

APLICACIÓN DE BIOPRODUCTOS A LA PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE TOMATE

Josefa Ruiz[✉], Elein Terry, Tamara Tejeda y María M. Díaz

ABSTRACT. The present work was carried out at the experimental area of the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) during 2005-2006 period and repeated later within 2006-2007, with the objective of evaluating the effect of some bioactive products, such as Oligogalacturonide mixture (MO), Brassinosteroid analogue (Biobras-16) and vermicompost (Liplant), on tomato crop growth and development, using the tomato variety Amalia. Different evaluations were recorded in some growth and development variables, besides determining crop yield. Results showed the agrobiological effectiveness of bioactive products on crop growth, development and yield, which surpassed the production check control.

Key words: tomatoes, bioproducts, growth, biological development

RESUMEN. El presente trabajo se realizó en el área experimental del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en el período 2005-2006 y se repitió en el 2006-2007, con el objetivo de evaluar el efecto de algunos productos bioactivos, como la mezcla de oligogalacturónidos (MO), Biobras-16 y Liplant, sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo de tomate. Se utilizó la variedad Amalia. Se realizaron diferentes evaluaciones en algunas variables del crecimiento y desarrollo en el cultivo, así como se determinó su rendimiento. Los resultados mostraron la efectividad agrobiológica de los bioproductos aplicados al crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo, los que superaron al testigo de producción.

Palabras clave: tomate, productos biológicos, crecimiento, desarrollo biológico

INTRODUCCIÓN

El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura ha provocado un efecto desfavorable sobre la calidad biológica de los alimentos, ya que son altamente derrochadores de energía y alteran completamente las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos (1). Todo esto ha traído consigo que se mejore su calidad biológica a través de la utilización de los recursos naturales disponibles en los agroecosistemas.

La aplicación de bioproductos a los cultivos va teniendo cada vez más importancia, desde el punto de vista económico y ecológico, además de que actúan como estimuladores o reguladores del crecimiento de las plantas. Los reguladores del crecimiento en pequeñas cantidades aumentan, inhiben o modifican, de una forma u otra, cualquier proceso fisiológico del vegetal.

Los estimuladores se consideran productos que activan el crecimiento y desarrollo de las plantas, aportándoles compuestos directamente utilizables (2).

En la actualidad, en el mundo existe poca información de trabajos con productos bioactivos; sin embargo, Cuba cuenta con una amplia gama de ellos, entre los cuales puede citarse el logro en el INCA, que consis-

te en una mezcla de oligogalacturónidos (MO) obtenida por síntesis química a partir de la degradación enzimática de pectina cítrica, que consiste en una mezcla enriquecida de oligogalacturónidos con un grado de polimerización entre 7 y 16, y se ha demostrado que es capaz de estimular el crecimiento de algunas especies vegetales (3, 4). Otro producto obtenido por la UNAH es el Liplant, un bioestimulante derivado del vermicompost, que posee hormonas que favorecen el crecimiento de las plantas, la floración, y fijación de flores y frutos (5). También el Biobras-16 es otro bioproducto aplicado a la agricultura, un análogo espiroestanoide de brasinoesteroide que estimula múltiples procesos de crecimiento y desarrollo de los cultivos (6).

Hoy en día, la problemática está dirigida a definir qué productos resultan efectivos en los cultivos, de manera que contribuyan a una producción ecológica y sostenible en el tiempo. Por tal motivo, el objetivo principal del presente trabajo es evaluar el efecto de algunos productos bioactivos producidos en Cuba, en el comportamiento agrobiológico del cultivo del tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se desarrolló en el área experimental de la finca "Las Papas", perteneciente al Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado (7); para ello se realizó un experimento en el período 2005-2006 y se repitió en el 2006-2007. El comportamiento de las variables climáticas en ambos períodos se muestra en la Figura 1.

Ms.C. Josefa Ruiz y Ms.C. Tamara Tejeda, Especialistas, Dra.C. Elein Terry, Investigadora Auxiliar del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), gaveta postal 1, San José de las Lajas y Ms.C. María M. Díaz, Profesora Auxiliar del departamento de Química, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), apartado postal 18-19, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ fefta@inca.edu.cu

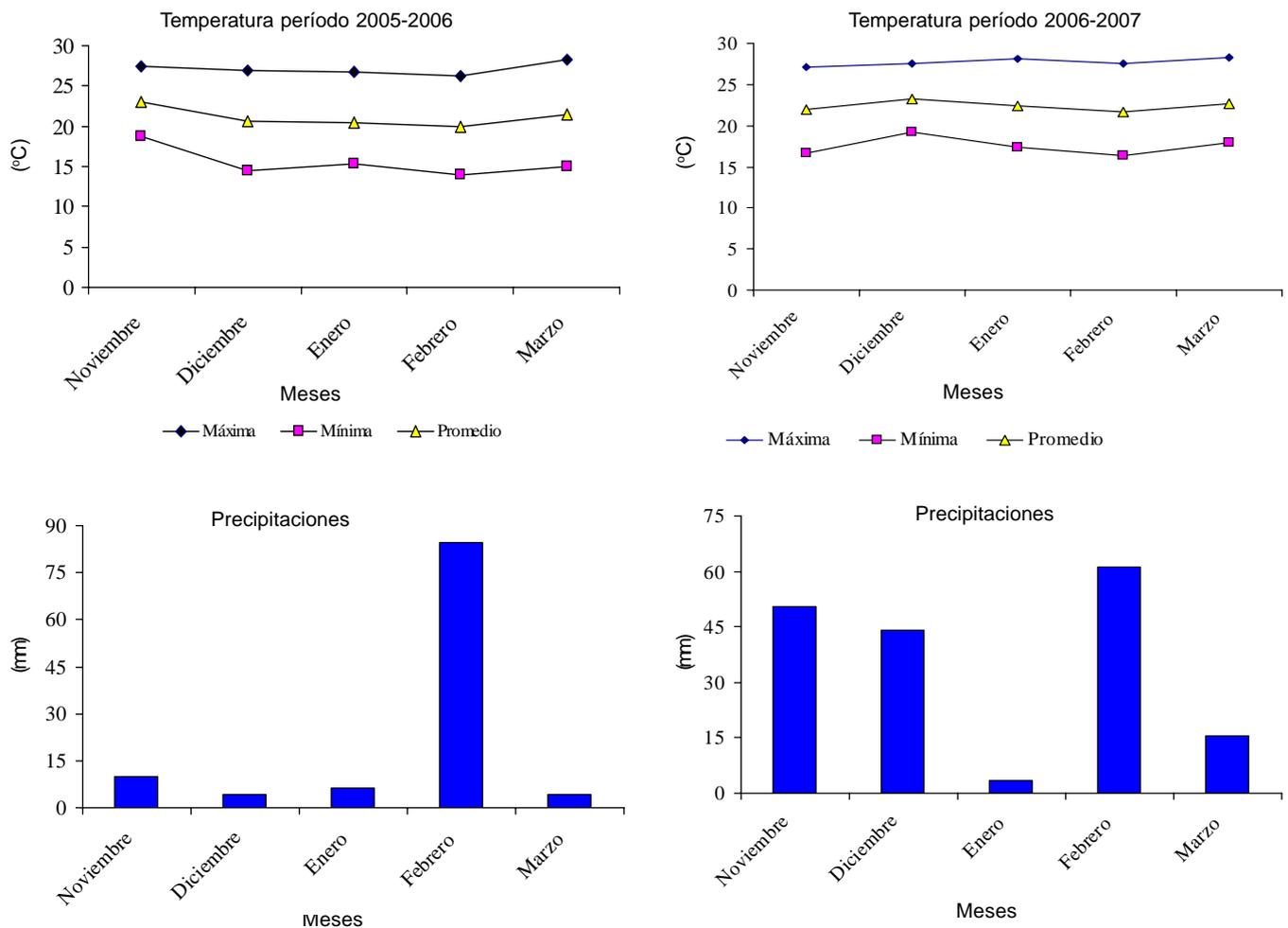


Figura 1. Comportamiento de algunas variables climáticas en los períodos 2005-2006 y 2006-2007

La variedad de tomate utilizada fue Amalia, proveniente del programa de mejoramiento genético del INCA. Se emplearon los bioproductos siguientes:

- ⇒ MO con grado de polimerización de 7 a 16 a una dosis de 20 mg.L⁻¹
- ⇒ Biobras-16 a una dosis de 10 mg.ha⁻¹
- ⇒ Liplant a una concentración de 1/30 mL.

Todos los productos se aplicaron por aspersión foliar en la fase de semillero (15 días posteriores a la germinación, o sea, cuando ya existía área foliar en el cultivo) y en la etapa de plantación del cultivo (15 días posteriores al trasplante). Las plántulas se obtuvieron en semillero tradicional, contando con una base nutricional a partir de abono orgánico y utilizándose como fuente el estiércol vacuno. La distancia de plantación fue de 1,40 x 0,30 m y las atenciones culturales se realizaron según lo recomendado por el Instructivo técnico del cultivo (8). Se aplicó como fertilización mineral 1 t.ha⁻¹ de la fórmula completa NPK 9-13-17 en el momento del trasplante.

El diseño empleado en ambos períodos fue completamente aleatorizado con 15 repeticiones, evaluándose un total de cuatro tratamientos que consistieron en la aplicación de:

1. MO
2. Biobras-16
3. Liplant (humus de lombriz líquido)
4. Testigo (fertilizado).

La primera evaluación se realizó en la fase de semillero a los 28 días, para observar las diferencias en el crecimiento de las plántulas, que consistieron en el diámetro del tallo (cm), la altura de las plántulas (cm) y el número de hojas, mientras que la segunda evaluación se realizó a los 30 días después del trasplante, o sea, a los 60 días del ciclo del cultivo, para evaluar su respuesta a la aplicación de bioproductos, evaluándose el número de racimos, flores y frutos por planta, y, al final del ciclo, se determinó el rendimiento total del cultivo.

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado para la fase de semillero y de bloques al azar para la fase de campo. Los datos se procesaron estadísticamente a través de un análisis de Varianza de Clasificación Simple para los datos de semillero y de Clasificación doble para los datos de trasplante; a las medias se les aplicó la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan, en caso de existir diferencias significativas entre los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se presentan los primeros resultados del crecimiento de las plántulas al concluir la fase de semillero del cultivo en el primer período (2005-2006). Como puede apreciarse, no hubo diferencias en las evaluaciones realizadas al diámetro del tallo y número de hojas; en cambio, sí fue estadísticamente significativa la evaluación realizada para la altura de las plantas, siendo los tratamientos que recibieron las aplicaciones de bioproductos los de mejor comportamiento respecto al testigo, cuyos valores oscilaron entre 33,87 y 34,75 cm respectivamente, efectos positivos que pueden ser dados por la estimulación que realizan dichos productos al crecimiento de las plantas.

Tabla I. Influencia de los bioproductos en la altura, el diámetro y número de hojas por planta al concluir la fase de semillero en el período 2005-2006

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Numero de hojas /planta
MO	34.62a	0.37	5.78
Biobras-16	34.75a	0.40	5.33
Liplant	33.87a	0.35	5.67
Testigo	29.25b	0.31	5.11
ESx	0.84***	0.03 ns	0.27 ns

Medias con letras comunes no difieren significativamente según Duncan $p < 0.001$

Un resultado similar se obtuvo en la repetición del experimento al año siguiente (2006-2007), según se muestra en la Tabla II, donde no existieron diferencias significativas entre los tratamientos en el diámetro del tallo, pero sí en la altura y el número de hojas por planta; los tratamientos con mayores valores de altura fueron los que recibieron aplicaciones de bioproductos sin diferencias entre ellos y, en cuanto al número de hojas, las plantas con mayores valores fueron las que se les aplicó MO y Liplant, con valores de 4.93 y 5.29 respectivamente.

Tabla II. Influencia de los bioproductos en la altura, el diámetro y número de hojas por planta al concluir la fase de semillero en el período 2006-2007

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Numero de hojas /planta
MO	37.07a	0.31	5.29a
Biobras-16	34.00ab	0.28	3.93b
Liplant	35.50a	0.32	4.93ab
Testigo	29.71b	0.27	3.93b
ES x	1.56*	0.02 ns	0.39*

Este resultado coincide con otros que obtuvieron plántulas vigorosas en este cultivo cuando aplicaron el humus de lombriz, ya sea sólido o líquido; igualmente ocurrió en el cultivo del pimiento, donde no se encontraron diferencias significativas en el diámetro del tallo pero sí en el número de hojas y la altura de las plántulas (9, 10).

También otros han obtenido resultados similares: por ejemplo, la aplicación del Biobras-16 es efectiva para lograr un incremento en la altura de las plantas de tomate, a partir de los siete días de aplicado; este aumento viene dado por la promoción del crecimiento vegetal, que se debe entre otras causas al alargamiento celular y la estimulación de la división celular de las plantas, como uno de sus múltiples efectos fisiológicos que producen en las plantas (11, 12, 13). Por otra parte, algunos han explicado que este aumento se debe a un incremento de esqueletos carbonados, que pueden ser utilizados para la síntesis de nuevos compuestos (14).

Además, se deben destacar los efectos positivos de los tratamientos donde se aplicó MO, que están dados porque estas oligosacarinas se desprenden de la pared celular por acción enzimática, regulando la tasa de crecimiento; de ahí que se consideran reguladores del crecimiento de las plantas (14). Estos efectos favorables sobre el crecimiento de las plantas se deben a que tales compuestos constituyen también moléculas señalizadoras de importantes procesos fisiológicos de las plantas relacionadas con el crecimiento (15).

Con la aplicación del vermicompost Liplant, igualmente se obtuvo una respuesta positiva de las plantas en esta fase del cultivo (semillero). Este efecto positivo de las aplicaciones foliares de poder lograr plantas con mayor crecimiento del tallo y floración, fructificación con más calidad y, por ende, elevados rendimientos, se debe fundamentalmente a que dicho producto presenta un alto contenido nutritivo (4). También se tiene referencia de otros trabajos sobre la efectividad del humus líquido a bajas concentraciones en las primeras etapas del crecimiento y desarrollo de los cultivos, así como en los primeros días y después del trasplante en el cultivo del tomate, donde las exigencias nutritivas de la plantas son máximas (16).

En la evaluación realizada al número de racimos, flores y frutos por planta durante el período 2005-2006 (Tabla III), se registraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos estudiados en relación con el testigo, obteniéndose los mayores valores con bioproductos y destacándose las plantas que recibieron la aplicación foliar de Liplant y Biobras-16, que presentaron mayor número de racimos y flores por planta. Estos valores no fueron tan marcados en las plantas que recibieron MO; sin embargo, al igual que los anteriores tratamientos, se logró un mayor número de frutos por planta, lo que confirma que dicho producto ejerce una influencia positiva en la etapa de fructificación (15).

Tabla III. Influencia de los bioproductos en el número de racimos, flores y frutos por planta en el período 2005-2006

Tratamientos	Número de racimos/planta	Número de flores/planta	Número de frutos/planta
MO	5.13b	9.00b	12.75a
Biobras-16	6.63a	11.62a	12.37a
Liplant	7.13a	11.37a	13.50a
Testigo	3.63c	7.38b	8.50b
ES x	0.36***	0.70***	1.22*

Medias con letras comunes no difieren significativamente según Duncan $p < 0.05$ y $p < 0.001$

En el segundo período (2006-2007), según se muestra en la Tabla IV, igualmente se observaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto al número de racimos, flores y frutos por planta respectivamente, demostrándose también la efectividad de las aplicaciones de los bioproductos en este cultivo. Estos aumentos en los tratamientos con bioproductos, en particular en el número de flores que posteriormente determinará el número de frutos, se atribuyen a acciones bioestimuladoras de tipo fitohormonal, que provocan incrementos en la floración de las plantas (6).

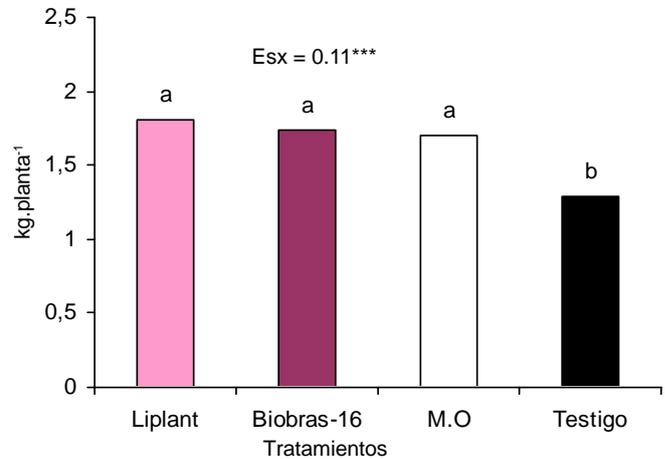
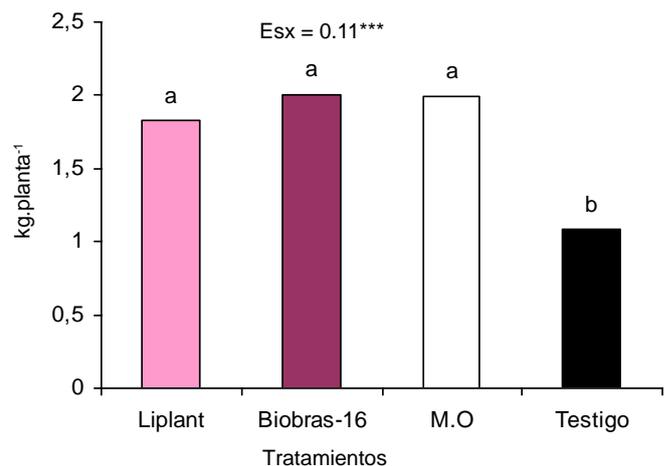
Tabla IV. Influencia de los bioproductos en el número de racimos, flores y frutos por planta en el período 2006-2007

Tratamientos	Número de racimos/planta	Número de flores/planta	Número de frutos/planta
MO	3.83a	15.00ab	13.17a
Biobras-16	4.25a	16.20a	13.50a
Liplant	3.17ab	13.40b	13.08a
Testigo	2.42b	9.90c	11.33b
ES x	0.39*	0.85***	0.54*

En el segundo período (2006/2007), los tratamientos presentaron valores superiores respecto a la campaña anterior, lo cual pudo deberse a variaciones en las condiciones climáticas, como es el caso del aumento de las precipitaciones en febrero del primer período, que pudo provocar caída de flores y frutos. Sin embargo, al final del ciclo, cuando se determinó el rendimiento del cultivo en ambos períodos, según se puede apreciar en las Figuras 2 y 3, todos los tratamientos con bioproductos fueron superiores al testigo, los cuales presentaron un rendimiento de 1.70 a 1.80 kg.planta⁻¹ en el primer período y de 1.5 a 2 kg.planta⁻¹ en el segundo período, lo que pudo deberse a que ellos promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas, lo que se convierte en un estímulo del rendimiento del cultivo (2).

En el segundo período, el rendimiento fue ligeramente superior al primer período, lo que pudo deberse al efecto de las condiciones climáticas en ese año, dado que las temperaturas mínimas durante los meses de diciembre a marzo fueron menores en el primer período y pudo propiciar ese ligero aumento de los rendimientos, ya que

aunque las bajas temperaturas propician un mejor comportamiento del cultivo y una elevación de las temperaturas afecta este cultivo, porque provoca una disminución en la transpiración (17), cuando las temperaturas están por debajo de los 15 °C se detiene la floración, siendo la temperatura óptima para el desarrollo de este cultivo de 20 a 24°C respectivamente (18).

**Figura 2. Influencia de los bioproductos en el rendimiento del cultivo del tomate en el período 2005-2006****Figura 3. Influencia de los bioproductos en el rendimiento del cultivo del tomate en el período 2006-2007**

Por otra parte, los efectos positivos de la aplicación de MO están dados porque se estimula el desarrollo de las plantas al aumentar la síntesis de proteínas, ya que se acelera la elongación de los tallos, que está asociada a una mayor actividad fotosintética de las plantas, debido a que este producto es rico en enzimas y fitohormonas (19).

También es de destacar la importancia práctica de los brasinoesteroides, pues tienen la doble propiedad de acelerar simultáneamente el crecimiento celular y proteger los tejidos (7); de ahí que a pesar de que no es un producto que aporta nutrientes, su papel como traslocador de los productos del metabolismo de las plantas puede

considerarse como una alternativa complementaria para la nutrición de las plantas, a partir de su efecto positivo en el estímulo del crecimiento y desarrollo (20), dado fundamentalmente porque durante el proceso de desarrollo del fruto hasta la maduración es donde este producto hormonal ejerce una mayor influencia sobre el rendimiento (21, 22).

En el caso del Liplant, su efectividad como bioestimulante en este cultivo se le atribuye a sus acciones bioestimuladoras del tipo fitohormonal que provocan estos incrementos; además, este produce hormonas como el ácido indolacético y ácido giberélico, que estimulan el crecimiento y las funciones vitales de las plantas (5). Otra de las ventajas que proporciona la utilización del humus líquido es que se mejoran las características químicas del suelo, debido a su aporte de ácidos húmicos y fúlvicos que propician la formación de quelatos con sus propios nutrientes (23).

De acuerdo con estos resultados, puede concluirse que:

- ⊕ Los bioproductos Biobras-16, Liplant y la mezcla de oligogalacturónidos lograron incrementar el crecimiento de las plantas en la fase de semillero del cultivo.
- ⊕ Los tratamientos con bioproductos influyeron positivamente en el rendimiento por planta, siendo superior al tratamiento testigo y logrando ejercer su efecto positivo en este cultivo.
- ⊕ Se demuestra que los bioproductos utilizados pueden ser aplicados indistintamente, ya que en las plantas se logran efectos similares.

REFERENCIAS

1. Altieri, M. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. 3 ed. ACAO, La Habana: 1997, 249 p.
2. De Liñan, V. Vademécum de productos fitosanitarios y nutricionales. Madrid: Ediciones Agrotécnicas, 2000, 655 p.
3. Costales D.; Martínez, L. y Núñez, M. Efecto del tratamiento de semillas con una mezcla de oligogalacturónidos sobre el crecimiento de plantas de tomate. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no.1, p. 85-91.
4. Nápoles, M. Oligosacarinas en acción: Bradyfact, Pectimorf y derivados de quitosana. Informe Final Proyecto MES. La Habana: INCA, 2007.
5. Morejón, R. /et al./.. Uso del Biobras-16 en áreas arroceras de pequeños productores de la provincia de Pinar del Río. *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 1, p. 55-59.
6. Arteaga, M. /et al./.. Evaluación de las aplicaciones foliares de humus líquido en el cultivo del tomate var. Amalia en condiciones de producción. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 3, p. 95-101.
7. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de la Clasificación Genética de los Suelos. La Habana: Agrinfor, 1999, 64 p.
8. Cuba. MINAGRI. Instructivo técnico para el cultivo del tomate. La Habana. 1992.
9. Mineiro, B.; González, N. L.; Expósito, I.; González, G. y Boycet, T. Uso de sustancias estimuladoras del desarrollo vegetal para una producción sostenible de tomate variedad "vita" (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 2005. [Consultado: 21 de junio del 2007] Disponible en: <<http://www.monografias.com/trabajos32/estimulacion-tomates/estimulacion-tomates.shtml>>.
10. Basaure, P. Manual de Lombricultura. [Consultado el 21 de enero del 2009]. Disponible en: <<http://www.manualde lombricultura.com/foro/mensajes/13040.html>>.
11. Núñez, M. /et al./.. Influencia de un análogo de brasinoesteroide en el crecimiento y la actividad metabólica de plantas jóvenes de tomate. *Cultivos Tropicales*, 1996, vol. 17, no. 3, p. 26-30.
12. Núñez, M. /et al./.. Efecto del Biobras-6 y el MH-5 en la inducción de callos y brotes en lechuga (*Lactuca sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 4, p. 5-9.
13. Mazonra, L. y Núñez, M. Influencia de análogos de brasinoesteroides en la respuesta de plantas de tomate a diferente estrés ambientales. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, No. 1, p. 35-40.
14. Izquierdo, H. Evaluación de un oligogalacturónido de origen natural y ecológico en la micropropagación y producción sostenible de Plátanos y Bananos. Informe Final del Proyecto del programa del MINAG: producciones ecológicas, La Habana, 2008.
15. Cid, M. /et al./.. Influencia del Pectimorf sobre la calidad de la semilla artificial de caña de azúcar (*Saccharum* sp.) *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 1, p. 31-34.
16. Ortega, Y. /et al./.. Evaluación del efecto del LIPLANT en el cultivo del tomate var. Amalia. VII Encuentro de Agricultura Orgánica y Sostenible. La Habana: ACTAF, 2007.
17. Morales, D. /et al./.. Efecto de las altas temperaturas en algunas variables del crecimiento y el intercambio gaseoso en plantas de tomate cv. Amalia. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 1, p. 45-48.
18. Pino, M. Modificaciones de la productividad del cultivo del tomate fuera del período óptimo utilizando el maíz como sombra natural. [Tesis de Doctorado]. La Habana: INCA, 2001.
19. Cuba. INCA. Desarrollo de activadores de las plantas de amplio espectro de acción. Proyecto de investigación básica biotecnológica vegetal. Programa Nacional de Ciencia y Técnica, CITMA. 2002-2005.
20. Terry, E. /et al./.. Biofertilizantes y productos bioactivos, alternativas para la asociación maíz-tomate en el período temprano de siembra. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 2, p. 5-11.
21. Mineiro, B.; González, N. L.; Expósito, I. y Danger, L. Influencia de algunos bioestimulantes en el crecimiento y productividad del tomate var. Lignón, 2003. [Consultado el 21 de junio del 2007]. Disponible en: <<http://www.monografias.com/trabajos15/productividad-tomate/productividad-tomate.shtml>>.
22. Fernández, A. /et al./.. Respuesta del empleo del Brasinoesteroide Biobras-16 en el cultivo del tomate Var. Campbell. Ciencia en la frontera: revista de ciencia y tecnología de la UACJ, 2003, vol. II, no. 1, p. 51-53.
23. Humiworm. Fertilizante orgánico de lombriz humus sólido y líquido [Consultado el 2 de febrero 2009]. Disponible en: <<http://www.agroorganicosnacionales.com.mx/HUMIWORM.html>>.

Recibido: 7 de julio de 2008

Aceptado: 3 de abril de 2009