

Uso de humus de lombriz en la formulación de sustratos para la aclimatización de cultivos tropicales

Use of casting in the formulation of substrate to acclimatization of tropical crops

Felipe Alberto Jiménez Terry, Daniel Agramonte Peñalver, Mirian Ramírez López, Martha Pérez Peralta, Mariana La O Cárdenas, Mileidys Pons Corona, Raúl Collado López.

Instituto de Biotecnología de Las Plantas. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara, Villa Clara. Cuba.

E-mail: felipe@ibp.co.cu

RESUMEN. El humus es uno de los sustratos más ampliamente utilizados con éxito en la aclimatización, el mismo se obtiene a partir de la transformación de los residuales sólidos orgánicos por medio de la lombriz de tierra y permite obtener un producto final cuyo valor justifica ampliamente la operación en términos de rentabilidad. El presente trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar el humus de lombriz producido a partir de diferentes materias primas y determinar el efecto del humus de lombriz en la respuesta al crecimiento de plantas *in vitro* de malanga *Xanthosoma sagittifolium* var. México-8, plátano FHIA-21, y guayaba enana roja EEA-18-40, en la fase de aclimatización. Con la utilización de diferentes residuos orgánicos se produjeron humus caracterizados por la calidad en su composición química de macroelementos y lograron una respuesta favorable al crecimiento de las plantas *in vitro* en la fase de aclimatización. El humus de lombriz resultante del residuo orgánico estiércol vacuno alcanzó valores superiores en las variables relacionadas con el crecimiento en la casa de cultivo pero presentó mayor incidencia de malas hierbas. La cachaza produjo un humus de calidad similar al obtenido de estiércol vacuno pero con la ventaja de una menor infestación por malas hierbas. Al utilizar el humus de lombriz en la formulación de sustratos para la aclimatización de estos cultivos, se garantizaron altos índices de supervivencia de las plantas y se lograron excelentes resultados en el crecimiento y calidad del cepellón formado por las raíces y el sustrato.

Palabras clave: crecimiento, materia orgánica, supervivencia.

ABSTRACT. Casting is one of the most widely used substrates successful tacclimatization. It is obtained from the transformation of organic solid waste using earthworms and produces a final product whose value amply justifies the operation in terms of profitability. This present work was carried out to characterize the casting produced from different organic residues and determine the effect of casting on growth response *in vitro* plant of yautia sagittifolium *Xanthosoma* var. Mexico-8, FHIA-21 and Psidium guava EEA- Red Dwarf 18-40, in the acclimatization phase. With the use of different organic residues were characterized by the quality humus in chemical composition of macro and achieved a favorable response to *in vitro* plant growth in the acclimatization phase. The resulting casting of cattle manure organic waste reached higher values in the variables related to growth in the house of culture but a higher incidence of weeds. The cachaza produced a humus-like quality of cattle manure obtained but with the advantage less weed infestation. By using the worm castings in the development of substrates for acclimatization of these crops were guaranteed high survival rates of plants and achieved excellent results in the growth and quality of the root ball formed by the roots and the substrate.

Keywords: growth, organic matter, survival.

INTRODUCCIÓN

Las condiciones a que están sometidas las plantas durante el cultivo "*in vitro*" provocan que una gran parte de las plantas micropropagadas no sobrevivan al trasplante a las condiciones ambientales, lo que hace necesario aplicar técnicas de aclimatización "*in vitro*" o *ex vitro*, que garanticen un retorno gradual de estas a sus características morfológicas normales

(Agramonte *et al.*, 1998) (Jiménez Terry *et al.*, 2001).

El área de aclimatización está concebida como una etapa necesaria en las biofábricas para lograr altos volúmenes de supervivencia de las plantas "*in vitro*" y garantizar el estado fitosanitario y buenas

condiciones fisiológicas para tener alta adaptación a las condiciones de campo (Vilchez et al., 2007).

La formulación de sustratos en la aclimatización de plantas propagadas “in vitro” es un factor elemental para la propagación comercial, pues de su calidad depende en gran medida la respuesta de las plantas. (Jiménez-Terry et al., 2001) (Salas-Barbosa et al., 2010)

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se desarrolló en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP) perteneciente a la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, ubicada en Santa Clara, Villa Clara. Los experimentos se ejecutaron en el periodo comprendido de enero de 2009 a julio de 2011 en la casa de cultivo ubicada en el IBP.

Los datos experimentales se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación simple y la diferencia entre los tratamientos se determinó con la aplicación de la prueba de rangos múltiples de Duncan. El paquete estadístico empleado fue SPSS versión 15.0 para Windows.

En la elaboración del humus de lombriz se utilizaron diferentes materias primas para la alimentación de las lombrices. Estos materiales poseían más de seis meses en descomposición a condiciones ambientales naturales. Para la producción del humus se utilizó la lombriz roja californiana: *Eisenia foetida*, con dimensiones de 8 a 10 cm. Estas son muy resistentes a condiciones adversas del medio.

En la elaboración del humus de lombriz se utilizaron las materias primas siguientes:

- 1-Cachaza
- 2-Estiercol vacuno
- 3-Estiercol de conejos

Las materias primas se dosificaron en pilas a partes iguales con un volumen total de 0,8 m³, inoculando lombrices del tipo híbrido rojo californiano a razón de 1kg.m⁻². Se efectuó el riego de estos durante 5 minutos tres veces al día. A los 60 días se procedió a cosechar cada tratamiento y se determinaron los siguientes indicadores de calidad para ser utilizados en la formulación de sustratos:

El presente trabajo se realizó con el objetivo de caracterizar el humus de lombriz producido a partir de diferentes materias primas y determinar el efecto del humus de lombriz en la respuesta al crecimiento de plantas “in vitro” de malanga *Xanthosoma sagittifolium* var. México-8, plátano FHIA-21, y guayaba enana roja EEA-18-40, en la fase de aclimatización.

- pH.
- Coeficiente de multiplicación de las lombrices (u). Es el resultado entre el volumen final de lombrices y el volumen inicial de lombrices.
- Estado de descomposición del mismo (%)
- Presencia o incidencia de malas hierbas (%) (% del volumen producido con presencia de malas hierbas).
- Presencia de microorganismos patógenos (%).
- Contenido de Nitrógeno (N) (expresado en %).
- Contenido de Fósforo (P) (expresado en %).
- Contenido de Potasio (K) (expresado en %).
- Relación C/N (u).

Los materiales orgánicos recibieron un tratamiento de secado y disgregado, y finalmente tamizado a 4 mm. El riego se efectuó por microaspersión con una frecuencia de uno y medio minutos cada dos horas (la primera semana) y dos minutos cada cuatro horas durante el resto del ciclo vegetativo hasta su suspensión para la cosecha (Jiménez-Terry et al., 2001).

Durante los primeros 15 días se reguló la iluminación solar mediante dos cubiertas, una exterior, consistente en material de polipropileno que reduce al 75 % la iluminación solar y una cubierta interior (malla o zarán negro) que la redujo al 25 % y mediciones promedio de 58-73 $\mu\text{E s}^{-1} \text{m}^{-2}$. En el resto del ciclo vegetativo no se colocó el zarán lo que permitió el 75 % de iluminación y valores entre 107–114 $\mu\text{E s}^{-1} \text{m}^{-2}$.

Se conformaron 6 tratamientos por cultivo a partir de las combinaciones del humus de lombriz obtenido de cada materia prima y la zeolita derivada de los estudios anteriores por cultivo.

Malanga *Xanthosoma* (*Xanthosoma.sagittifolium* (L.) Schott var. México-8): (humus 85 % + zeolita

15 %) y (humus de lombriz 100 %) según Dottin, (2000) y Guayaba enana EEA 18-40 (*Psidium guajava*) (humus de lombriz 85 % + Zeolita 15 %) y (Humus 100%) según Collado *et al.* (2002).

Tratamientos:

- 1- Humus de lombriz a partir de cachaza 85 % + Zeolita 15 %)
- 2- Humus de lombriz a partir de cachaza 100 %)
- 3- Humus de lombriz a partir de estiércol vacuno 85 % + Zeolita 15 %)
- 4- Humus de lombriz a partir de estiércol vacuno 100 %)
- 5- Humus de lombriz a partir de estiércol de conejos 85 % + Zeolita 15 %)
- 6- Humus de lombriz a partir de estiércol de conejos 100 %)

Plátano *Musa spp.* Clon -FHIA-21 (Humus de Lombriz 75 % + Zeolita 25 %) y (Humus de Lombriz 100 %) según Salas-Barbosa (2010).

Tratamientos:

- 1- Humus de lombriz a partir de cachaza 75 % + zeolita 25%)
- 2- Humus de lombriz a partir de Cachaza 100 %)
- 3- Humus de lombriz a partir de estiércol vacuno 75 % + zeolita 25 %)
- 4- Humus de lombriz a partir de estiércol vacuno 100 %)
- 5- Humus de lombriz a partir de estiércol conejos 75 % + zeolita 25 %)
- 6- Humus de lombriz a partir de estiércol conejos 100 %)

Se realizó la plantación de las plantas “*in vitro*” en una casa de cultivo con un cobertor plástico y un zarán móvil que permitieron el paso del 50 % de la iluminación solar durante las dos primeras semanas después de la plantación y el 75 % en el resto del ciclo vegetativo. Para cada formulación de sustrato en los cultivos se utilizaron dos contenedores (réplicas) que poseían 70 alvéolos y una capacidad de 120 cm³ por cada uno.

Se plantaron 140 plantas “*in vitro*” por cada tratamiento y cultivo. Se determinaron las siguientes variables al finalizar el ciclo de aclimatización en cada cultivo. Malanga (30 días), plátano (45 días) y guayaba enana (60 días).

- Supervivencia (%)
- Altura de la planta (cm)
- Número de hojas (u)

Salida del cepellón (se le asignaron unidades de acuerdo a la proporción de la salida del cepellón, del modo siguiente: 1 (menos del 50 % del sustrato adherido a las raíces), 2 (50-75 % del sustrato adherido a las raíces) y 3 (más de 75 % de sustrato adherido a las raíces) según Dottin (2000) y Jiménez-Terry *et al.* (2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El humus de lombriz o lombricompost es el producto final de la digestión de la lombriz a la que se alimenta de materia orgánica, principalmente estiércoles. Por su capacidad de reciclar todo tipo de residuo orgánico, se considera a la lombriz como el animal ecológico por excelencia. La especie que mejor se adapta a las características climáticas y de suelo de Cuba es la *Eisenia foetida* o “lombriz del estiércol”. El humus de lombriz es un producto orgánico de textura granulosa, húmedo, que no fermenta ni presenta olor. Su incorporación a los suelos: Aumenta el nivel de nutrientes y materia orgánica; facilita la absorción de agua para los vegetales; acelera la germinación y el desarrollo de raíces, hojas, flores y frutos de las plantas de interior y exterior y las torna más resistentes a plagas y enfermedades. (Durán y Henríquez, 2007)

En el caso particular del vermicompost también llamado lombricompost, el proceso consiste en la bio-oxidación y estabilización de los sustratos orgánicos a través de la acción descomponedora conjunta de lombrices y microorganismos, que lo convierten en un material humificado y mineralizado (Martínez 1996, Domínguez *et al.*, 1997; Bollo, 1999 y Guerrero, 2005).

El pH presentó diferencias estadísticas significativas del humus de lombriz obtenido con el uso de estiércol vacuno y el estiércol de conejos sobre el humus de lombriz a partir de cachaza (Tabla 1). Este resultado se debe a que de las materias primas utilizadas, la cachaza tiene menor valor de pH, lo que indica su grado de acidez al culminar el proceso industrial de

Tabla 1. Indicadores técnicos del humus de lombriz producido a partir de diferentes residuos orgánicos

Tratamientos	pH	Coefficiente de multiplicación lombrices (u)	Descomposición materia prima (%)
1- Cachaza	7,54 b	22,9 ab	96
2- Estiércol vacuno	7,96 a	23,5 a	98
3- Estiércol de conejos	7,80 a	19,3 b	93
Error standart ± Media general	0,04 ± 7,76	0,41± 21,9	2,3 ± 95,6

(a, b) Letras no comunes en una misma columna difieren estadísticamente para $p < 0,05$ según el test de Duncan

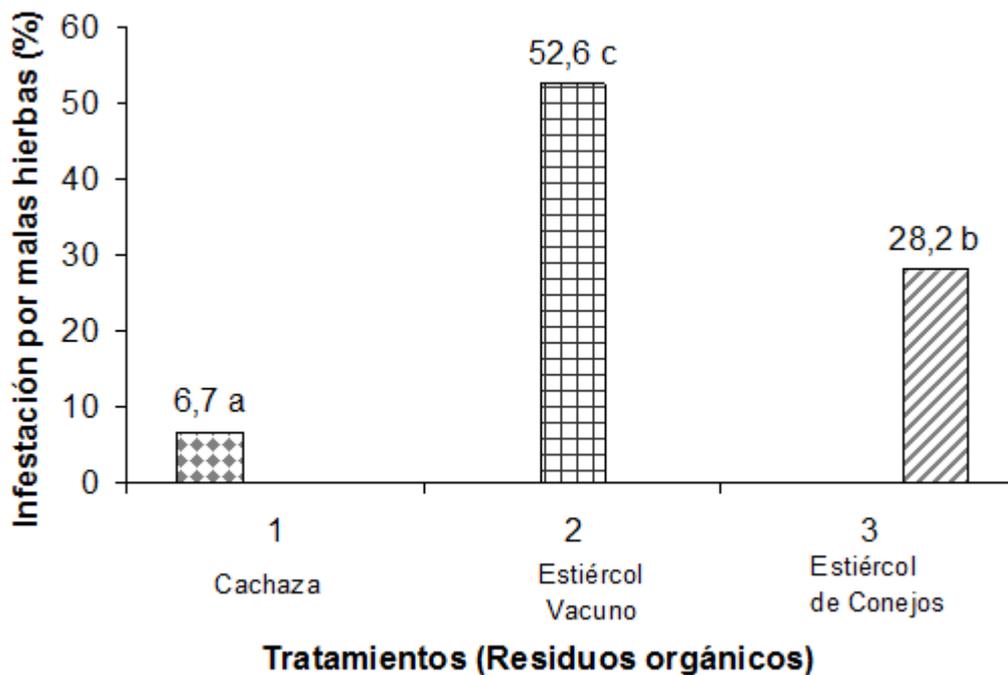


Figura 1. Infestación por malas hierbas en el humus de lombriz elaborado a partir de los residuos orgánicos

(a, b, c) Letras desiguales difieren estadísticamente para $p < 0.05$ según el test de Duncan.

producción azucarera. El coeficiente de multiplicación de las lombrices fue superior en el humus a partir de estiércol vacuno con diferencias significativas sobre el humus a partir de cachaza y de estiércol de conejos, los que también difieren entre sí. La descomposición de la materia orgánica utilizada en humus por las lombrices fue superior en el estiércol vacuno sin diferencia con el estiércol de conejos y la cachaza. Esta última presentó el menor porcentaje de descomposición lo cual debe estar relacionado con la presencia de fibras con dificultad para ser digeridas por las lombrices. Jiménez-Terry *et al.* (2001) señalan que la presencia de fibras en la formulación de sustratos favorece las propiedades físicas del mismo y enfatiza en el incremento de la aireación y mayor absorción de nutrientes. Por otra parte, Ferruzi (1986), Fraile y Obando (1994) y

Vieira (1997) refieren que con el aumento del número de crías obtenidas se favorece la producción constante de humus ya que las lombrices logran un alto porcentaje de descomposición de la materia prima utilizada.

La alta disponibilidad de cachaza a nivel nacional brinda enormes posibilidades a su empleo como material para formular sustratos en la aclimatización de plantas “*in vitro*”. A pesar de que la cachaza no presenta estabilidad en su composición; con el uso del vermicompostage, se puede convertir la cachaza en un producto estable para el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

El humus de lombriz elaborado a partir de cachaza presentó menor infestación por malas hierbas (Figura

1). El humus de lombriz a partir de estiércol de conejos y el humus a partir de estiércol vacuno difieren significativamente entre sí, con valores superiores de este parámetro en relación con el obtenido a partir de cachaza residual de la producción azucarera de caña (*Sacharum officinarum*). En el caso del humus producido a partir de estiércol vacuno la alta infestación de malas hierbas está relacionada con la alimentación a partir de hierbas y el sistema digestivo de los mismos. Las semillas de las malas hierbas ingeridas por el ganado vacuno no son

degradadas por estos animales y están latentes en la materia prima; posteriormente gran parte de ellas no son digeridas por las lombrices, quedan presentes en el humus y se produce la germinación en condiciones apropiadas para la misma (Verdejo, 2005). La germinación de las semillas en el humus de lombriz ocurre principalmente cuando cambian las condiciones de temperatura, humedad e iluminación, este proceso está estrechamente vinculado a la formulación de los sustratos y su utilización en los contenedores de cultivo.

Tabla 2. Indicadores químicos determinados en el humus de lombriz producido a partir de tres residuos orgánicos

Tratamientos (Humus de lombriz)	Residuos orgánicos	N (%)	P (%)	K (%)	Relación C/ N
1	Cachaza	1,67	0,38	0,56	12:9
2	Estiércol vacuno	1,79	0,42	0,53	13:9
3	Estiércol de conejos	1,72	0,46	0,52	12:9
<i>Error standart ± Media general</i>		<i>0,04 ± 1,72</i>	<i>0,02 ± 0,42</i>	<i>0,01 ± 0,53</i>	-

Medias sin letras en una misma columna no difieren estadísticamente para $p < 0,05$ según el test de Duncan.

No se encontraron diferencias significativas en la composición química del humus de lombriz elaborado a partir de diferentes materias primas (Tabla 2.). Los valores determinados se encuentran dentro de los rangos de contenidos referidos para abonos orgánicos por Martínez (1996) y Ulle *et al.* (2004). La relación carbono-nitrógeno obtenida fue baja; lo que indudablemente, es una de las ventajas que presenta el humus de lombriz. Esta característica impide la fuerte competencia por el nitrógeno entre las plantas y los microorganismos telúricos edáficos que en el suelo crecen y se desarrollan con el consiguiente incremento de la tasa de crecimiento de los cultivos. Y por otra parte, se mantiene un equilibrio de las cadenas tróficas del sistema, que atenúa la aparición de plagas agrícolas (Enzo, 2001). Ulle *et al.* (2004) indican que las altas cantidades de fibra que provienen de la dieta de los animales y que en cierta forma, permanecen en buenas cantidades en la materia prima utilizada, influyen en la relación C/N del humus elaborado a partir de estiércol.

En varios países cañameleros el humus de lombriz es utilizado como fertilizante, en la mejora de algunas propiedades físicas del suelo, para elevar el pH y/o en el manejo de suelos afectados por sales. Es sabido que los nutrientes varían en cantidad dentro del material húmico, dependiendo de las características químicas de los sustratos que le dieron

origen. El paso del material orgánico de desecho a través del aparato digestivo de la lombriz, no solo permite su humificación, sino también logra cambios químicos en el nitrógeno y minerales que él contiene, logrando su transformación hacia formas que los vegetales pueden utilizar (Schuld, 2001).

Los resultados logrados nos permiten tener patrones estándar de comparación para la producción o adquisición de humus destinado a las formulaciones de sustratos para la adaptación de las plantas.

La salida del cepellón no tuvo diferencias significativas en la evaluación de las plantas “*in vitro*” de malanga en la fase de aclimatización. El humus obtenido a partir de estiércol vacuno fue superior en la altura de las plantas y presentó diferencias significativas con el humus de lombriz obtenido a partir de estiércol de conejos (Tabla 3).

El humus mezclado con zeolita para la formulación de los sustratos incrementó la altura de las plantas en cada uno de los cultivos evaluados aunque no existieron diferencias significativas entre ellos (Tablas 3, 4 y 5). Este resultado guarda relación con el obtenido por Jiménez-Terry *et al.* (2010) en cuanto al uso de zeolita en la producción de minitubérculos de malanga del género *Xanthosoma* con incremento en los indicadores de cosecha en el sustrato compuesto por humus + zeolita.

Tabla 3. Crecimiento de las plantas “in vitro” de malanga *Xanthosoma* en los sustratos formulados con humus de lombriz en la fase de aclimatización

Tratamientos	Malanga <i>Xanthosoma</i>
	Altura de la planta (cm)
1	17,8 a
2	17,3 ab
3	18,4 a
4	18,1 a
5	17,2 b
6	16,8 b
Error standart ± x	0,04 ± 17,6

(a ,b,) Letras no comunes difieren estadísticamente para p < 0.05 según el test de Duncan.

El humus de lombriz producido a partir de estas materias primas logró una respuesta favorable de las plantas de malanga *Xanthosoma*, “in vitro”; plátano FHIA-21 y guayaba enana roja EEA-18-40 en la fase de aclimatización (Tablas 3, 4 y 5). Este sustrato orgánico, por sus características químicas naturales y por otra parte mezclado con la zeolita, permite que las plantas tomen los nutrientes necesarios para la etapa inicial de crecimiento en la fase de aclimatización y adaptación a las condiciones ambientales a que serán sometidas en campo.

Estos resultados tienen una vital importancia a la hora de elaborar humus de lombriz ya que existe la posibilidad

de tomar como materia prima diferentes tipos de materiales conociendo su posterior respuesta. La producción de humus de lombriz a partir de diferentes materias primas ha sido descrita anteriormente por Zérega (1993), Schuld (2001) y Verdejo (2005). Estos autores, señalaron que el contenido de nutrientes en formas asimilables para las plantas presente en el humus de lombriz, varía dependiendo de los residuos utilizados en su alimentación, por lo cual, para la obtención de un máximo beneficio, a nivel de criadero se formulan raciones basadas en la composición química de los desechos orgánicos.

Las diferentes formulaciones de sustratos que presentan humus en su composición no presentaron diferencias significativas en las variables evaluadas. Cuando se añade humus de lombriz a los sustratos en un 100 % o un porcentaje inferior mejora las características químicas y físicas y favorece el crecimiento de las plantas. Esta afirmación se basa en que este sustrato orgánico aporta sus excelentes características para lograr un rápido crecimiento de las plantas que en él se cultivan. Debido al hecho de que el humus muestra una estructura espacial “Amorfa”; se conoce que en su periferia se encuentran grupos químicos reactivos de carácter ácido (OH y COOH), los cuales hacen posible que el humus pueda absorber en su superficie agua y elementos nutritivos que pueden ser utilizados por las plantas (Mayea, 1995).

Tabla 4. Respuesta del crecimiento de las plantas “in vitro” de plátano FHIA-21 en los sustratos formulados con humus de lombriz

Tratamientos	Plátano FHIA-21	
	Altura de la planta (cm)	Salida del cepellón (u)
1	7,76 a	2,91 a
2	7,82 a	2,89 ab
3	7,80 a	2,94 a
4	7,85 a	2,92 a
5	7,61 ab	2,79 b
6	7,44 b	2,88 ab
Error standart ± x	0,021 ± 7,71	0,034 ± 2,88

Letras no comunes en una misma columna difieren estadísticamente para p<0,05 según el test de Duncan

Tabla 5. Respuesta del crecimiento de las plantas “in vitro” de guayaba enana roja EEA 18-40 en los sustratos formulados con humus de lombriz

Tratamientos	Altura de la planta (cm)	Salida del cepellón (u)
1	8,34 a	2,62 a
2	8,23 a	2,65 a
3	8,51 a	2,64 a
4	8,32 a	2,68 a
5	8,19 ab	2,37 b
6	7,92 b	2,51 ab
Error standart ± x	0,05 ± 8,25	0,02 ± 2,58

(a ,b,) Letras no comunes en una misma columna difieren estadísticamente para p < 0,05 según el test de Duncan.

Las plantas propagadas “*in vitro*” de guayaba enana tuvieron una respuesta favorable al crecimiento en los sustratos formulados a partir de humus de lombriz. La altura de las plantas y la salida del cepellón mostraron diferencias significativas del humus de lombriz a partir de estiércol vacuno y cachaza en comparación con el obtenido de la materia prima estiércol de conejos. En el caso de la salida del cepellón los valores superiores sin diferencias significativas, se observaron en los sustratos que comprendían el 100 % de humus. Las plantas “*in vitro*” agrupan con sus raíces el sustrato orgánico humus debido a la característica de formar agregados, a diferencia del sustrato inorgánico zeolita que de acuerdo con la granulometría tiene mayor o menor cohesión a las raíces de las plantas. La lombricultura es una tecnología moderna que consiste en la transformación de los desechos orgánicos (estiércol, restos de plantas, etc.) en humus mediante la cría intensiva de lombrices de tierra. Esta técnica permite reciclar los desechos orgánicos para obtener materia orgánica (humus de lombriz). Cuando las lombrices digieren los sustratos biodegradables, una gama completa y balanceada de colonias microbianas nativas se agregan a estos materiales, las cuales mantienen su viabilidad y se convierten en los responsables de la disponibilidad de nutrientes para las plantas. En el humus de lombriz

también encontramos enzimas, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, huminas, etc. que permiten mejorar la estructura del suelo, debido a que actúan como cementantes de unión entre las partículas del suelo, dando origen a estructuras granulares uniformes que permiten un óptimo desarrollo radicular, mejora el intercambio gaseoso, aumenta la oxidación de la materia orgánica y por ello la disponibilidad de nutrientes en formas asimilables, estas características estimulan el crecimiento vegetal. Además, su adecuada relación carbono/nitrógeno, lo diferencia de la mayoría de los abonos orgánicos al permitir una mejor disponibilidad de nitrógeno para la planta (Enzo, 2001). Otra propiedad interesante del humus es su capacidad de acción como hormona estimuladora del crecimiento vegetal; refiere Verdejo (2005) que 1mg.l⁻¹ de humus es equivalente, en actividad, a 0,01mg.l⁻¹ de AIA.

Adicionalmente a su uso como fertilizante, los abonos orgánicos pueden ser utilizados como sustratos para semilleros y en viveros para el crecimiento de posturas (López, 1994; Soto *et al.*, 2002).

CONCLUSIONES

1- Los tipos de humus producidos a partir de diferentes materias primas no presentaron diferencias en sus características químicas y el humus obtenido a partir de cachaza presentó menor presencia de malas hierbas en la fase de aclimatización.

2- Las plantas *in vitro* de malanga *Xanthosoma sagittifolium* var. México 8, plátano (*Musa spp.* cultivar FHIA-21) y guayaba enana roja (*Psidium guajava*) tuvieron una respuesta favorable al crecimiento en los sustratos formulados con humus de lombriz.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agramonte, D. Métodos biotecnológicos para la producción de semilla original de papa (*Solanum tuberosum* L.) var. Desiree, Tesis de Doctorado, Instituto de Biotecnología de las Plantas, UCLV, 1999.
2. Agramonte, D.: Aclimatización (Capítulo 11), en *Propagación y Mejora Genética de Plantas por Biotecnología*, Editado por el Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Cuba pp.,193-202 ,1998.
3. Bollo, E.T.: Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Soboc Grafic, Quito, Ecuador, 149 pp., 1999.
4. Cracogna, M.F.: La microflora en los lombricompostos. Su caracterización y efecto sobre el crecimiento de las plantas. Tesis Final de Graduación, Universidad Nacional del Nordeste, Facultad de Ciencias Agrarias, Cátedra de Microbiología Agrícola, Corrientes, Argentina, 2003.
5. Domínguez, J.; E. Edwards, y S. Subler: A comparison of vermicomposting and composting. *BioCycle* 38 (4): 57-59, 1997.
6. Dottin, M.: Tecnología para la micropropagación de clones de *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, Tesis de maestría, Instituto de Biotecnología de las Plantas, UCLV, 2000.
7. Durán, L. y C. Henríquez: “Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos”. *Agronomía Costarricense* 31(1): 41-51. ISSN: 0377-9424 / www.mag.go.cr/rev_agr/inicio.htm www.cia.ucr.ac.cr, 2007.

8. Enzo, T.: Humus de lombriz y su aplicación. Lombricultura Pachamama S.A. Avda Borgoño 17.400, Viña del Mar, Chile, 2001.
9. Ferruzi C.: *Manual de lombricultura*, Mundi-Prensa, Madrid, España, 138 pp.,1986.
10. Fraile, J. y R. Obando: "Lombricultura: alternativa para el manejo racional de los desechos del banano". *Aqua* 3(4):17-22, 1994.
11. Collado, R. et al.: "Selección de líneas clonales de guayaba del cultivar Enana roja (EEA 18-40) para su uso en mejoramiento genético y propagación". *Bioteología vegetal* Vol. 2 (4): 207-210, 2002.
12. Guerrero, R. (2005): Vermicomposting gets high marks in the tropics. *BioCycle* 46(8): 60-65.
13. Jiménez-Terry, F.: "Aclimatización de plantas *in vitro* de *Solanum tuberosum* (L.) variedad Desiree". *Bioteología vegetal*, mayo-agosto, Vol. 1 No. 2: 103-108. ISSN 1609-1841 (Versión impresa) ISSN 2074-8647 (Versión electrónica), 2001.
14. Jiménez-Terry, F.: "Producción de minitubérculos de papa var. 'Desirée' en casa de cultivo con sustrato zeolita a partir de plantas cultivadas *in Vitro*". *Bioteología Vegetal* Vol. 10, No. 4: 219-228, octubre-diciembre. ISSN 1609-1841 (Versión impresa) ISSN 2074-8647 (Versión electrónica), 2010
15. López, M.; Edith Vázquez; R. López: *Raíces y tubérculos*, Editorial Pueblo y Educación, Ciudad de La Habana, Cuba,1998.
16. Martínez ,C.: *Potencial de la lombricultura: elementos básicos para su desarrollo*. A. Carballo; S. Bravo (eds). Texcoco, MX, 140 pp., 1996.
17. Martínez, R. y G. Hernández: Los biofertilizantes en la agricultura cubana. II Encuentro Nacional de Agricultura Orgánica. Conferencias y Mesas Redondas, Mayo 17-19, 1995.
18. Mayea, S.: "Evaluación del rendimiento de plantaciones de papa en suelos con aplicaciones de humus de lombriz". *Revista Centro Agrícola*. Vol. 2 No. 1: 24-29,1995.
19. Salas-Barbosa, J. E. et al.: "Caracterización morfo-agronómica de plantas "*in vitro*" de *Morus alba* L. variedad Criolla" *Centro Agrícola*, 37(2): 5-12; abril-junio, ISSN papel: 0253-5785 ISSN on line: 2072-2001 CE: 17,10 CF: cag022101723, 2010.
20. Schuld, M.: *Lombricultura: su teoría y práctica en el ámbito agropecuario, industrial y doméstico.*, 152 pp., 2001.
21. Soto, G. et al.: "Descomposición de residuos de cosecha y liberación de nutrimentos en plantaciones de palmito en Costa Rica", *Agronomía Costarricense* 26(2):43-51, 2002.
22. Ulle, J.; F. Fernández y A. Rendina: "Evaluación analítica del vermicompost de estiércoles y residuos de cereales y su efecto como fertilizante orgánico en el cultivo de lechugas mantecosas". *Horticultura Brasileira* 22(2): 434,2004.
23. Verdejo, R.: *Lombricultura intensiva. (Abono Orgánico). Humus de Lombriz Urbano*. Universidad Federal De Uberlandia M.G. Dubosc 586, Villa Padre Hurtado, Chillán, Octava Región, BRASIL, 2005.
24. Vieira, M.I.: *Minhocas dao lucros*, Ed. Prata, Sao Paulo, 78 pp.,1997.
25. Vílchez, J. et al.: "Aclimatización de vitroplantas de sábila (Aloe vera (L.) Burm. f): efectos del sustrato". *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, ISSN 1690-9763. Vol. 24 (1): 57-61, 2007.
26. Zérega, L.: Manejo y uso agronómico de la cachaza en suelos cañameleros. FONAIAP-Yaracuy. Km. 5 vía El Rodeo. Yaritagua 3202. Venezuela. Vol. 11 (2) Caña de azúcar,1993.

Recibido: 11/12/2011

Aceptado: 04/05/2012