Ferralíticos Rojos. II Alternativas nutrimentales de menor impacto ambiental para el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) y pepino (*Cucumis sativus*, L). *Agrotecnia de Cuba*. 30 (2): 1-12, 2006.
- LITTLE, T. y F. M. Jackson Hills. Métodos estadísticos aplicados a la agricultura. -- México, D. F.: Editorial Trillas, 1985.
- MAJARREZ-MARTÍNEZ, M. J.; R. Ferrera-Cerrato y M. C. González-Chávez. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo de la tasa fotosintética del chile serrano. *Terra* 17(1): 9 – 15, 1999.
- MARTÍNEZ-VIERA, R. y G. Hernández. Los biofertilizantes en la agricultura cubana. En: RESÚMENES II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica, --La Habana, 1995.
- MARTINEZ-VIERA, R. et al. "La fijación biológica del nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales". Ed. MAT Caracas-Venezuela, 172 p. (2007).
- MONTANO, R. y J. Villar. Impacto de los bionutrientes FitoMass tanto en la agricultura convencional como en la sostenible. En: X Jornada Científica del INIFAT (10: 2005 del 30 de marzo-1 abril), en Ciudad de La Habana. Resúmenes, 2005.
- PALOMO, A. et al. Análisis de crecimiento de variedades de algodón transgénicas y convencionales. *Revista Fitotecnica Mexicana* 24 (2): 197 – 202, 2003.
- PALOMO, G. A. et al. Análisis de crecimiento de variedades de algodón transgenicas y convencionales Growth análisis of transgenic and conventional varieties of cotton UAAAN, 2004.
- PEIL, ROBERTA, M. y J. L. Gálvez. Reparto de Materia Seca como Factor determinante de la Producción de las Hortalizas de Fruto Cultivadas en Invernadero. *Revista bras. Agrociência*, .11, (1): 5-11, 2005
- RÍOS, YOANIA. Efecto de *Gluconacetobacter diazotrophicus* sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) var CMC-40, Tesis en Opción al Título de Máster en Ciencia Biológica. --La Habana/MES, 2007.
- RODRÍGUEZ, J. Evaluación de alternativas de manejo nutrimental en el cultivo del guisante (*Pisum sativum*, L). Trabajo de Diploma en opción al título de Ingeniero Agrónomo. --La Habana: UNAH, 2005.
- RUIZ, F., H. et al. Influencia de los factores agroclimáticos en la productividad de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) en una zona árida de Baja California Sur, México. *Ciencias Técnicas Agropecuaria*. 17 (1): 44-47, 2008.

SERRATO-CRUZ, N. A.; O. Grimaldo-Juárez y V. A. González-Hernández. Análisis de crecimiento y evaluación bajo domesticación en dos especies de *cempoalxochitl* (*Tagetes erecta* y *Tagetes patula*). *Revista Chapingo (Serie Horticultura)* 4 (2): 75 – 82, 1998.

TERRY, ELEIN *et al.* Manejo de Bioproductos para la Producción Ecológica de tomate (*Solanum lycopersicum*, L.) *Cultivos Tropicales* 28 (3): 23-27, 2007

TERRY, ELEIN. Microorganismos benéficos y productos bioactivos como alternativas para la producción ecológica de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill var. *Amalia*). *Tesis en Opción al Grado de Doctor en Ciencia Agrícolas*. --La Habana/INCA, 2004.

TITTONELL, P. A.; J. De Grazia y A. Chiesa. Adición de polímeros superabsorbentes en el medio de crecimiento para la producción de plantines de pimiento. *Horticultura Brasileira*. 20 (4): 22-28, 2002.