

PRUEBA DE FITOTOXICIDAD PARA EVALUAR EL GRADO DE MADUREZ EN ABONOS ORGÁNICOS.

Clara García Ramos, Francisco Martínez Rodríguez, Nereida Chávez González, Marcela Hernández Guillén, Juana María Dantín Martínez y José Ángel Pascual Amaro.

RESUMEN

La madurez de un compost se puede establecer mediante bioensayos de germinación con especies sensibles a metabolitos fitotóxicos. Estas sustancias debieran ser metabolizadas o inmovilizadas durante la fase de maduración del compostaje, generando un material estabilizado biológicamente y con una baja o nula fitotoxicidad. Para evaluar de forma rápida el grado de madurez de los abonos orgánicos, en este trabajo, se introduce la prueba de fitotoxicidad de Zucconi. Con la aplicación de este método se evita el uso de abonos orgánicos de baja calidad, eliminando de esta manera los posibles efectos adversos sobre el suelo y la planta, así como un impacto negativo sobre el medio ambiente agrícola al impedir la liberación de sustancias fitotóxicas que podrían afectar negativamente el desarrollo de los cultivos. El índice de germinación se determinó con el empleo de semillas de rábano (*Raphanus sativum*) en compost de 44 organopónicos de La Habana. Los resultados mostraron que el 67 % de los compost muestreados presentaron valores de IG $\geq 80\%$ lo que manifiesta que los mismos no presentaron sustancias fitotóxicas, el 7 % presentó valores de IG $\leq 50\%$ indicando la presencia de sustancias fitotóxicas y el 26% presentó valores de IG entre 50% y 80% mostrando presencia moderada de estas sustancias. Con la aplicación de esta metodología se ratifica que el Índice de Germinación representa un indicador más sensible para describir el potencial fitotóxico de un material orgánico que el porcentaje de germinación. Los resultados muestran lo efectivo del método para determinar la madurez del compost.

Palabras Clave: Índice de germinación, sustancias fitotóxicas, compost.

Phytotoxicity test to evaluate maturity gradation in organic fertilizers.

ABSTRACT

The maturity of the compost can be determined by germination assays using plants species sensitive to phytotoxic metabolites. These substances should be transformed or immobilized during the maturity phase of the composting process, leading to a biological stable material with very low phytotoxicity. This work intended to introduce the Zucconi's phytotoxicity test in order to establish a quick method to evaluate the maturity gradation of organic fertilizers. The application of this method discard the use of organic fertilizers with low quality. Consequently it can be avoid the possible adverse effects on plant, soil and environment, preventing the release of phytotoxic substances affecting crops development. The germination index (GI) was determined using seeds of *Raphanus sativum* in 44 compost samples of the production areas. According to the results, the 67 % of the production areas showed values of GI $\geq 80\%$, representing no presence of phytotoxic substances; the 7 % showed GI $\leq 50\%$ indicating strong presence of such elements and the 26 % presented values between 50 to 80 % showing moderated presence of these

MSc. Clara García Ramos, Investigador Agregado del Departamento de Biología de Suelos. Instituto de Suelos. Autopista Costa-Costa, y Antigua Carretera de Vento, Km. 8½., Capdevila, Boyeros. La Habana, Cuba. E-mail: investigacion5@isuelos.co.cu

substances. The application of this methodology reinforce the importance of the GI, being a more sensitive parameter than the germination percentage when evaluating the phytotoxic potential of an organic material. Our results showed the effectiveness of the method to determine the maturity of the compost.

Key words: germination index, phytotoxic substances, compost.

INTRODUCCIÓN

La estabilidad y madurez del compost han sido estudiadas como factores influyentes en la supresión de enfermedades (Suarez-Estrella *et al.*, 2007 y Atravia *et al.*, 2010). La estabilidad está relacionada con el grado de descomposición de la materia orgánica y puede ser expresada como una función de la actividad microbiana en el compost, que se evalúa por pruebas respirométricas (Wuet *et al.*, 2000). La madurez se refiere al grado de descomposición de los compuestos fitotóxicos orgánicos producidos durante la fase de composteo y se evalúa a través de bioensayos con plantas indicadoras (Wuet *et al.*, 2000 y Mazzarino *et al.*, 2012).

La madurez de un compost debe ser considerada antes de la aplicación agrícola, con el objetivo de evitar efectos adversos sobre el suelo y la planta, así como un impacto negativo sobre el medio ambiente agrícola. Nogales *et al.*, (1995) refieren que dentro de los impactos negativos se pueden señalar los siguientes: inmovilización del nitrógeno asimilable del suelo, que provocará deficiencias de este nutriente en la planta y liberación de sustancias fitotóxicas desde los compost que podrían afectar negativamente al desarrollo de los cultivos.

La madurez se puede establecer mediante ensayos de germinación con especies sensibles a metabolitos fitotóxicos (Zubillaga *et al.*, 2008 y Nogales *et al.*, 2014), ya que algunos materiales pueden presentar compuestos fitotóxicos perjudiciales para el desarrollo vegetal (Pérez, 2011). Los efectos fitotóxicos producidos por los residuos orgánicos son el resultado de una combinación de factores que incluye la presencia de metales pesados, alto contenido de

sales, amonio y ácidos orgánicos de bajo peso molecular producido en las primeras etapas del compostaje (Varnero *et al.*, 2007, Zubillaga *et al.*, 2008 y Nogales *et al.*, 2014), todos los cuales han mostrado tener un efecto inhibitorio en la germinación de semillas. Estas sustancias debieran ser metabolizadas o inmovilizadas a medida que avanza el proceso de compostaje, generando un producto estabilizado biológicamente y con una baja o nula fitotoxicidad (Varnero *et al.*, 2007).

La determinación de estas sustancias tóxicas en forma independiente encarece los análisis. Esto ha incentivado el uso de los bioensayos con semillas sensibles a fitotóxicos (Emino y Warman, 2004; Hernández *et al.*, 2011 y Hernández *et al.*, 2013), para evaluar los efectos sinérgicos de estas sustancias sobre la germinación y el crecimiento de las plantas.

Escobar *et al.* (2012) señalan que durante el periodo de germinación y los primeros días de desarrollo de la plántula ocurren numerosos procesos fisiológicos en los que la presencia de una sustancia tóxica puede interferir alterando la supervivencia y el desarrollo normal de la planta, siendo por lo tanto una etapa de gran sensibilidad frente a factores externos adversos. Por otra parte, muchas de las reacciones y procesos involucrados son generales para la gran mayoría de las semillas, por lo que la respuesta de esta especie y los datos obtenidos a partir de la aplicación de esta prueba son en gran medida representativos de los efectos en semillas o plántulas en general. El éxito o aptitud de una plántula para establecerse en un ambiente determinado es de gran importancia para garantizar la supervivencia de la especie. La

evaluación del desarrollo de la radícula constituye un indicador representativo para determinar la capacidad de establecimiento y desarrollo de la planta.

Diversas metodologías han sido puestas a punto con este objetivo; entre ellas, la de mayor alcance corresponde a la determinación del índice de germinación utilizando berro de agua (*Lepidium sativum*) en extractos de compost propuesta por Zucconi *et al.* (1981). Esta metodología se ha modificado en sucesivas ocasiones probando nuevas especies indicadoras (Pérez *et al.*, 2011) como el uso de semillas de *Raphanus sativus* (rábano), *Lactuca sativa* L. (lechuga) y *Solanum lycopersicum* L. (tomate). Estudios realizados por Varnero *et al.*, 2007 para evaluar el efecto de residuos agroindustriales que estaban en la fase de maduración demostró que la especie más sensible a sustancias fitotóxicas fue el rábano.

En Cuba no se reportan trabajos que aborden la aplicación de ensayos con semillas sensibles a sustancias fitotóxicas para determinar el grado de madurez en abonos orgánicos. Es por ello que el objetivo de este trabajo es aportar elementos sobre la calidad del compost que se utiliza en los organopónicos de La Habana, medido a partir de la utilización de la prueba de fitotoxicidad y establecer de este modo las bases que permitan recomendar esta técnica para la determinación de la madurez del compost en las condiciones de la práctica agrícola cubana, utilizando para ello semillas de rábano, lo que ayudará a mantener la inocuidad en el sistema de producción.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del trabajo se tomaron muestras de compost de 44 organopónicos seleccionados en La Habana. En todos los casos se tomaron tres submuestras a diferentes profundidades y se formó una muestra compuesta. Posteriormente se aplicó el método de cuarteo; la cantidad mínima de cada

muestra fue de 2 Kg. Los análisis de dichas muestras se realizaron por triplicado.

La prueba de fitotoxicidad se realizó de acuerdo con la metodología descrita por Zucconi *et al.*, (1981) modificada, mediante la cual se realiza un ensayo de germinación de semillas de rábano. Con este fin primeramente se obtuvo un extracto acuoso de la muestra orgánica (en relación 1:10) agitando la suspensión por 1h y centrifugando a 5000 rpm durante 15 min. Seguidamente se filtró el sobrenadante en papel de filtro de 0.45 µm. En placa petri de 8 cm de diámetro se dispuso un disco de papel de filtro sobre el cual se adicionó 1 ml del extracto embebiendo bien el papel y distribuyendo al azar 10 semillas de rábano, del mismo modo se preparó un tratamiento control utilizando agua destilada. Se establecieron cinco repeticiones por tratamiento. Las semillas fueron incubadas a 25°C en oscuridad durante 24 h, luego de lo cual se detuvo la germinación añadiendo 1ml de etanol al 50%. Posteriormente, se contaron las semillas germinadas por placa, se midió la longitud de la radícula y se determinó el porcentaje e índice de germinación (IG) de acuerdo con las siguientes expresiones:

$$\% \text{ Germinación (\%G)} = \frac{\text{Número de semillas Germinadas (Extracto)} \times 100}{\text{Número de semillas Germinadas (Control)}}$$

$$\text{IG} = \frac{\text{Porcentaje de Germinación} \times \text{longitud Radicular (Extracto)} \times 100}{\text{Porcentaje de Germinación} \times \text{longitud Radicular (control)}}$$

Para determinar el grado de madurez de estos abonos orgánicos se tuvo en cuenta los criterios de interpretación establecidos por Zucconi *et al.*, 1981: valores de IG $\geq 80\%$ indican que no hay sustancias fitotóxicas o están en muy baja concentración; si el IG $\leq 50\%$ indica que hay una fuerte presencia de sustancias fitotóxicas y si se obtiene un valor entre 50% y 80% se interpreta como la presencia moderada de estas sustancias. Por otra parte Nogales *et al.* (2014) consideran que los compost

son fitoestimulantes cuando los valores de IG superan el 100%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran los porcentajes de germinación y el índice de germinación del rábano al utilizarse como materiales orgánicos los compost procedentes de organopónicos.

Los porcentajes de germinación estuvieron en el rango 60-111.1 %. Según Zucconi *et al.* (1981) el rango de 80-85 % de germinación indicaría la desaparición de fitotoxicidad del compost. Los compost muestreados en los organopónicos 10, 12, 14, 16, 17, 18, 23, 27, 41 y 42 presentaron un % G > 80, sin embargo; al analizar el % IG según los criterios de la metodología empleada estos mostraron una moderada presencia de compuestos fitotóxicos

por lo que se puede diferir que los compost no presentaban un adecuado grado de madurez.

Lo anterior muestra que el IG es un indicador más sensible que el %G, (parámetro que se analiza en la práctica productiva cubana). Esto concuerda con resultados obtenidos por (Emino y Warman, 2004; Varnero *et al.*, 2006 y Varnero *et al.*, 2007), quienes encontraron las mayores diferencias en el crecimiento radicular, asociado a la presencia de metabolitos fitotóxicos moderados, que no impiden la germinación de las semillas utilizadas, pero si limita el desarrollo radicular. Al respecto se plantea que el IG es el indicador más completo para describir el potencial fitotóxico de un material orgánico, ya que integra el porcentaje de germinación relativo y el crecimiento relativo de raíces. (Zucconi *et al.*, 1981; Emino y Warman, 2004; Varnero *et al.*, 2006).

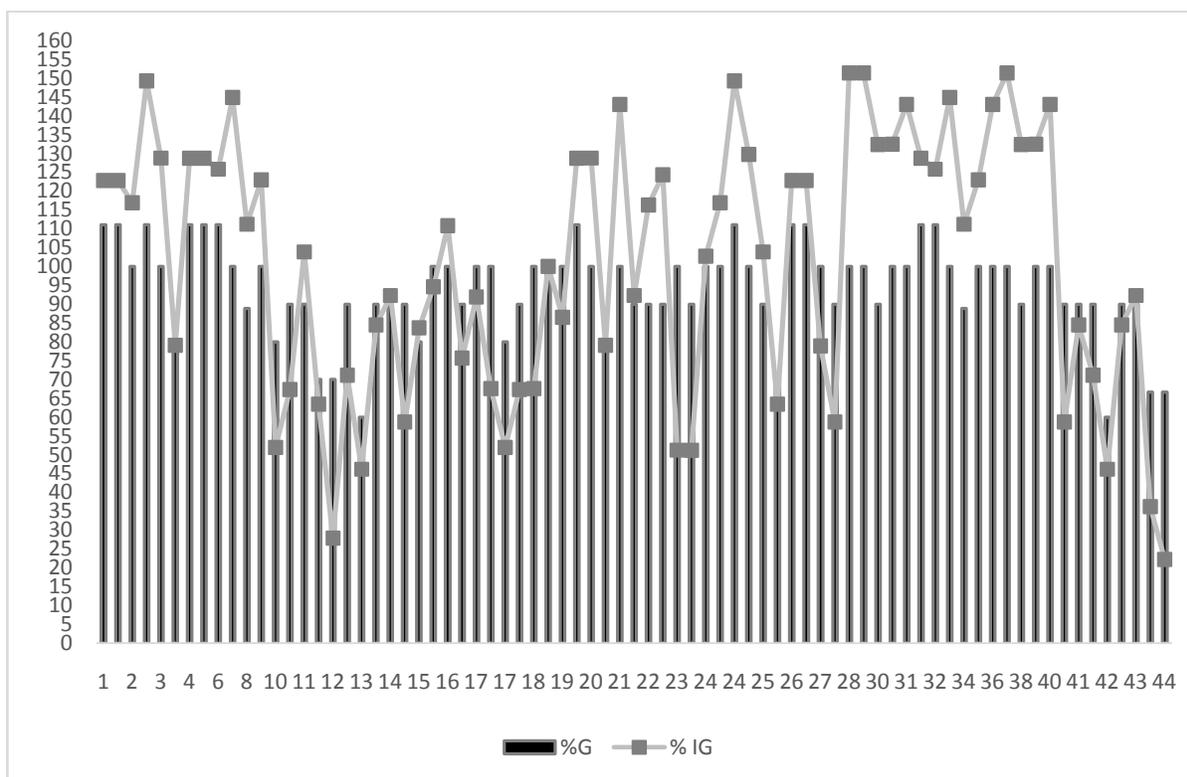


Figura 1. Evaluación del porcentaje de germinación (%G) y el porcentaje de índice de germinación (%IG) de las compostas evaluadas.

Al analizar los % IG según los criterios de interpretación establecidos, el 67 % de los compost presentaron valores por encima del 80% lo que puede definir la madurez de estos abonos orgánicos. Por otra parte, el 7% presentaron valores menores al 50% y el 26% presentaron valores entre 50% y 80%, lo que indica que estos residuos no han finalizado su etapa de madurez y por lo tanto contienen sustancias fitotóxicas que no se han eliminado completamente. Estos resultados indican que a diferencia de la prueba tradicional que se emplea en la actualidad en la práctica agrícola cubana (%G), con esta metodología se pudo demostrar que cuando se evalúa el efecto de los compost sobre la elongación de la raíz se puede detectar el efecto tóxico de compuestos solubles presentes en niveles de concentración tan bajos que no inhiben la germinación de las semillas, pero pueden retardar o inhibir la elongación de las raíces. De esta manera, el %IG es un indicador más sensible para la evaluación de efectos biológicos en vegetales, aportando información complementaria a la proporcionada al estudiar el efecto en la germinación.

CONCLUSIONES

- Se confirma que el porcentaje de índice de germinación es un parámetro más sensible para describir el potencial fitotóxico de un material orgánico que el porcentaje de germinación.
- Se propone la prueba de Fitotoxicidad como metodología rápida, sencilla y poco costosa para determinar el grado de madurez del compost.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Atravía, S, Uribe, L, Saborío, F, Arauz, L y Castro, L (2010): Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la supresión de *Pythium myriotylum* en plantas de tiquis que (*Xanthosoma sagittifolium*). Agronomía Costarricense, 34(1),ISSN 0377-9424

Emino, E., Warman, P (2004): Biological assay for compost quality. En: Compost Science & Utilization, 12(4): 342-348.

Escobar, J; Pereira, L; Martínez, Y y Sánchez, N (2012): Evaluación de la fitotoxicidad de lodos residuales de industrias alimenticias y papeleras. XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo. Mar del Plata, Argentina.

Hernández, R. O., Hernández, A., Rivera, C., Arras, A y Ojeda, D (2013): Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. Terra Latinoamericana, 31(1), ISSN (Versión impresa): 1870-9982.

Hernández, R. O.,Arras, A., López, D., Moreno, M., Ojeda, B y Cabral, M (2011): Índice de fitotoxicidad de enmiendas orgánicas en lechuga (*Lactuca sativa* L). Rev. Mexicana Agroneg,15: 123-130.

Mazzarino, M, Satti, P y Roselli, L (2012): Indicadores de estabilidad, madurez y calidad de compost. En el Libro Compostaje en la argentina: Experiencias de producción, calidad y uso. I^a ed. ISBN978-987-9260-93-7

Nogales, R., Elvira, C., Benítez, E y Gallardo Lara, F (1995): Uso Agrícola de Compost y Vermicompost de Basuras Urbanas (I): Procesos, Madurez y calidad de los Productos. "Residuos". Año V. N 26.

Nogales, R.; Romero, E y Fernández, M. J. (2014): De residuo a recurso. El camino hacia la sostenibilidad.Mundi-Prensa. 172 p

Pérez, A (2011): Humus de lombriz como materia prima en la elaboración de sustratos para la producción de plantines de hortalizas. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de pregrado. 32 p

Pérez, V., Bárbaro, L., Mata, D y Karlanian, M (2011): Caracterización y acondicionamiento de

diferentes compost de restos de poda para su uso como componente de sustrato en la producción de especies florales. Rev. Facultad Agronomía. UM - Vol. II N°4 ISSN 2250 6373, 35-65

- Varnero, MT., Orellana, R., Rojas, C., Santibañes, C (2006): Evaluación de especies sensibles a metabolitos fitotóxicos mediante bioensayos de germinación. El Medioambiente en Iberoamérica: Visión desde la Física y la Química en los albores del Siglo XXI. (Ed) Juan F. Gallardo Lancho. Sociedad Iberoamericana de Física y Química Ambiental. Badajoz, España. Tomo III, 363-369.
- Varnero, MT., Rojas, C., Orellana, R. (2007): Índices de fitotoxicidad en residuos orgánicos durante el compostaje. J. Soil Science Nutr, 7 (1); 28-37

Wu, L. y Martinez G.A. (2000): Comparison of methods for evaluating stability and maturity of biosolids compost. Journal of Environmental Quality, 29:424-429

- Zubillaga, M., Branzini, A y Lavado, R (2008): Problemas de fitotoxicidad en compost. Revista Pilquen, X (9).
- Zucconi, F., Pera, A., Forte, M y De Bertoli, M. (1981): Evaluating toxicity in immature compost. Biocycle, 22: 54-57.

Fecha recibido: 1ro. de febrero de 2016.

Fecha aceptado: 24 de junio de 2016.