Inmersión y riego con vermicompost líquido de secciones de cormos del clon Dominico-Harton (*Musa* AAB)

Omar Tremont[1]
José P. Mogollón[1]
Gustavo Martínez[2]

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la inmersión y riego con vermicompost líquido sobre el crecimiento de plántulas a partir de secciones del clon Dominico-Hartón (*Musa* AAB). El ensayo se realizó en condiciones de vivero durante seis semanas, utilizando un diseño completamente aleatorio con un arreglo de tratamientos factorial. Se evaluaron tres niveles de inmersión (sin inmersión, inmersas en agua por una hora e inmersas en vermicompost al 100%) y tres niveles de riego aplicado en promedio cada tres días (con agua, vermicompost al 1% y vermicompost al 5%). Las secciones inmersas en vermicompost brotaron y produjeron hojas en menor tiempo; además, presentaron tendencias a una mayor altura que las secciones inmersas en agua. No se registraron diferencias en el número de hojas. Concluimos que la inmersión y riego de las secciones con vermicompost favorece el desarrollo de las plántulas, las cuales reúnen condiciones para ser transplantadas al campo a la sexta semana de ser sembradas las secciones.

Palabras clave: *Eisenia foetida*, agricultura orgánica, musáceas.

ABSTRACT. Immersion and irrigation with liquid vermicompost of sections of the clone Dominico-Harton (*Musa* AAB). We evaluated the effect of the immersion and irrigation with liquid vermicompost on the growth of seedlings from sections of the clone Dominico-Harton (*Musa* AAB). The trial was carried out in breeding ground conditions during six weeks, using a completely randomized design with a factorial arrangement. Three immersion levels were evaluated (without immersion, immersion in water for one hour and in vermicompost) and three levels of irrigation applied on average every third day (with water, vermicompost at 1% and vermicompost at 5%). The sections immersed in vermicompost sprouted and produced leaves in a shorter time, and reached a greater height than the sections immersed in water. We did not register differences in the number of leaves. We conclude that the immersion and irrigation of the sections with vermicompost favors seedling development, which is ready for transplant to the field six weeks after sowing the sections.

Keywords: *Eisenia foetida*, organic agriculture, musaceas.

Introducción

En Venezuela, los productores de musáceas comúnmente utilizan "semillas" (hijos) provenientes del deshije para el establecimiento de nuevas plantaciones. Los hijos por lo general son de diferentes tamaños, lo cual se manifiesta en plantaciones disparejas, con problemas de sombra y dificultades de manejo que afectan finalmente la producción (Tremont et ál. 2002, Martínez et ál. 2004).

La división de los hijos de musáceas es una opción que permite obtener hasta cinco plantas de un hijo; es decir, puede quintuplicar el material de siembra. La técnica se basa en la división del hijo en tantas secciones como yemas se identifiquen en el cormo (Martínez et ál. 2004).

El abono de lombriz es un fertilizante bio-orgánico de estructura coloidal, producto de la digestión, que se presenta como un producto desmenuzable, ligero e inodoro (Landgraf et ál. 1999). Se le conoce como vermicompost, y se ha señalado en la literatura como un abono rico en auxinas, ácidos húmicos y fúlvicos, los cuales estimulan los procesos biológicos de la planta (Muñoz da Silva et ál. 2000, Atiyeh et ál. 2002, Pasqualoto et ál. 2002).

[1] Programa de Ingeniería Agronómica, Universidad Nacional Experimental Francisco de Miranda. Complejo Académico El Hatillo, Interco munal Coro - La Vela. Coro, estado Falcón, **Venezuela.** Apartado Postal 4101. otremont@unefm.edu.ve
[2] Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, CENIAP, Maracay, **Venezuela.**

Cuadro 1. Características químicas y físicas del vermicompost líquido

Ca^{++} (meq/l)	6
Mg^{++} (meq/l)	21
Na^{+} (meq/l)	136,5
K^{+} (meq/l)	45
HCO_3^{-} (meq/l)	56
$CO_3^{=}$ (meq/l)	4
pH	9,1
MO (%)	0,11
N (%)	0,005
P (ppm)	6
Densidad (g/cm^3)	1,01

Fuente: Laboratorio de Servicios de Suelos y Agua de la UNEFM, Programa de Ingeniería Agronómica.

A los ácidos húmicos se le atribuyen efectos sobre las células vegetales, semejantes a los inducidos por las auxinas (Muñoz da Silva et ál. 2000). Estas últimas se reportan como importantes en tres aspectos del crecimiento de la planta: a) en la regulación de la elongación celular; b) como promotor de la división celular; y c) por su influencia en la embriogénesis y la actividad meristemática de las raíces (Dharmasiri et ál. 2005). Uno de los mecanismos por los cuales las auxinas y ácidos húmicos pueden estimular el crecimiento de la planta consiste en inducir un incremento en la cantidad de la H-ATPeasa de la membrana plasmática, lo cual acidifica la pared celular, debilitándola, seguido por la elongación celular (Frias et ál. 1996, Muñoz da Silva et ál. 2000, Dharmasiri et ál. 2005).

En este sentido y en el marco de una agricultura amigable con el ambiente, además de eficiente, este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de la inmersión y riego con vermicompost líquido sobre el crecimiento de plántulas obtenidas a partir de secciones del clon Dominico-Hartón.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en el "umbráculo" del complejo Docente "El Hatillo", Coro Estado Falcón-Venezuela, durante el período de abril-mayo del 2003. Se ejecutó en dos fases continuas: la primera para evaluar el efecto de la inmersión sobre la brotación y desarrollo de las yemas vegetativas a la tercera semana después de la siembra de las secciones, y la segunda consistió en evaluar, a partir de la tercera semana después de la siembra, diferentes concentraciones de vermicompost en el riego de las secciones.

En la primera fase del diseño experimental se evaluaron tres niveles de inmersión (secciones: sin inmersión, inmersas en agua por una hora e inmersas en vermicompost al 100% por una hora) con tres repeticiones cada una, en un diseño completamente aleatorio. En esta fase, cada repetición consistió de cinco bolsas de polietileno de 5 kg con una mezcla de arena de río y vermicompost sólido (3:1). En cada bolsa se sembró una sección de cormo, obtenida por medio de la técnica de división de cormos (Martínez et ál. 2004).

En la segunda fase se evaluó sobre el mismo material experimental la aplicación de tres niveles de riego (con agua, vermicompost al 1% y vermicompost al 5%), convirtiéndose el ensayo en un arreglo de tratamiento factorial, con un diseño completamente aleatorio, siendo ahora las unidades experimentales cada bolsa de polietileno. El riego se aplicó con una frecuencia promedio de cada tres días, con aproximadamente 350 ml por bolsa de polietileno en cada riego. El vermicompost líquido fue suministrado por la Unidad de Reciclaje de Desechos Orgánicos (UREDO) de la Universidad Nacional Experimental "Francisco de Miranda" (UNEFM), elaborado a partir de residuos de origen vegetal y estiércol de caprino (Cuadro1).

Las variables evaluadas durante la primera fase fueron (i) brotación de la yema apical por encima de la superficie del sustrato, a la tercera semana después de la siembra; y (ii) de las secciones brotadas, la proporción de ellas que tenían hojas expandidas. En la segunda fase se evaluó semanalmente la altura medida desde la base de la planta hasta la base de la hoja más apical expandida. También fue evaluado semanalmente el número de hojas de cada planta. Para estimar el efecto de los factores sobre la altura, se realizó un análisis de varianza y la prueba de comparación de medias de Tukey. Para las variables número de hojas, brotación y brotes con hojas se utilizó la prueba de rango de Kruskall-Wallis. Se utilizó el programa estadístico InfoStat versión 1.1.

Resultados

Brotación y brotes con hojas de las secciones

A la tercera semana después de la siembra se observó la brotación de las yemas sobre la superficie del suelo en más del 50% del total de las secciones. No se evidenciaron diferencias significativas entre los tipos de inmersión (p = 0,35, Kruskall-Wallis); sin embargo, las secciones inmersas en vermicompost tendieron a una mayor brotación (Figura 1). En cuanto al porcentaje de las secciones brotadas con hojas formadas, no hubo diferencias significativas (p = 0,19, Kruskall-Wallis); sin embargo, las secciones inmersas en vermicompost tendieron a un mayor porcentaje de brotes con hojas, cercano al 50%, en comparación con las sin inmersión, con un valor promedio menor al 20% (Figura 1b).

Altura de las plántulas

No se evidenció dependencia entre los tipos de inmersión y de riego (p = 0,25; 0,14; 0,23, para la semana 4, 5 y 6,

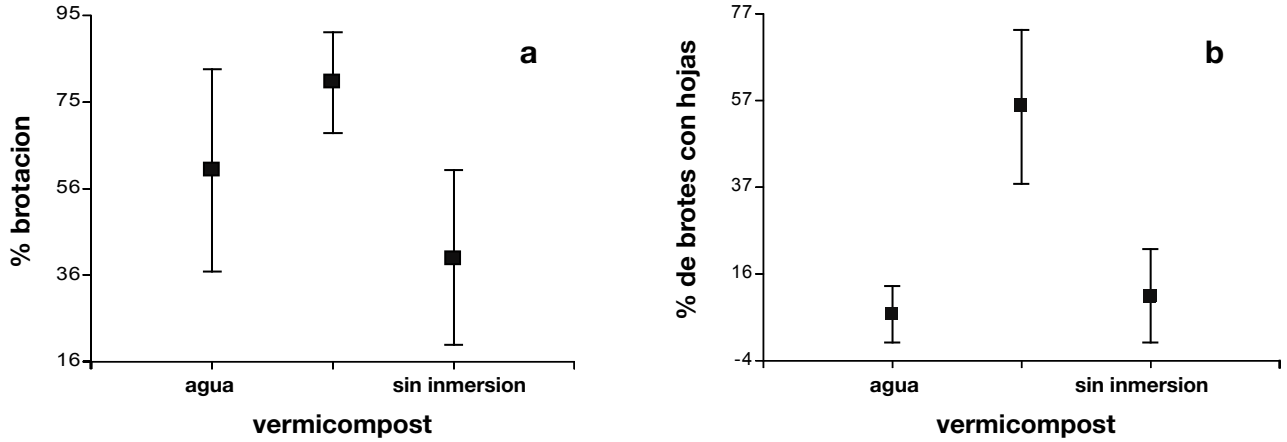

Figura 1. (a) Porcentaje de secciones del plátano Dominico-Hartón brotadas (% brotación) a la tercera semana después de la siembra. **(b)** Porcentaje de las secciones brotadas con hojas. ■ = valor promedio; las líneas representan el error estándar.

respectivamente). Se registraron diferencias significativas en la altura para la semana 5 por efecto de la inmersión, registrándose la mayor altura en las secciones inmersas en vermicompost, diferentes significativamente de las secciones inmersas en agua (Figura 2a). En esta misma semana, las secciones sin inmersión no se diferenciaron estadísticamente de los tipos de inmersión mencionados. Aunque en el resto de las semanas no se registraron diferencias significativas, se observó la misma tendencia de la semana 5 para las semanas 4 y 6 (Figura 2).

En cuanto al factor riego (Figura 2b), se registraron diferencias significativas solo en la semana 4, no así en las semanas 5 y 6 (p = 0,03; 0,09 y 0,47, respectivamente). En la semana 4, el riego con vermicompost al 5% registró la mayor altura, igual al riego con vermicompost al 1%, pero diferentes de las secciones regadas con agua, siendo las misma tendencia para el resto de las semanas.

Número de hojas

No se registraron diferencias significativas en el número de hojas en los factores evaluados. El valor de la mediana fue de 2, 3 y 4 hojas para las semanas 4, 5 y 6, respectivamente, lo cual indica que para las condiciones en las cuales realizamos el ensayo la tasa de emisión de hojas fue de una hoja semanal.

Discusión

Nuestros resultados evidencian el efecto positivo de la inmersión sobre el clon Dominico-Hartón al inducir en menor tiempo la brotación, formación hojas y mayor altura

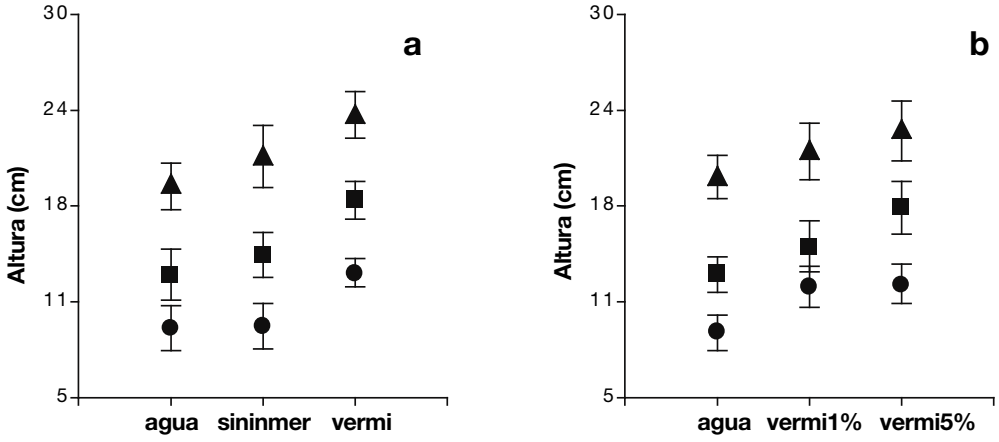

Figura 2. Valores medios de altura (cm) de plántulas de plátano en las diferentes semanas de evaluación para cada nivel de inmersión **(a)** y riego **(b).** ● = semana 4; ■ = semana 5; ▲ = semana 6. La línea representa el error estándar de la media.

Cuadro 2. Valores de altura (cm) para cada nivel de inmersión durante las tres semana de la evaluación

Inmersión	Media	s_x	C.V.
Semana 4			
Agua	9,6	1,4	45,3
Sin inmersión	9,7	1,5	38,5
Vermicompost	13,1	0,9	24,3
Semana 5			
Agua	13,0	1,7	50,0
Sin inmersión	14,3	1,5	33,9
Vermicompost	17,9	1,2	24,8
Semana 6			
Agua	18,8	1,5	31,9
Sin inmersión	20,7	2,0	33,5
Vermicompost	23,4	1,6	25,0

de los brotes, en comparación al resto de tratamientos. Estos resultados coinciden con lo obtenidos por Tremont et ál. (2002) y Martínez et ál. (2000a, 2000b) con otros clones de musáceas. En cuanto a la altura, la variabilidad en cada semana fue menor en el factor inmersión, particularmente en las secciones inmersas con vermicompost al 100% (Cuadro 2). El coeficiente de variación estuvo alrededor del 25% para las secciones inmersas en vermicompost durante las tres semanas de medición y por encima de 33% tanto en las secciones inmersas en agua como en las que fueron sembradas sin inmersión. Esto es favorable debido a que con el vermicompost, en comparación con el resto de tratamientos, se obtienen además de plantas de mayor altura, plantas más homogéneas, siendo la homogeneidad fenológica del cultivo una cualidad importante para el manejo agronómico de plantaciones.

En las secciones de cormos inmersas en vermicompost, el desarrollo de raíces secundarias a la tercera semana de la siembra fue mayor que en las secciones inmersas en agua y sin inmersión. Esto permite plantear dos posibles mecanismos de acción del vermicompost: (i) aporte de nutrientes en forma inorgánica que por difusión entran al tejido de la planta, estimulando el crecimiento temprano de las raíces e independizando nutritiva y energéticamente la yema apical de la sección del cormo; y (ii) la existencia de sustancias promotoras del crecimiento que podrían acelerar el proceso de elongación, tanto de las raíces principales y secundarias. Estos dos mecanismos podrían estar ocurriendo en forma no excluyente.

Con relación a estos dos posibles mecanismos de acción, Skjemstad et ál. (1998) señalan que este tipo de abono orgánico representa una fuente de nutrientes fácilmente mineralizables, y altamente solubles. Durante el vermicompostaje las lombrices digieren los residuos orgánicos, excretándolo en formas orgánicas más disponibles para las raíces, con altas concentraciones de nitrato, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Landgraf et ál. 1999).

También se ha reportado que el vermicompost puede estimular el crecimiento vegetal, a través de la liberación de moléculas bioactivas con actividades parecidas a las auxinas (Pasqualoto et ál. 2002, Pasqualoto y Rocha 2004). Entre estas se reportan aminas y sustancias húmicas como los grupos carboxílicos (COOH), hidroxilos (OH) y carbonilos, entre otros compuestos que pueden variar según la naturaleza de los materiales orgánicos ingeridos por las lombrices (Landgraf et ál. 1999).

Conclusiones

La utilización del vermicompost líquido en las secciones de cormos representa una técnica favorable para la adecuación de plántulas del clon Dominico-Hartón. Favorece la brotación de las yemas en menor tiempo y en forma más homogénea en comparación con secciones de cormos no tratadas con vermicompost. A partir de estos resultados, recomendamos el tratamiento de inmersión y riego de las secciones de cormos de musáceas con vermicompost líquido, con el cual se pueden obtener a partir de la sexta semana de sembradas en vivero y usando la técnica de división de cormos plantas con un desarrollo fenológico favorable para su establecimiento en el campo.

Por otra parte, es importante ampliar los resultados de este trabajo de investigación evaluando el uso de vermicompost líquido a nivel de campo, aplicándolo como abono foliar, siendo necesario estudiar con especial énfasis el efecto de la naturaleza de los materiales orgánicos usados en el vermicompostaje y las forma de aplicación de los mismos (dosis y frecuencia).

Agradecimientos

A los estudiantes del Programa de Agronomía, Carlos Castillo, Liseth García, Jorge Gerardo, Rossana Guardia, Johanna Morillo y Bianca Vargas, por su valiosa colaboración en la instalación y toma de datos para este proyecto. Igualmente valioso fue el aporte de Leoner Medina y equipo de la UREDO-UNEFM por su oportuno suministro del vermicompost.

Literatura citada

Atiyeh, R; Lee, S; Edwards, CA; Arancon, N; Metzger, J. 2002. The influence of humic acids derived from earthworm-processed organic wastes on plant growth. Bioresource Technol. 84:7-14.

Dharmasiri, N; Dharmasiri, S; Estelle, M. 2005. The F-box protein TIR1 is an auxin Receptor. Nature 435:441-445.

Frías, I; Caldeira, M; Pérez-Castieira, J; Navarro-Avió, J; Culiaiez-Macia, F; Kuppinger, O; Stransky, H; Pagés, M; Hager, A; Serrano, R. 1996. A Major isoform of the Maize Plasma Membrane H+-ATPase: Characterization and lnduction by Auxin in Coleoptiles. The Plant Cell 8:1533-1544.

Landgraf, M; Alves, MR; da Silva, S; Rezende, M. 1999. Characterization of humic acids from vermicompost of cattle manure composting for 3 and 6 months. Quim. Nova 22:483-486.

Martínez, G; Tremont, O; Hernández, J. 2004. Manual Técnico para la Propagación de Musáceas. Revista Digital CENIAP HOY, Vol 4. Maracay, Aragua, Venezuela. www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.htm (9/12/04).

Martínez, G; Tremont, O; Manzanilla, E; Parga, J. 2000a. Efecto del Humus Líquido de la Lombriz roja Californiana (*Eisenia fetida*) sobre cormos de banano "Pineo Gigante" (*Musa* AAA). Tropical Fruits News Letter-Inter American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA) 2001:11-18.

Martínez, G; Tremont, O; Manzanilla, E; Parga, J. 2000b. Efecto del Humus Líquido de la Lombriz roja Californiana (*Eisenia fetida*) sobre la tasa de crecimiento en musáceas. Infomusa 9(1)36.

Muñoz da Silva, R; Jablonski, A; Siewerdt, L; Silveira, P. 2000. Desenvolvimento das Raízes do Azevém Cultivado em Solução Nutritiva Completa, Adicionada de Substâncias Húmicas, sob Condições de Casa de Vegetação1. Rev. bras. zootec. 29(6):1623-1631.

Pasqualoto, L; Rocha, A. 2004. Chemical nature of soil humified fractions and their bioactivity. Pesq. Agropec. Bras. 39:233-240.

Pasqualoto, L; Lopes, F; Okorokova-Façanha, A; Rocha, A. 2002. Humic Acids Isolated from Earthworm Compost Enhance Root Elongation, Lateral Root Emergence, and Plasma Membrane H^+-ATPase Activity in Maize Roots. Plant Physiology 130:1951-1957.

Skjemstad, J; Janik; L; Taylor, J. 1998. Non-living soil organic matter: what do we know about it? Australian Journal of Experimental Agriculture 38:667-680.

Tremont, O; Martínez, G; Pargas, R; Manzanilla, E; García, J. 2002. Uso de humus liquido de lombriz (*Eisenia foetida*) como pretratamiento de siembra de plátano en Amazonas. Tropical Fruits Newsletter American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA) 42/43:17-20.