



# EFECTO DE UN BIOESTIMULANTE NATURAL SOBRE ALGUNOS PARAMETROS DE CALIDAD EN PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum Lycopersicum*, L.) BAJO CONDICIONES DE SALINIDAD

EFFECT OF A NATURAL BIOSTIMULANT ON SOME QUALITY PARAMETERS OF TOMATO SEEDLINGS  
(*Solanum Lycopersicum* L.) UNDER SALINE CONDITIONS

Juan Antonio Torres Rodríguez<sup>1\*</sup>, Juan José Reyes Pérez<sup>2,3</sup>, Jhonn Christopher González Rodríguez<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universidad de Granma. Carretera a Manzanillo Km 17.5, Peralejo, Apartado 21, Bayamo, Granma Cuba.

<sup>2</sup> Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador.

<sup>3</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1.5 vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

<sup>4</sup> Universidad Técnica de Machala. Av. Panamericana. Km 5.5 vía a Machala – Pasaje. Machala, Ecuador.

## RESUMEN

La aplicación de sustancias húmicas líquidas permite reducir las dosis de varios agroquímicos en diferentes cultivos, al incrementar la eficiencia de su asimilación, transporte y metabolismo, además de ejercer un efecto favorable sobre la toma y contenido de nutrientes. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de humatos extraídos de vermicompost sobre los parámetros de calidad de plántulas de tomate, cultivadas sobre un suelo Fluvisol Diferenciado Eútrico débilmente salino. Las evaluaciones se realizaron a los 30 días de regada la semilla, utilizándose tres diluciones del humatos (1/40,1/50,1/60(v/v)) y un tratamiento control. Los tratamientos fueron aplicados imbiendo las semillas durante seis horas, siguiendo un diseño experimental completamente aleatorizado. Sobre la base de los resultados obtenidos se comprobó que a los 24 días después de la siembra, el humatos tiene una influencia positiva sobre la altura de la planta, masa fresca y seca de la raíz y el número de hojas.

**Palabras clave:** humatos, variables morfométricas, estrés salino.

## ABSTRACT

The application of liquid humic substances can reduce the doses of several chemicals on different crops, increasing the efficiency of their uptake, transport and metabolism, in addition to exerting a favorable effect on the intake and nutrient content. The objective of this study was to determine the effect of vermicompost-extracted humates on the quality parameters of tomato seedlings, grown on Fluvisol Differentiated Eutric weakly saline soil. Evaluations were performed at 30 days of irrigation of seeds, using three dilutions of humates (1 / 40.1 / 50.1 / 60 (v / v)) and a control treatment. Treatments were applied imbibing the seeds for six hours using a completely randomized design. Based on the results obtained it was found that at 24 days after sowing, the humates had a positive influence on plant height, fresh and dry root and leaf number.

**Keywords:** humates, morphometric variables, salt stress.

## INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.), es considerado una de las hortalizas más importantes en el mundo por su gran demanda para el consumo fresco y como producto industrial. Es una de las de más alto nivel de consumo y preferencia por la población cubana y mundial. En Cuba este cultivo ocupa alrededor del 45 % de las áreas dedicadas a la producción de hortalizas con una superficie anual de más de 20 000 hectáreas y un rendimiento promedio de 12 t ha<sup>-1</sup> (Álvarez *et al.*, 2003). Esta solanaceae es una de las más destacadas en la producción hortícola nacional, pues constituye un renglón de exportación y puede ser cultivada en todas las provincias del país (Gómez, 2000; Casanova *et al.*, 2003).

Cuba, que tiene una superficie agrícola de alrededor de 7.08 millones de hectáreas, presenta cerca de un millón de ellas afectadas por la salinidad y 1,5 millones ya tienen problemas potenciales de salinización, destacándose las provincias orientales con el 55% de los suelos agrícolas como salinizados (González *et al.*, 2005). Esto ha motivado la búsqueda de alternativas que permitan una nutrición orgánica, ecológicamente sostenible que posea como condición principal, además de la producción para satisfacer las necesidades humanas, la de mejorar y conservar el medio ambiente. Una de las alternativas más generalizadas es el uso de los bioestimulantes de origen natural.

En las últimas dos décadas son muchos los bioestimulantes, que se han utilizado en la agricultura cubana y mundial, los cuales han permitido minimizar el uso de fertilizantes minerales convencionales, superar las situaciones de estrés de las plantas a las condiciones adversas del medio ambiente, favorecer el crecimiento y desarrollo vegetal e incrementar el rendimiento agrícola (Montano *et al.*, 2007; Ruiz *et al.*, 2007). Dentro de los bioestimulantes se encuentran las sustancias húmicas que de acuerdo con lo realizado por Aydin *et al.* (2012), influyen en la resistencia a la salinidad en plantas de frijol. Por otro lado, Calderín *et al.* (2012) comprobó que distintas dosis de humatos de vermicompost ocasionaron

\*Autor para correspondencia: Juan Antonio Torres Rodríguez  
Correo electrónico: jtorresr@udg.co.cu

Recibido: 19 de abril de 2016

Aceptado: 30 de julio de 2016

un efecto marcado sobre plantas de arroz en condiciones de estrés hídrico.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de los humatos de vermicompost sobre algunos parámetros de calidad en plántulas de tomate cultivadas en suelos afectados por salinidad.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material genético y sitio de estudio

Se utilizaron semillas de la variedad Mariela cuyo origen es el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Previo al presente experimento y con el fin de evaluar la calidad de las semillas de las variedades en estudio, se realizó una prueba de germinación, utilizando la metodología propuesta por ISTA (1999).

La investigación se desarrolló en condiciones de bandejas, se sembraron las semillas var. Mariela, sobre un suelo afectado por salinidad, cuyas características físico - química determinadas en el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), México, se presentan en la Tabla 1, utilizando una vitola a una distancia de 1 cm entre ellas y a 5 cm entre surcos (1500 semillas por tratamiento), cumpliendo y manteniendo las condiciones adecuadas para la germinación de las semillas y desarrollo de las plántulas, según guía del cultivo (Gómez *et al.*, 2000).

**Tabla 1.** Características fisicoquímicas del suelo.

Profundidad (cm)	pH		C.E. (dS.m <sup>-1</sup> )	M.O. (%)
	KCl	H <sub>2</sub> O		
0-20	7.5	7.9	3,50	3,25
21-40	7.6	8.3	2,45	2,80

### Diseño experimental

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con arreglo factorial considerando la variedad como factor uno y los tratamientos de humatos de vermicompost como factor dos, con cuatro repeticiones de 20 semillas cada una. Las semillas se sembraron en bandejas de 200 cavidades, las cuales contenían suelo afectado por salinidad. La aplicación de los tratamientos de humatos (1/40, 1/50, y 1/60 v/v) se realizó desde el momento de la siembra de las semillas en las charolas, utilizando agua destilada como control y manteniendo la humedad del sustrato.

Para la evaluación de los indicadores de crecimiento se utilizaron diez plantas seleccionadas al azar por réplica de cada tratamiento, es decir 40 plantas tomadas aleatoriamente para cada una de las 4 áreas designadas en cada tratamiento (240 plantas por tratamiento).

### Variables morfométricas

Las semillas se mantuvieron por 30 días y se seleccionaron al azar 10 plántulas por repetición, a las cuales se les

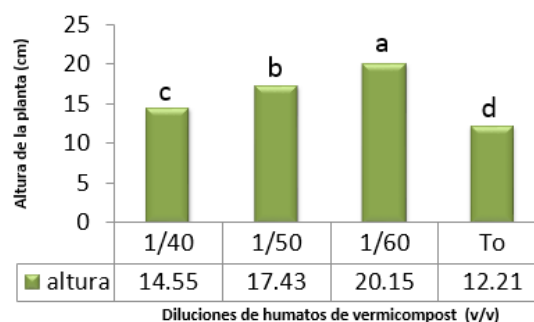
midió la altura de la plántula (cm), masa fresca (mg) y seca (mg) de radícula y de número de hojas, determinados por el método destructivo. Las plántulas se dividieron en tallos y hojas y se pesaron (biomasa fresca) cada una por separado, utilizando una balanza analítica (Mettler Toledo, AG204, U.S.A.). Posteriormente se colocaron en bolsas de papel y se introdujeron en estufa (Shel-Lab, FX-5, serie-1000203, U.S.A.) a 80 °C hasta obtener peso constante durante 72 horas y se pesaron en balanza analítica (masa seca).

### Procesamiento estadístico

Los datos fueron analizados con el programa Statistica v. 10.0 para Windows StatSoft, Inc, (2011), empleando un análisis de varianza de clasificación simple. En los casos en que los indicadores mostraron diferencias estadísticas significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey. Los datos obtenidos fueron transformados de acuerdo a su tipo cuando fue necesario, por la expresión  $X = \sqrt{n}$  para el conteo del número de hojas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestra el efecto del humatos de vermicompost en el indicador altura de la planta. Se aprecia que el efecto es de incrementar la altura de la planta, a medida que se incrementan las diluciones de humatos desde 1/40 v/v hasta 1/60 v/v con respecto al control. La comparación múltiple de medias realizada, muestra diferencias significativas en la dilución 1/60 v/v, con el resto de las diluciones y con respecto al tratamiento control. El valor más alto de esta variable, se alcanza cuando las semillas se imbibieron en una dilución de 1/60 v/v con un 20.15 cm.



Medias con letras distintas difieren ( $P \leq 0.01$ ), según Prueba de Tukey

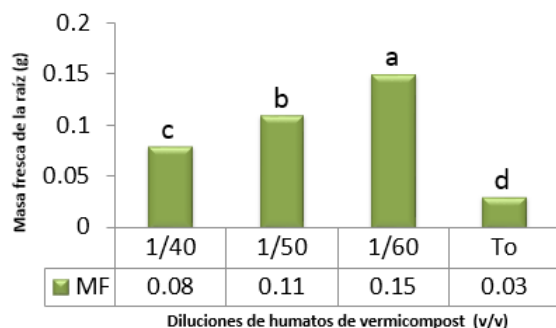
**Figura 1.** Efecto de las diluciones de humatos de vermicompost sobre la altura de las plántulas de tomate, var. Mariela en condiciones de semillero.  
**Figure 1.** Effect of vermicompost-humates dilutions on the height of tomato seedlings, var. Mariela in seedling conditions.

Los abonos orgánicos de vermicompost influyen positivamente en el crecimiento de las plantas. Lo anterior se debe a que los ácidos húmicos presentes en los abonos orgánicos incrementan la permeabilidad de la membrana celular en plántulas de pimiento, que a pesar de las condiciones hipertensas del medio, favorece la imbibición para solubilizar almidones y carbohidratos en radícula.

Por otra parte Nardi *et al.* (2002) afirmaron que los humatos presentes en los abonos orgánicos funcionan como regulador o promotor del crecimiento, pues el mayor crecimiento del tallo al aplicar sustancias húmicas se debió a que se activa la división celular en las partes más jóvenes, lo que promueve mayores longitudes, debido a los ácidos abscísico e indolacético presentes en el vermicompost (Barros *et al.*, 2010).

Resultados similares fueron encontrados por Luna *et al.* (2005), quienes encontraron un incremento en la altura de plantas de tomate y pimiento tratadas con abonos orgánicos provenientes de un vermicompost, que se corresponde con el origen del vermicompost empleado. Otros autores como Reyes *et al.* (2015) trabajando con humatos de vermicompost, en plántulas de tomate reportó incrementos en la altura de las plantas estudiadas.

Los efectos del humatos de vermicompost sobre la masa fresca radical de las plántulas se muestran en la Figura 2. Del análisis de la misma, se aprecia que el efecto es de incrementar la masa fresca de la raíz, a medida que se incrementan las diluciones de humatos desde 1/40 (v/v) hasta 1/60 (v/v) con respecto al control. El análisis de comparación múltiple de media, muestra diferencias significativas en la dilución 1/60 (v/v) con el resto de las diluciones y el tratamiento control. El mayor valor de esta variable se obtiene en la dilución 1/60 (v/v) con 0.15 g.

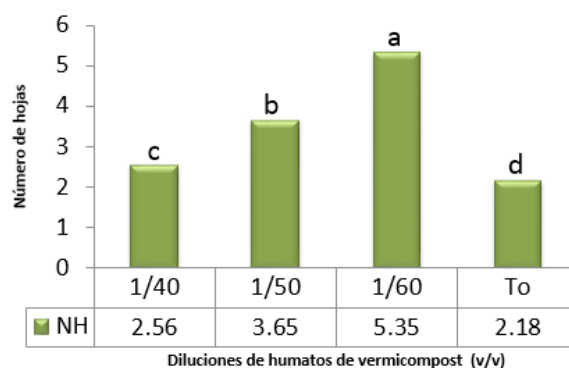


Medias con letras distintas difieren ( $P \leq 0.01$ ), según Prueba de Tukey

**Figura 2.** Efecto de las diluciones de humatos de vermicompost sobre la masa fresca de la raíz en plántulas de tomate *var. Mariela* en condiciones de semillero.

**Figure 2.** Effect of vermicompost-humates dilutions on fresh root mass in tomato seedlings *var. Mariela* in seedling conditions.

En la Figura 3, se muestra el efecto del humatos de vermicompost en el indicador masa seca de la raíz. El análisis de comparación múltiple de media, muestra diferencias significativas en las diluciones de 1/60 (v/v) con respecto a las demás diluciones y el tratamiento control. El mayor valor de esta variable, se alcanza en la dilución 1/60 (v/v) con 0.16 g.



$ESx=0.001$  Medias con letras distintas difieren ( $P \leq 0.01$ ), según Prueba de Tukey

**Figura 3.** Efecto de las diluciones de humatos de vermicompost sobre la masa seca de la raíz en plántulas de tomate *var. Mariela* en condiciones de semillero.

**Figure 3.** Effect of dilutions of humates from vermicompost, on the dry mass of root of tomato seedlings *var. Mariela* in seedling conditions.

Estos resultados probablemente estén relacionados con una estimulación en la síntesis de diversos metabolitos, como pudieran ser aminoácidos y proteínas entre otros, en las plantas que fueron asperjadas con el extracto, favoreciéndose la acumulación de biomasa. Otra posibilidad sería que el extracto de SH podría estar favoreciendo la absorción de  $N-NO_3$ , lo cual está relacionado con la actividad de las  $H^+$ -ATPasa (Bittner *et al.*, 2007; Canellas *et al.*, 2010), indispensable para el crecimiento al formar parte de muchos metabolitos y estar involucrado en un gran número de procesos metabólicos, formando parte integrante de muchas biomoléculas que integran los tejidos. Varios autores han reportado que con la aplicación de sustancias húmicas se estimula la expresión de genes que codifican la biosíntesis de proteínas (Samburova *et al.*, 2007; Vargas *et al.*, 2008; Elena *et al.*, 2009).

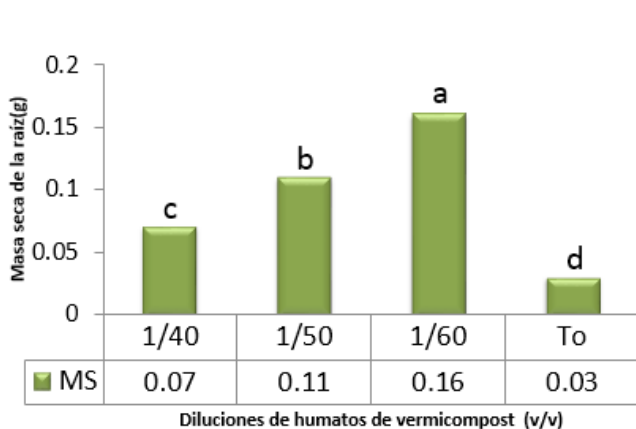
El incremento en materia seca se atribuye a que el ácido húmico del vermicompost contiene sustancias que estimulan el crecimiento, especialmente de plantas jóvenes. Los resultados obtenidos en el presente estudio son de utilidad como punto de partida para nuevas investigaciones, aunado a la notoria escasez de experiencias y estudios previos acerca de los patrones de crecimiento y desarrollo de plántulas de tomate en ambientes salinos.

También se puede observar que las plantas tratadas con abonos orgánicos llegan a su crecimiento y desarrollo óptimos antes que las plantas no tratadas. Es posible que esta diferencia este influenciada por el efecto de los ácidos húmicos y fúlvicos o el ácido aspártico, uno de los principales aminoácidos relacionados con la formación de otros mediante las reacciones de transaminación, influyendo en la síntesis de proteínas necesarias para la producción de biomasa en la planta.

Los resultados obtenidos en este experimento, donde se aplicó abonos orgánicos confirman que provocan bioestimulación, lo que corrobora su efecto sobre cultivos hortícola de interés agroeconómico como el tomate.

Estos resultados, coinciden con los obtenidos en tomate en las mismas condiciones por Reyes *et al.* (2015), destacando diferencias significativas en los indicadores de masa fresca y seca de la radícula para los diferentes tratamientos, donde se le aplicó el abono orgánico con respecto al tratamiento control, pudiendo esto estar relacionado también con el efecto del conjunto de fitohormonas, fundamentalmente las auxinas presentes en este producto y anteriormente expuesto (Clapp *et al.*, 2001).

La Figura.4 se muestra el efecto del humatos de vermicompost en el indicador número de hojas. Se aprecia que el efecto es de incrementar el número de hojas, a medida que se incrementan las diluciones de humatos desde 1/40 v/v hasta 1/60 v/v con respecto al control. La comparación múltiple de medias realizada, muestra diferencias significativas en la dilución 1/60 v/v, con el resto de las diluciones y con respecto al tratamiento control. El valor más alto de esta variable, se alcanza en una dilución de 1/60 v/v con 5.35.



ESx=0.001

Medias con letras distintas difieren ( $P \leq 0.01$ ), según Prueba de Tukey

**Figura 4.** Efecto de las diluciones de humatos de vermicompost sobre el número de hojas en plántulas de tomate *var. Mariela* en condiciones de semillero.

**Figure 4.** Effect of dilutions of humates from vermicompost on the number of sheets in tomato seedlings *var. Mariela* in seedling conditions.

El aumento del número de hojas en las plántulas tratadas con este humatos de vermicompost posibilitaría a éstas hacer un uso más eficiente de las radiaciones solares y por consiguiente incrementar aquellos procesos dependientes de la luz como son la fotosíntesis, la reducción del  $\text{NO}_3^-$  y la asimilación del  $\text{NH}_4^+$ . Además, pudiera elevarse la actividad respiratoria producida por un aumento de sustratos respiratorios emergentes de la fotosíntesis. El hecho de

que se vean favorecidos los procesos antes mencionados traería como consecuencia un incremento en la producción de biomasa, la cual puede ser atribuida al efecto tipo auxina de las sustancias húmicas presentes en este tipo de humus líquido y a la existencia de otras sustancias fitohormonales en este producto.

Los resultados obtenidos relacionados con el efecto benéfico del humatos de vermicompost en la altura de la planta, biomasa fresca y seca de raíz, y área número de hoja coinciden parcialmente en lo observado en otros estudios como tomate (Zaller, 2007; Bachmam; Metzger, 2008 y Reyes *et al.*, 2015), en pimiento (Berova y Karanatsidis, 2009). Respuestas relativamente similares a las antes señaladas fueron documentadas por Reyes *et al.* (2015) al evaluar el número de hojas en plántulas de tomate (*Solanum Lycopersicum*, L.) en respuesta a diluciones de 1/40, 1/50 y 1/60 (v/v) de humatos de vermicompost.

## CONCLUSIONES

Los humatos de vermicompost tienen efecto bioestimulantes sobre la altura, biomasa fresca y seca de la radícula y el número de hojas de plántulas de tomate, permitiendo que mejore su crecimiento y desarrollo en condiciones de salinidad.

## REFERENCIAS

- Aydin, A., Kant, C. y Turan, M. 2012. Humic acid applications alleviate salinity stress of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants decreasing membrane leakage. *African Journal of Agricultural Research*, 7, 1073-1086.
- Bachman, G., Metzger, J. 2008. Growth of bedding plants in commercial potting substrate amended with vermicompost. *Bioresource Technology*, 99: 3155-3166.
- Barros, D., Pascualoto, C., López, O., Oliveira, A., Eustáquio, P., Azevedo, M., Spaccini, R., Piccolo, A., y Facanha, A. 2010. Bioactivity of chemical transformed humic matter from vermicomposts on plant root growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 3681-3688.
- Berova, M. y Karanatsidis, G. 2009. Influence of bio-fertilizer, produced by *Lumbricus rubellus* on growth, leaf gas-exchange and photosynthetic pigment content of pepper plants (*Capsicum annum*). *Acta Horticulturae*, 830:447-452.
- Bittner, M., Hilscherová, K. y Gies, Y. 2007. Changes of AhR-mediated activity of humic substances after irradiation. *Environ Intern*, 3: 812-816.
- Canellas, P., Picolo, A., Dobbss, L., Spaccini, R., Olivares, F., Zandonadi, D. y Facanha, A. 2010. Chemical composition and bioactivity properties of size-fractions separated from a vermicompost humic acid. *Chemosphere*, 78: 457-466.
- Calderín, A., Louro, R., Portuondo, L., Guridi, F., Hernández, O., Hernández, R. y Castro, R. (2012). Humic acids of vermicompost as an ecological pathway to increase resistance of rice seedlings to water stress. *African Journal of Biotechnology*, 11, 3125-3134.
- Casanova, A.S., Gómez, O., Laterrol, H. y Anais, G. 2003. Manual para la producción protegida de hortalizas. Editorial AGROINFOR, MINAG, 250 p.

- Clapp, C., Chen, Y., Hayes, M. y Cheng, H. 2001. Plant growth promoting activity of humic substances. In: Swift RS, Sparks KM. eds. Understanding and managing organic matter in soils, sediments and waters. Madison, WI: IHSS, p: 243.
- Elena, A., Diane, L., Eva B., Marta, F., Roberto, B. y Garcia-Mina, J. 2009. The root application of a purified leonardite humic acid modifies the transcriptional regulation of the main physiological root responses to Fe deficiency in cucumber plants. Elsevier. Science Direct. Plant Physiology and Biochemistry, 27:29-39.
- Facanha, A., Facanha, A., Olivares, F., Guridi, F., Santos, G., Velloso, A., Rumjanek, V., Brasil, F., Schripsema, J., Braz-Filho, R., Oliveira, M. y Canellas L. 2002. Bioatividade de ácidos húmicos: efeito sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37:1301-1310.
- Gómez, O., Casanova, A., Laterrol, H. y Anais, G. 2000. Manual técnico. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. Instituto de Investigaciones Hortícola "Liliana Dimitrova" (IIHLD). La Habana, 159p.
- González, L. 2005. Efecto de la sequía simulada con PEG-6000 sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas de dos variedades de trigo. Cultivos Tropicales, 26 (4): 45-49.
- ISTA.1999. (International Seed Testing Association) International Rules for Seed Testing. Zurich, Switzerland, 321 p.
- Luna, R., Reyes, J., López, R., Reyes, M., Murillo, G., Samaniego, C., Espinoza, A., Ulloa, C. y Travéz, R. 2015. Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L). Centro Agrícola, 42(4):69-76.
- Montano, R. 2007. FitoMas-E. Bioestimulante derivado de la Industria Azucarera. Ciudad de la Habana: ICIDCA, 2007.10 p.
- Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A. y Vianello, A. 2002. Physiological effects of humic substances on higher plants. Soil Biology and Biochemistry, 34: 1527-1536.
- Quaggiotti, S., Ruperti, B., Pizzaghello, D., Francioso, O., Tugnoli, V. y Nardi S. 2004. Effect of low molecular size humic substances on nitrate uptake and expression of genes involved in nitrate transport in maize (*Zea mays* L.). Journal of Experimental Botany, 55: 803-813.
- Reyes, J., Torres, J., Murillo, B., Herrera, M., Guridi, F., Luna, R., López, R. y Real, G. 2015. Humatos de vermicompost y su efecto en el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L). Biotecnia, XVII (2): 9-12.
- Ruiz, C., Russian, T. y Tua, D. 2007. Effect of the organic fertilization in the cultivation of the onion (*Allium cepa*, L). Agronomía Tropical, 57(1): 7-14.
- Samburova, V., Didenko, T., Kunekov, E. y Zenobi, R. 2007. Functional group analysis of high-molecular weight compounds in the water-soluble fraction of organic aerosols. Atmospheric Environment, 41:4703-4710.
- StatSoft Inc.2011. Statistica. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1098 p.
- Vargas, C. y Suarez, F. 2008. Influence of microbial inoculation and co-compostqwing material on the evolution of humic-like substances during composting of horticultural wastes. Biochemistry, 41:1438-1443.
- Velazco, A. y Fernández, F. 2002. Caracterización microbiológica del desecho de la lombriz de tierra. Cultivos Tropicales, 11: 95-97.
- Zaller, J. 2007. Vermicomposts in seedling potting media can affect germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. Journal of Soil Biology, 43: 332-336.