

# APROVECHAMIENTO DE UN RESIDUO SÓLIDO VERMICOMPOSTADO EN LA PRODUCCIÓN DE POSTURAS DE HORTALIZAS.

Dariellys Martínez Balmori, Faustino Timoteo Denis Palacio, Saturnina Mesa Rebato, Rafael Huelva López, Fernando Guridi Izquierdo

Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", Cuba.

## Introducción

Compensar las necesidades de alimentos en una población que asciende a ritmo acelerado es uno de los desafíos esenciales del siglo XXI. Esto ha motivado la búsqueda de alternativas que permitan un modo de actuar ecológicamente sostenible, y dentro de estas alternativas se encuentran las sustancias húmicas de las que varios autores han reportado su efecto beneficioso en el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Según Nardi *et al* (2009), las sustancias húmicas pueden afectar directamente el crecimiento radical de las plantas, especialmente mediante una inducción tipo auxina de síntesis de proteínas y activación de H<sup>+</sup>-ATPasas de membrana plasmática (Canellas *et al.*, 2011).

En el Departamento de Química de La Universidad Agraria de La Habana se ha venido trabajando por un largo periodo de tiempo en la obtención de extractos acuosos de sustancias húmicas con la finalidad de estimular el crecimiento, desarrollo y producción de los cultivos, utilizando diferentes procedimientos y mezclas extractivas. En la obtención de estos extractos líquidos, se genera un residuo sólido, insoluble en agua, que constituye alrededor del 90% de la materia prima inicial (Calderín *et al.*, 2009) y que generalmente es desechado a pesar de haberse comprobado que en este residuo aún persisten sustancias con actividad biológica (Calderín *et al.*, 2009; Mesa, 2011). De esta manera este trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del residuo sólido vermicompostado (RSV), conformando un sustrato, mezclado con un suelo Ferralítico Rojo lixiviado al 30% en la producción de posturas de tomate y col.

## Materiales y Métodos

El residuo sólido vermicompostado (RSV) fue obtenido en el Departamento de Química de la Facultad de Agronomía, y se corresponde con el residuo que se obtuvo del proceso de extracción de sustancias húmicas acuosas, a partir de vermicompost de estiércol vacuno, según la metodología de Hernández (2010), con algunas modificaciones. El RSV fue expandido para su secado al aire, homogenizado y tamizado a un tamaño de partícula (2µm) y mezclado en un 30% con un suelo Ferralítico Rojo lixiviado, previamente tamizado a igual tamaño de partícula, tomado del horizonte A con profundidad de 0-20 cm, de la Finca "La Ceiba", perteneciente a la CCS Nelson Fernández, localizada en el Municipio de San José de las Lajas, Mayabeque.

El experimento fue desarrollado en condiciones semicontroladas (semillero tecnificado), en dicha Finca, entre los meses de noviembre-diciembre del 2013 y se utilizaron semillas certificadas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de la variedad Esven y de col (*Brassica oleracea* L.) del híbrido Globe Master, cedidas por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Para un total de 2 tratamiento por cada uno de los cultivos, el tratamiento sólido residual (RST y RSC) y el tratamiento control (CT y CC), donde el sustrato en este caso es solamente suelo, para el tomate y la col respectivamente. Tanto el RSV como el suelo utilizados fueron caracterizados a través de medidas de pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, contenido de iones Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>, y contenido de P disponible. A los 10, 20 y 30 días después de germinadas (DDG) las plántulas de col y tomate fueron evaluados los indicadores anatomorfológicos: longitud del tallo, la longitud de la raíz, el diámetro del tallo, y la masa seca de parte aérea y raíz. Para todas las evaluaciones fueron utilizadas 20 plantas por tratamiento. Los datos fueron procesados estadísticamente utilizando el paquete estadístico Statgraph v 5.1

realizando una análisis de varianza simple (ANOVA), la comparación múltiple de medias fue realizada utilizando el test de Turkey al 95% de confianza.

### Resultados y Discusión

El RSV obtenido representó el 81% de la masa inicial del vermicompost que se utilizó como materia prima. Calderín *et al.*, (2009) quienes obtuvieron un residuo sólido con otra metodología reportan que el residuo sólido final obtenido en la extracción se corresponde con el 90% del material inicial, lo que pudiera estar determinada por las diferencias de operaciones de laboratorio que existen entre ambas metodologías de extracción de sustancias húmicas a partir de vermicompost.

Calderín (2010) obtuvo un residuo sólido para la retención de metales pesados, a partir de vermicompost de estiércol vacuno y en la caracterización de este material mediante espectroscopia infrarroja y espectrometría de masas, el autor comprobó la presencia de una diversidad de grupos funcionales y fragmentos estructurales semejantes a compuestos fitohormonales naturales, aminoácidos, polisacáridos y ácidos grasos. También, Mesa (2011) realizó una segunda extracción a partir de este sólido residual vermicompostado y encontró ácidos húmicos y ácidos fúlvicos en el nuevo extracto. Según Calderín *et al.* (2013), después de la extracción de sustancias húmicas solubles a partir de vermicompost de estiércol vacuno, se obtiene un material con características similares a las encontradas en las sustancias húmicas. De esta forma, el residuo sólido de color oscuro e insoluble en agua obtenido en este trabajo se corresponde con una fracción húmica insoluble y pudiera ser utilizado como sustrato en la producción de plántulas de hortalizas.

En la Tabla 1 se presentan los resultados de la caracterización del suelo y del RSV utilizados como sustrato en la obtención de posturas de tomate y col. El valor de pH del suelo se encuentra dentro del rango de valores de pH reportados para suelos Ferralíticos Rojos lixiviados (Rosquete, 2011); ya en el caso del residuo sólido, el valor de pH tiende a la basicidad, lo que era de esperarse debido a la mezcla extractiva usada. Grosbellet *et al.*, (2011) en el estudio del efecto de la incorporación de materia orgánica sobre las características estructurales del suelo, reportan para un compost de residuo verde un valor de pH de 9, valor que disminuye hasta la neutralidad cuando se incorpora al suelo en proporciones de 20 y 40%. Los valores de conductividad eléctrica encontrados en el suelo y el residuo son similares e indican que el contenido de sales no es excesivo por lo que el riesgo por fitotoxicidad sería mínimo.

**Tabla 1.** pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica y contenido de iones calcio y magnesio y de fósforo del suelo y el residuo sólido vermicompostado.

	pH	Conductividad (mS.cm <sup>-1</sup> )	% MO	Ca <sup>2+</sup> (cmol.Kg <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (cmol.Kg <sup>-1</sup> )	P (ppm)
Suelo	7.4	12.82	4.23	20.50	4.50	28
RSV	8.7	14.34	56.60	27.00	16.50	1945

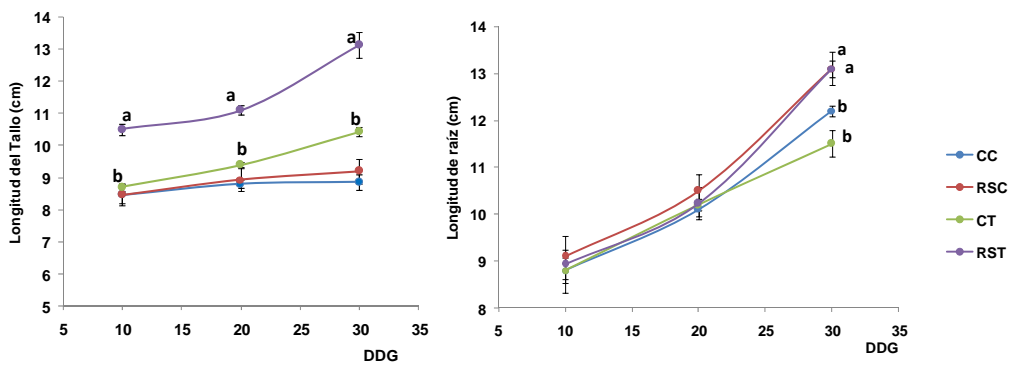
Para el caso del suelo, los valores encontrados en este trabajo se corresponden con los reportados en la literatura para suelos Ferralíticos Rojos lixiviados, pero con diferentes usos de la tierra (Rosquete, 2011). Es posible que los elevados valores de materia orgánica y el bajo contenido de fósforo estén relacionados con las labores agrícolas que se realizan en dicha Finca, como por ejemplo, la rotación de cultivos, el uso racional de fertilizantes inorgánicos, etc. No obstante, el contenido de MO y Ca<sup>2+</sup> encontrados en este trabajo se corresponden con suelos que presentan un estado estructural satisfactorio (Ortega *et al.*, 2011).

Los resultados superiores encontrados para el residuo sólido se corresponden con los obtenidos por Grosbellet *et al.*, (2011) para dos tipos diferentes de compost. Los valores del porcentaje de materia orgánica y del contenido de P se encuentran dentro del rango de valores reportados para sustancias húmicas extraídas de vermicompost (Calderín *et al.*, 2013). Además, el elevado contenido de P puede ser debido a que en la solución extractiva empleada para la obtención de este residuo sólido, es utilizado el  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .

Los contenidos de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  para el residuo sólido (Tabla 5) son superiores a los encontrados en el suelo y difieren a los reportados por Ruiz (1999) para diferentes vermicompost de estiércol vacuno, con un rango de 75-100 y 5-8  $\text{cmol.Kg}^{-1}$  de iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  respectivamente. El menor contenido de iones  $\text{Ca}^{2+}$  encontrado en el RS puede ser debido a que en los extractos de sustancias húmicas son encontrados estos iones en solución y el elevado contenido de iones  $\text{Mg}^{2+}$  pudiera estar determinado por el propio proceso de vermicompostaje. Según Calderín *et al.*, (2014) las características químicas, físicas y biológicas de los vermicompost dependen de la naturaleza de los materiales originales, de la temperatura del proceso de compostaje, del tiempo de maduración y del tipo de lombriz.

En la figura 1 se muestran los resultados para la longitud del tallo y de raíz de posturas de tomate y col a los 10, 20 y 30 DDG. De manera general, en ambos indicadores para los dos cultivos se encuentran diferencias significativas a los 30 DDG entre los tratamientos, o sea, en el momento del transplante.

Para el indicador longitud del tallo, para el cultivo de la col, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, para el caso del cultivo del tomate, ya a partir de los 10 DDG este indicador es estadísticamente superior en el tratamiento con residuo sólido (RST). Para el indicador longitud de la raíz, se encontraron solamente diferencias significativas entre los tratamientos a los 30 DDG las plántulas para ambos cultivos, siendo los tratamientos con el residuo sólido los de mayor valor.



**a...b Letras desiguales difieren significativamente (Tukey,  $p < 0.05$ )**

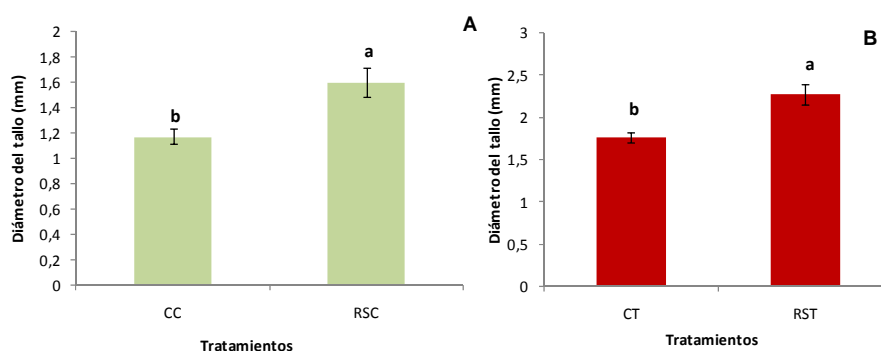
Figura 1. Longitud del tallo y raíz de plántulas de col y tomate a los 10, 20 y 30 DDG.

En la figura 3 se muestran los resultados del diámetro del tallo de plántulas de col (A) y tomate (B) a los 30 DDG. Para ambos cultivos se observa un aumento significativo de este indicador en las plántulas sembradas con el sustrato conformado con el residuo sólido.

Las características de las plántulas de tomate están dentro del rango que reporta la literatura para que se lleve a cabo el transplante, ya para el caso de la col estos indicadores se

encuentran por debajo de lo reportado, lo que puede estar influenciado por la variedad utilizada en este trabajo y por haber sufrido el ataque del minador de la hoja: *Liriomyza trifolii* Burgess.

Como se observa en la tabla 2, la biomasa de la parte aérea y de raíces de las plántulas de col y tomate cultivados con el residuo sólido vermicompostado son significativamente superiores al control.



**a...b Letras desiguales difieren significativamente (Tukey,  $p < 0.05$ )**

Figura 3. Diámetro del tallo de plántulas de col (A) y tomate (B) a los 30 DDG.

La estimulación del crecimiento en las plántulas probablemente sea debido a la naturaleza húmica del residuo sólido vermicompostado. El efecto beneficioso de las sustancias húmicas en la estimulación del crecimiento y desarrollo ha sido reportada por varios autores en cultivos como el rábano (Mesa, 2011), la col (Camacho y Díaz, 2011), el maíz (Martínez *et al.*, 2012; Aguiar *et al.*, 2013), el arroz (Calderín *et al.*, 2013) y el tomate (Arteaga, 2014).

Dicho efecto ha sido relacionado con el incremento de la actividad de la enzima  $H^+$ -ATPasa de membrana plasmática (Canellas *et al.*, 2009), en la misma forma que auxinas exógenas inducen el crecimiento (Aguiar *et al.*, 2013). Otra posibilidad es la presencia en este residuo de estructuras semejantes a las fitohormonas como las auxinas, giberelinas y citoquininas, como las encontradas por Calderín (2010), lo que tendría que ser demostrado.

Tabla 2. Masa seca de parte aérea y raíz de plántulas de col y tomate a los 30 DDG.

	Parte aérea masa seca (mg)	Raíz masa seca (mg)
<b>CC</b>	32,88 b	5,62 b
<b>RSC</b>	61,18 a	11,29 a
ESx	2,17	0,48
<b>CT</b>	34,94 b	17,43 b
<b>RST</b>	88,54 a	33,14 a
ESx	1,63	0,48

**a...b Letras desiguales difieren significativamente (Tukey,  $p < 0.05$ )**

## Conclusiones

➤ El residuo sólido vermicompostado se caracterizó por un pH ligeramente alcalino, niveles relativamente elevados de materia orgánica y fósforo, y valores de conductividad eléctrica semejantes al del suelo usado para conformar el sustrato.

- Los indicadores anatomorfológicos evaluados en las plántulas de tomate y col aumentaron significativamente con el uso del residuo sólido vermicompostado.
- El residuo sólido vermicompostado obtenido en la extracción de sustancias húmicas acuosas puede ser aprovechado en la producción de plántulas de tomate y col.

### Referencias Bibliográficas

- Aguiar, N.O., Olivares, F.L., Novotny, E.H., Dobbss, L.B., Balmori, D.M., Santos-Junior, L.G., Chagas, J.G., Façanha, A.R., Canellas, L.P. (2012) Bioactivity of humic acids isolated from vermicomposts at different maturation stages. *Plant Soil* (2013) 362:161–174.
- Arteaga, M. (2014) Liplant: Alternativa para la producción ecológica del tomate. Tesis de Doctorado en opción al título de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad Agraria de La Habana.
- Calderín, A., Guridi, F., Mollineda, A., García, E., Pimentel, J., Huelva, R., Valdés, R., Hernández, O. (2009) Efectos biológicos de derivados del humus de lombriz sobre el crecimiento de plántulas de maíz (*Zea Mays L., Var. Canilla*), *Revista Centro Agrícola*, 36(1): 27-31.
- Calderín, A. (2010) Retención de metales pesados y actividad biológica de la fracción residual de un vermicompost. Tesis de Maestría en opción al título de Máster en Ciencias de la Química Agraria. Universidad Agraria de La Habana.
- Calderín, A.G., Izquierdo, F.G., González, O.L.H., Armas, M.M.D., López, R.H., Rebato, S.M., Martínez, D.B., Berbara (2013) Biotechnology of humified materials obtained from vermicomposts for sustainable agroecological purposes. *Afr. J. Biotechnol*, 7: 625-634.
- Calderín, A.G.; Guridi, F.I.; Berbara, R.L.L (2014) Effects of Humic Materials on Plant Metabolism and Agricultural Productivity. Chapter 18 in *Emerging Technologies and Management of Crop Stress Tolerance*, Vol 1. Editora Elsevier Inc. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-800876-8.00018-7>.
- Camacho F., Díaz M.M. (2011) Efecto de bioestimulantes inocuos de origen natural en brassicas. La biodesinfección para el control de patógenos del suelo. Ediciones Agrotécnica S.L. ISBN13:978-84-87480-82-9 España.
- Canellas, L.P.; Dantas, D.J.; Aguiar, N.O.; Peres, L.E.P.; Zsögön, A.; Olivares, F.L.; Dobbss, L.B.; Façanha, A.R.; Nebbioso, A.; Piccolo, A. (2011) Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants. *Ann Appl Biol* 159:202–211.
- Grosbellet, C., Vidal, L., Caubel, V.; Charpentier, S. (2011). Improvement of soil structure formation by degradation of coarse organic matter. *Geoderma*, 162: 27-38.
- Hernández, O. (2010) Modificaciones al proceso de obtención de sustancias húmicas a partir de vermicompost: efectos biológicos. Tesis de Maestría en opción al título de Máster en Ciencias de la Química Agraria. Universidad Agraria de La Habana.
- Martínez, D.B., Huelva, R., Portuondo, L. Guridi, F. (2012) Evaluación del efecto protector de las sustancias húmicas líquidas en plantas de maíz cultivar P-2928 en condiciones de salinidad. *Revista Centro Agrícola*, 39(1):29-32.
- Mesa, S. (2011) Extractos de un residuo sólido y sus efectos en el cultivo del rábano (*Raphanus sativus L.*) en condiciones semicontroladas. Tesis de Maestría en opción al título de Máster en Ciencias de la Química Agraria. Universidad Agraria de La Habana.
- Nardi, S.; Carletti, P.; Pizzeghello, D.; Muscolo, A. (2009) Biological activities of humic substances. In: Senesi N, Xing B, Huang PM (eds) *Biophysico-chemical processes involving natural nonliving organic matter in environmental systems*. Vol 2, part 1. Fundamentals and impact of mineral-organicbiota interactions on the formation, transformation, turnover, and storage of natural nonliving organic matter (NOM). Wiley, Hoboken, pp: 305–339.
- Ortega, F., Ponce, D., Rosquete, M. (2011). La degradación histórica de los suelos Ferralíticos Rojos de Cuba y tendencias actuales. Comunicación personal con el autor.

Rosquete, M (2011) Participación de la materia orgánica en la estructura de suelos de composición ferráltica. Tesis de Maestría en opción al título de Máster en Ciencias de la Química Agraria. Universidad Agraria de La Habana.

Ruiz, V. E. (1999). Evaluación de algunos parámetros químico-físicos de cinco tipos de vermicompost producidos en cuba. Monografía. Anuario UNAH. 6-32.