



HUMATOS DE VERMICOMPOST Y SU EFECTO EN EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.)

HUMATES OF VERMICOMPOST AND THEIR EFFECT ON THE GROWTH TRAITS OF TOMATO (*Solanum lycopersicum* L.)

Juan José Reyes Pérez^{1*}, Juan Antonio Torres Rodríguez², Bernardo Murillo Amador³, Milton Fabián Herrera Herrera¹, Fernando Guridi Izquierdo⁴, Ricardo Augusto Luna Murillo¹, Ringo John López Bustamante¹, Gustavo Enrique Real Goya¹

¹ Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Mana, Avenida Los Almendros y Pujili. Edificio Universitario. La Maná, Ecuador.

² Universidad de Granma. Facultad de Ciencias Agrícolas. Carretera a Manzanillo Km 17 Peralejo, Apartado 21, Bayamo, Granma Cuba.

³ Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. Programa de Agricultura en Zonas Áridas. Instituto Politécnico Nacional No. 195, Colonia Playa Palo de Santa Rita Sur, La Paz, Baja California Sur, México.

⁴ Universidad Agraria de La Habana. Facultad de Agronomía. Carretera de Tapaste y Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

RESUMEN

Los bioestimulantes del crecimiento vegetal son sustancias naturales para el tratamiento de los cultivos como activadores de las funciones fisiológicas, por lo que su aplicación permite un mejor aprovechamiento de los nutrientes y representan una opción adecuada para enfrentar problemas de fertilidad de los suelos. El objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de humatos de vermicompost sobre variables morfométricas en plántulas de tomate. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial, cuyos factores fueron variedad de tomate Amalia, diluciones de humatos de vermicompost (0 y 1/40, 1/50, 1/60 v/v) con seis repeticiones por tratamiento. Se realizaron análisis de varianza y comparaciones independientes de medias ($p \leq 0.05$). El experimento se realizó en el año 2013 en Granma, Cuba, en malla sombra y se midió la longitud de radícula, altura de plántula, biomasa fresca y seca de radícula y de parte aérea. Se encontraron diferencias significativas para todas las variables ($p \leq 0.05$), mostrando respuesta diferencial entre diluciones de humatos y las variables morfométricas. El uso de humatos estimuló todas las variables morfométricas, permitiendo un mejor crecimiento y la obtención de plántulas vigorosas y de mayor calidad.

Palabras claves: bioestimulante, fertilidad del suelo, hortaliza

ABSTRACT

Vegetable growth bioestimulants are natural substances for crop treatments as activators of the physiological functions, so their application allows a better use of the nutrients and represent an appropriate option to face problems of soil fertility. The objective of the present study was to determine the effect of vermicompost humates on morphometric variables in tomato seedling. The experimental design was totally random with factorial arrangement whose factors were tomato variety Amalia, vermicompost humates

dilutions (0 and 1/40, 1/50, 1/60 v/v) with six repetitions per treatment. Variance analysis and independent comparisons of means ($p \leq 0.05$) were performed. The experiment was carried out in 2013 in Granma, Cuba, in mesh shade and the radicle length, traits height, fresh and dry biomass of radicle and of air parts were measured. There were significant differences for all the variables ($p.0.05$), showing differential answer among humates dilutions and the morphometric variables. The humates use stimulated all the morphometric variables, allowing a better growth and the obtaining of vigorous and of higher quality traits.

Keywords: bioestimulant, fertility of the soil, vegetable

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L) a nivel mundial es la segunda hortaliza de mayor importancia después de la papa. Se cultiva en diversos países, no obstante, en 2008 más del 70% de la producción se concentró en cuatro países: China (36%), Estados Unidos (14%), Turquía (12%) e India (11%) (SAGARPA, 2010). A escala mundial existen casi cuatro millones de hectáreas de superficie sembradas con el cultivo, lo que representa una producción de 105.7 millones de ton (FAO, 2010).

Esta solanaceae posee cualidades muy esenciales para adecuarse a la dieta alimenticia, para su consumo en fresco o procesado, representa una rica fuente de sales minerales y de vitaminas A y C, además de utilizarse en la industria cosmética, farmacéutica y ornamental. La planta es potencialmente perenne y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual según la variedad (Rodríguez *et al.*, 2001). Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar estas últimas, varios metros en un año (Rick, 1978). Se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas, métodos de cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad (Chamarro, 2001).

*Autor para envío de correspondencia: Juan José Reyes Pérez
Correo electrónico: jjreyesp1981@gmail.com

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 mundial, mismos que permiten 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 (Velazco y Fernández, 2002; Ruiz *et al.*, 2007).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de los humatos de vermicompost sobre algunas variables morfológicas en plántulas de tomate, con el fin de dilucidar la posible respuesta diferencial de la variedad a la aplicación del humatos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio

El estudio se realizó en una estructura de malla sombra, localizada en el municipio de Jiguaní, provincia Granma, Cuba.

Material genético

Se utilizaron semillas de la variedad Amalia 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).

Diseño experimental y tratamientos

El experimento se realizó mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial, donde el factor A fue variedad de tomate (Amalia), y el factor B fueron las tres diluciones de humatos de vermicompost (0 y 1/40, 1/50, 1/60), con seis repeticiones. Las semillas de la variedad se desinfectaron mediante inmersión por 5 min en una solución de hipoclorito de calcio, conteniendo 5% de cloro activo. Las semillas se lavaron con agua destilada y se embebieron en agua destilada (control) o en la dilución de humatos de vermicompost (0 y 1/40, 1/50, 1/60) durante 24 h.

Composición del humatos de vermicompost

El humatos es considerado un bioestimulador vegetal y/o portador de nutrientes (Ca, Mg, Na, P₂O₅, K, N), aminoácidos libres, polisacáridos, carbohidratos, elementos inorgánicos, sustancias humificadas, microorganismos benéficos, hormonas vegetales y humus solubles, cuya composición por fracciones químicas corresponden a un pH de 8,7, 53,4% de C, 4,85% de H, 35,6% de O, 3,05% de N, 0,72% de S, una relación H/C de 0,08, una relación O/C de 0,62, una relación C/N de 18,4, 4,82 de ácidos húmicos y 7,17 de ácidos fúlvicos

en una relación E₄/E₆ de su coeficiente óptico.

Manejo del experimento

Las semillas se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, las cuales contenían sogemix PM^{MR} como sustrato. Para mantener la humedad, se aplicaron riegos diarios con el fin de lograr una emergencia homogénea de las plántulas.

Variables morfológicas

Las semillas emergidas se mantuvieron por 24 días y se seleccionaron al azar 10 plántulas por repetición, a las cuales se les midió longitud de radícula (cm) y de plántula (cm), biomasa fresca (mg) y seca (mg) de radícula y de parte aérea (mg), 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 (72 h) y se pesaron en balanza analítica (biomasa seca).

Análisis estadístico

Se realizaron análisis de varianza y las diferencias entre medias de cada factor y variable se realizó mediante contrastes ortogonales ($p \leq 0.05$), es decir, comparaciones independientes de medias. Los datos de porcentaje de emergencia se transformaron mediante arcoseno (Little y Hills, 1989; Steel y Torrie, 1995). Los análisis estadísticos se realizaron con el programa Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft, Inc., 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla.1 se muestra la influencia del humatos de vermicompost sobre algunas variables morfológicas en plántulas de tomate. Se aprecia que el efecto es de incrementar las variables a medida que se incrementan las diluciones de humatos desde 1/40 v/v hasta 1/60 v/v con respecto al tratamiento control.

La comparación múltiple de medias realizada (Tabla.1), muestra diferencias significativas en las variables altura de la plántula, diámetro del tallo, largo de la raíz, número de hojas, biomasa fresca y seca de la raíz y área foliar en la dilución 1/60 v/v con el resto de las diluciones y con respecto al tratamiento control.

El humatos promovió la altura de la plántula y contrarrestó el efecto de NaCl, lo cual coincide con Fernández-Luqueño *et al.* (2010) que reportan crecimiento superior a 1/3 respecto al control en altura de planta en frijol tratado con vermicompost. Resultado similar reporta Channabasaganowda *et al.* (2008) en trigo. Buniselli *et al.* (1990) reportan incrementos de peso, altura de planta, longitud de mazorca y rendimiento de grano en maíz tratado con ácidos húmicos.

Los ácidos húmicos de vermicompost influyen positivamente en el crecimiento. Lo anterior se debe a que los ácidos húmicos incrementan la permeabilidad de la mem-

Tabla 1. Efecto del humatos de vermicompost en el promedio de algunas variables morfométricas en plántulas de tomate bajo condiciones de estrés salino.
Table 1. Effect of vermicompost humates on the average of some morphometric variables in tomato seedlings under salt stress conditions.

Disoluciones de HV (v/v)	AP (cm)	DT (mm)	LR (cm)	NH	BFR (g)	BSR (g)	BFAF (g)	BSAF (g)
1/40	12,68 ^c	1,9 ^c	6,42 ^c	2,80 ^c	0,07 ^c	0,05 ^c	1,08 ^c	0,75 ^c
1/50	16,3 ^b	2,4 ^b	7,82 ^b	3,48 ^b	0,089 ^b	0,072 ^b	1,32 ^b	0,82 ^b
1/60	18,85 ^a	2,8 ^a	8,91 ^a	4,10 ^a	0,109 ^a	0,092 ^a	1,54 ^a	0,93 ^a
To	11,05 ^d	1,7 ^d	5,32 ^d	2,38 ^d	0,042 ^d	0,036 ^d	0,9 ^d	0,62 ^d
ESx	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01

Medias con letras distintas en una misma columna difieren ($P \leq 0.01$), según Prueba de Tukey. HV: humatos de vermicompost, AP: altura de la plántula; DT: diámetro del tallo; LR: largo de la raíz; NH: número de hojas por plántula; BFR: biomasa fresca de la raíz; BSR: biomasa seca de la raíz; BFAF: biomasa fresca del área foliar; BSAF: biomasa seca del área foliar.

brana celular en plántulas de tomate, que a pesar de las condiciones hipertensas del medio, favorece la imbibición para solubilizar almidones y carbohidratos en radícula. Humatos funciona como regulador o promotor del crecimiento (Nardi *et al.*, 2002), debido a los ácidos abscísico e indolacético del vermicompost (Barros *et al.*, 2010). Ermakov *et al.* (2000) reportan que el ácido húmico absorbido por las células, aumenta su permeabilidad y la absorción de nutrimentos. El aumento significativo de la biomasa fresca y seca de radícula conforme aumentó el humatos de vermicompost y el incremento de ambas variables con la aplicación de humatos, coincide con Fernández-Luqueño *et al.* (2010) que reportan incrementos de biomasa fresca de raíz y biomasa seca de raíz en frijol tratado con sustancias húmicas. Chen y Aviad (1990) señalan que las sustancias húmicas incrementan la biomasa seca de raíces.

La respuesta de la biomasa fresca y seca de parte aérea al humato fue positiva, resultados que coinciden con los de Arancon *et al.* (2002) que reportan incrementos en biomasa fresca y seca de tallo con la aplicación de vermicompost en plantas tomate, sometidos a estrés por salinidad. Kalantari *et al.* (2010) observaron lo mismo pero en plántulas de maíz. Samson y Visser (1989) indican que los ácidos húmicos generan permeabilidad de membrana celular en raíces e incrementan la absorción de nutrientes. Guichard *et al.* (2001). Fernández-Luqueño *et al.* (2010) plantea que la aplicación de vermicompost incrementa la biomasa fresca de parte aérea y biomasa seca de parte aérea en cualquier forma de aplicación.

Los resultados del presente estudio coinciden con Acevedo y Pire (2004) quienes aplicaron lombricompost como fuente de ácido húmico en *Carica papaya* L., encontrando incrementos en los indicadores de crecimiento área foliar, altura de planta, diámetro de tallo y materia seca total, esto se atribuye a las sustancias del ácido húmico que estimulan el crecimiento vegetal.

Los resultados obtenidos con relación a los indicadores anteriormente analizado indican que los humatos de vermicompost son efectivos en las condiciones de este tipo de suelo en la fase de semillero, al lograrse incrementos sig-

nificativos con respecto a los mismos. En tal sentido, se ha comprobado que estos humatos manifiestan su actividad biológica de manera significativa aún en bajas concentraciones en este cultivo. Los efectos positivos de este nuevo bioestimulante han demostrado favorecer el crecimiento vegetal al bioestimar distintos procesos fisiológicos-bioquímicos de la planta.

De los resultados se puede derivar que al imbibir las semillas en disoluciones 1/60 (v/v) de humatos de vermicompost, provoca beneficios en las variables morfométricas al acortar el tiempo en el semillero prácticamente en 6 días, pues las plántulas tienen tendencia a tener mayor número de hojas, altura, longitud de raíz, es decir manifiestan condiciones adecuadas para realizar el transplante.

Por otra parte las sustancias húmicas contenidas en el humatos de vermicompost no sólo logran un efecto bioestimulante, sino también pudieran establecer aunque en muy pequeñas cantidades de sustancias, un efecto nutricional en las plántulas, a su vez pueden causar un efecto mayor embebiendo las semillas, lo que garantiza una mayor disponibilidad para la incorporación de sus componentes a través de las raíces.

Los resultados del presente estudio coinciden con los de Marquéz *et al.* (2013) quienes determinaron que la fertilización orgánica en el Chile Piquín en condiciones protegidas, incrementa, la longitud del fruto, el número de frutos, diámetro de los frutos y la biomasa fresca de los frutos. Por otra parte Moreno *et al.*, (2014) plantea que la aplicación de mezclas de vermicompost – arena bajo condiciones protegidas tuvo un incremento favorable en los indicadores altura de planta, longitud del fruto, diámetro del fruto y peso de los frutos.

CONCLUSIONES

El uso de humatos de vermicompost estimuló las variables morfométricas altura de plántula, longitud de radícula, biomasa fresca y seca de raíz, tallo y el número de hojas en plántulas de tomate, permitiendo la obtención de plántulas vigorosas y de mayor calidad, reduciendo la etapa de semillero en 6 días.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, I.C.; y Pire, Y.R. 2004. Efecto del lombricompost como enmienda de un sustrato para el crecimiento del lechoso (*Carica papaya* L.). *Interciencia* 29: 274-279.
- Arancon, N.Q.; Edwards, C.A.; Bierman, P.; Metzger, J.D.; Lee, S and Welch, C. 2002. Effects of vermicomposts on growth and marketable fruits of field-grown tomatoes, peppers and strawberries. *Pedo Biología* 47: 731-735.
- Barros, D.L.; Pascualoto, C.L.; López, O.F.; Oliveira, A.N.; Eustáquio, P.L.; Azevedo, M.; Spaccini, R.; Piccolo, A and Facanha, A.R. 2010. Bioactivity of chemical transformed humic matter from vermicomposts on plant root growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58: 3681-3688.
- Bunisselli, M.; Gigliotti, G.Y. and Giusquiani, Y.P.L. 1990. Applicazione del compost da RSU in agricoltura. I: effetto sulla produttività del mais e desino dei nutrienti e dei metalli pest ani nel terreno. *Agrochimica* 35:13-25.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y Fisiología de la planta. In: El cultivo del tomate. F.Nuez. Mundi Prensa. España: 43-91 pp.
- Channabasanagowda, N.K.; Patil, B.; Patil, B.N. and Awaknavar, J.S. 2008. Effect of organic manure on growth, seed yield and quality of wheat. *Journal of Agricultural Sciences* 29: 366-368.
- Chen, Y.; Aviad, T. 1990. Effects of humic substances on plant growth, contribution from seagram center for soil and water sciences, Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem, Rehovot, Israel, In: "Humic Substances in Soil Crop Sciences: Selected Readings". MacCarthy, C.E.; Clapp, Malcom, R.L. and Bloom, P.R. (Eds.). American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, U.S.A. p. 161-182.
- Ermakov ,E.I.; Ktitorova, I.N. and Skobeleva, O.V. 2000. Effect of humic acid in the mechanical properties of cell walls. *Russian Journal of Plant Physisology* 47: 518-525.
- FAO, 2010. Estadísticas sobre la producción mundial de jitomate. Disponible en línea: <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx> (consulta marzo30, 2011).
- Fernández-Luqueño, F.; Reyes, V.V.; Martínez, S.C.; Salomon, H.G.; Yañez, M.J.; Ceballos, R.J.M. and Dendooven, L. 2010. Effect of different nitrogen source on plant characteristics and yield of common bean (*Phaseolus vulgaris*). *Bioresource Technology* 101: 396-403.
- Guichard, S.; Bertin, N.; Cherubino, L. and Christian, G. 2001. Tomato fruit quality in relation to water an carbon fluxes. *Agonomie* 21: 385-392.
- ISTA. 1999. International Seed Testing Association. International Rules for Seed Testing. Zurich, Switzerland. 321 p.
- Kalantari, S.; Hatani, H.; Ardalan, M.M.; Alikhani, H.A. and Shorofa, M. 2010. The effect of compost and vermicomposts of yar leaf manure on growth of corn. *African Journal of Agricultural Research* 5: 1317-1323.
- Little, T.M.; and Hills, F.J.1989. 'Statistical methods in agricultural research'. Versión en español. 'Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura'. Ed. Trillas. México. 128 p.
- Márquez, C; López, S; Cano, P; Moreno, A. Fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile Piquín bajo condiciones protegidas. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 19 (3): 279-286, 2013.
- Moreno, A; Rodríguez, N; Reyes, JL; Márquez, C; Reyes, J. Comportamiento del Chile Húngaro (*Capsicum annum*) en mezclas de vermicompost-arena bajo condiciones protegidas. *Rev. FCA UNCUYO*. 46 (2): 97-111, 2014.
- Nardi, S.; Pizzeghello, D.; Muscolo, A. and Vianello, A.2002. Physiological effect of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry* 34: 1527-1536.
- Rick, C. M. 1978. The tomato. *Sci. Amer.*, 239: 67-76 pp.
- Rodríguez, R. Tavares, R. y Medina, 2001. Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.
- Ruiz, C., Russian, T.; Tua, D. 2007. Effect of the organic fertilization in the cultivation of the onion (*Allium cepa* L.). *Agronomia Tropical* 24: 15-24.
- Samson, G., and Visser, S.A.1989. Surface-active effects of humic acids on potato cell membrane properties. *Soil Biology and Biochemistry* 21: 343-347.
- StatSoft Inc. 2011. Statistica. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA. 1098 p.
- Steel, G.D.R.; Torrie, J.H. 1995. 'Bioestadística. Principios y procedimientos'. Ed. McGraw Hill. México. 92 p.
- Velazco, A.; Fernández, F. 2002. Caracterización microbiológica del desecho de la lombriz de tierra. *Cultivos Tropicales* 11: 95-97.