

CARACTERIZACIÓN DE SUSTRATOS HORTÍCOLAS ENMENDADOS CON LOMBRICOMPOST*

Characterization of horticultural substrates amended with vermicompost

Ingrid C. Acevedo¹ y Reinaldo Pire¹

RESUMEN

Una alternativa dentro de la agricultura sustentable es la utilización de materiales orgánicos lombricompostados. El objetivo de este ensayo fue caracterizar física y químicamente sustratos que habían sido enmendados con diferentes dosis de lombricompost. Se realizaron dos experimentos bajo un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones cada uno, con una duración de 5 meses. El lombricompost se aplicó en proporción de 0, 5, 10, 15, 20 y 25 % a un sustrato base compuesto por concha de arroz, arena fina y aserrín de coco en partes iguales. En el primer ensayo, el lombricompost se aplicó solo, y en el segundo, combinado con fertilizante nitrogenado en dosis diferentes en función de igualar el contenido total de nitrógeno en el sustrato enmendado. Se encontró que al incrementar las proporciones de lombricompost en el sustrato aumentó la porosidad total, la retención de humedad y disminuyó la densidad aparente. Al inicio, incrementó la conductividad eléctrica del sustrato, pero ésta tendió a disminuir al final del ensayo. El pH no fue afectado. Los resultados indican que el lombricompost puede actuar como un buen enmendante de sustratos de vivero.

Palabras clave: compost, enmienda, propiedades físicas y químicas.

ABSTRACT

The use of worm composted organic materials represents an alternative within sustainable agriculture. The objective of this experiment was to characterize physical and chemical substrates that have been amended with different doses of worm compost. Two trials were conducted under a completely randomized design with six treatments and three replications each one, with five months duration. The worm compost was applied in a proportion of 0, 5, 10, 15, 20 and 25 % to a base substrate composed by rice hulls, fine sand and coir dust 1:1:1 by volume. In the first trial the worm compost was applied alone, and in the second, it was applied combined with nitrogen fertilizer in decreasing doses in order to standardize the total N content of the amended substrate. The use of worm compost increased total

(*) Recibido: 20-10-2006

Aceptado: 03-03-2008

(1) Posgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Apartado 400. Barquisimeto. Venezuela. email: ingridacev@hotmail.com; rpire@ucla.edu.ve.

porosity, moisture retention, and decreased bulk density. The electrical conductivity increased at the beginning, but it tended to decrease at the end of the trial. pH was not affected. The results indicated that worm composted may be a good amendment for substrates of nursery plants.

Key words: worm compost, substrate, amendment, chemical and physical properties.

INTRODUCCIÓN

Los medios de crecimiento o sustratos utilizados en viveros pueden estar constituidos por materiales orgánicos e inorgánicos, formados por un solo componente o mezclas de varios de ellos. En Venezuela algunos de los componentes más utilizados para preparar sustratos son la arena, la cascarilla de arroz y la fibra de coco. Estos componentes deben ser mezclados en proporciones adecuadas tomando en cuenta las características físicas y químicas de los materiales, además de los requerimientos del cultivo (Pokorny 1993, Ansorena 1994).

Las características de los sustratos pueden ser mejoradas con la adición de materiales enmendantes, los cuales son productos que actúan sobre las características físicas, químicas y/o biológicas del sustrato (Masaguer 2001). Entre estos materiales se encuentra el lombricompost, o humus de estiércol de lombriz, que es un material estable con propiedades de biofertilizante (Pérez 1994). El lombricompost ha sido utilizado en mezclas con turba (Hidalgo y Harkess 2002) o solo (Grappelli *et al.* 1985) en cultivos

Hortícolas

El lombricompost es un producto que resulta del proceso de lombricompostaje de materiales orgánicos a través de la actividad de la lombriz Californiana (*Eisenia foetida*), la cual representa la especie más utilizada en condiciones tropicales. La calidad del lombricompost dependerá de los materiales utilizados en la alimentación de la lombriz, y según Pérez (1994) el estiércol de bovino es uno de los mejores materiales para el lombricompostaje. Su uso ha producido mejores resultados que el empleo de materiales orgánicos compostados mediante otros procesos (Santamaría-Romero *et al.* 2001).

El objetivo de este trabajo fue evaluar las características físicas y químicas de sustratos enmendados con diferentes proporciones de lombricompost.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en las instalaciones del Posgrado de Agronomía de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", ubicado en Tarabana, estado Lara, a 500 msnm (10° 01' N).

Se realizaron dos experimentos utilizando como tratamientos 0, 5, 10, 15, 20 y 25 % de lombricompost como enmienda de un sustrato base. En el primer experimento, el lombricompost se aplicó solo, y en el segundo, combinado con fertilizante nitrogenado. La dosificación del fertilizante (sulfato de amonio) se realizó en función de igualar todos los tratamientos en cuanto al contenido total de nitrógeno en el sustrato enmendado. Para ello, se tomó como referencia la mitad del contenido total de N en el sustrato con la mayor dosis de lombricompost (Tabla 1). El sustrato estuvo compuesto por una mezcla de arena fina lavada, concha de arroz y aserrín de coco en partes iguales (1:1:1 v/v), los cuales se consideran materiales químicamente inertes.

Tabla 1. Dosis de fertilizante nitrogenado aplicado por volumen total de sustrato.

Lombricompost %	N inorgánico adicionado en g.l ⁻¹ de sustrato	N orgánico ^(*) en g.l ⁻¹ de sustrato
8	1,35	0
5	1,08	0,27
10	0,81	0,54
15	0,54	0,81
20	0,27	1,08
25	0	1,35

^(*) La mitad del existente en el sustrato

El sustrato fue sometido a condiciones normales de uso en los viveros, para lo cual se establecieron plántulas de lechosa (*Carica papaya* L.) de la variedad Tailandesa Roja en bolsas de polietileno llenadas con 2 l del sustrato, donde fueron mantenidas por dos meses.

Posteriormente, las plantas fueron transferidas a bolsas de mayor tamaño, (aproximadamente 10 l de capacidad), y mantenidas allí por otros dos meses. Por último fueron trasladadas por un mes adicional a bolsas de mayor volumen (aproximadamente 40 l) para permitir un mejor desarrollo del sistema radical, hasta finalizar el ensayo. En cada trasvase se preparó el sustrato de forma de mantener exactamente los mismos tratamiento

El lombricompost utilizado provenía de una mezcla de estiércol de bovino y pergamino de café en volúmenes iguales, con un año de compostaje a través de la actividad de la lombriz Californiana. El análisis químico del lombricompost reveló una composición de 2,00 % de nitrógeno, 0,70 % de fósforo y 0,98 % de potasio. Además, presentó pH 6,60, conductividad eléctrica 2,30 dS·m⁻¹, relación C/N 7,90 y capacidad de intercambio catiónico 78 me·100 g⁻¹.s.

Ambos experimentos se desarrollaron siguiendo un diseño completamente al azar de seis tratamientos y tres repeticiones. La unidad experimental estaba constituida por una bolsa, para conformar 18 bolsas en cada experimento.

Las características físicas se determinaron al final del ensayo (cinco meses desde el inicio), utilizando muestras no disturbadas, extraídas con cilindros tipo Uhlund. Los cilindros fueron sometidos a

tensiones de 10, 50 y 100 cm de agua en mesa de tensión. A partir de los valores obtenidos se calculó la porosidad, retención de humedad y densidad aparente (Pla 1983, Masaguer 2001, Rodríguez y Pire 2001).

Las características químicas se evaluaron al inicio y al final del ensayo. Con ese fin se analizaron por separado las muestras de sustrato con y sin fertilización nitrogenada. El pH y la conductividad eléctrica se determinaron en suspensión sustrato/agua 1:2 en volumen, utilizando un potenciómetro y un conductímetro, respectivamente (López y López 1985).

Se realizó análisis de varianza y comparación de medias mediante la prueba de Tukey para todas las variables estudiadas utilizando el paquete estadístico Statistix 8.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variabes físicas

Porosidad: La proporción de lombricompost en el sustrato afectó ($P=0,05$) la porosidad de éste al final del ensayo, y los valores oscilaron entre

60,8 y 68,5 % (Tabla 2). Los mayores valores de porosidad se presentaron en los sustratos con mayores dosis de lombricompost, los cuales superaron hasta en aproximadamente 8 % al sustrato base o sin adición de lombricompost.

La porosidad total en todos los sustratos fue inferior a 75 %, valor que es considerado como el mínimo para un sustrato ideal (Fonteno 1993, Cabrera 1999). Sin embargo, el sustrato ideal usualmente ha sido obtenido utilizando turba entre sus componentes, la cual presenta muy alta porosidad total. No obstante, en Venezuela el uso de componentes importados como la turba resulta antieconómico, por lo que es común que la porosidad de los sustratos utilizados tengan valores inferiores a 75 %. Adicionalmente, los valores bajos de porosidad de estos sustratos se acentúan por el aporte del componente mineral (arena lavada), la cual presenta una porosidad que no supera el 40 % (Abad y Noguera 2000, Pire y Pereira 2003).

Al discriminar la porosidad total en función de los espacios de

Tabla 2. Propiedades físicas de los sustratos con diferentes proporciones de lombricompost al final del ensayo.

Lombricompost (%)	Porosidad total (%)	Macroporosidad (%)	Microporosidad (%)	Da (Mg m ⁻³)
0	60,8 c	47,7 b	13,2 e	0,74 a
5	61,6 c	48,0 b	14,0 de	0,71 b
10	62,3 bc	47,0 b	15,3 cd	0,70 b
15	63,6 b	47,5 b	16,1 bc	0,70 b
20	68,1 a	50,1 a	18,0 a	0,63 c
25	68,5 a	51,0 a	17,5 ab	0,59 d
Significancia	**	**	**	**

Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias (Tukey, $P\leq 0,05$)

agua y aire, se encontraron diferencias significativas del porcentaje de macroporos y microporos en los sustratos con diferentes proporciones de lombricompost (Tabla 2). Tanto la microporosidad como la macroporosidad aumentaron al incrementar la proporción del abono orgánico. Los sustratos que presentaron la mayor microporosidad fueron los enmendados con 20 y 25 % de lombricompost, mientras que el menor valor se obtuvo en los sustratos sin enmendar. Los valores estuvieron en un rango entre 13,20 y 18,00 % al final del ensayo.

Los valores de macroporosidad variaron de 47,0 a 51,0 %, los cuales se consideran altos y sugieren que no habría problemas de aireación en las raíces. Sin embargo, se debe tener en cuenta que los sustratos con valores altos de macroporosidad pueden tener problemas con la retención de agua y lixiviación de nutrientes. Según Jiménez y Caballero (1990) y Cabrera (1999) el sustrato ideal debería poseer alrededor de 20 % de porosidad de aire, aunque destacan que este valor puede variar en función de la tolerancia de las plantas a niveles bajos de aireación.

Si se considera que el suelo mineral ideal es aquel que presenta valores de 50 % de porosidad total (Adams 1995), y que el sustrato ideal está categorizado con una porosidad total de 75 a 80 % (Masaguer 1998, Cabrera 1999), se destaca que la porosidad total de los sustratos evaluados estuvieron ubicados en un

rango intermedio entre los valores del suelo mineral y de los sustratos ideales.

Densidad aparente

La adición de lombricompost a los sustratos tuvo efecto significativo sobre su densidad aparente, indistintamente de la combinación o no con fertilizante nitrogenado. Los valores estuvieron entre 0,59 y 0,74 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (Tabla 2), los menores valores correspondieron a los sustratos con adición de lombricompost y mostraron concordancia con los valores de porosidad antes señalados. Contrario a esto, Hidalgo (2001) observó un incremento de la densidad aparente al adicionar lombricompost a sustratos a base de turba, ya que ésta presenta muy baja densidad.

Todos los sustratos evaluados en el ensayo tuvieron densidad aparente moderadamente alta, al compararlas con los valores comprendidos entre 0,15 y 0,45 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ sugeridos por Jiménez y Caballero (1990) para sustratos de plantas ornamentales. Barrios (1996) encontró una densidad aparente de 0,74 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ en sustratos compuestos por suelo, arena y lombricompost, y mayores valores en las mezclas de suelo con sólo arena.

Retención de humedad

Las diferentes proporciones de lombricompost en los sustratos tuvieron efecto significativo ($P=0,05$) sobre el porcentaje de humedad volumétrica (Tabla 3). Al incrementar

la proporción de la enmienda orgánica aumentó la capacidad de retención de humedad. Esto se correspondió con el mayor porcentaje de microporosidad en los sustratos enmendados con lombricompost.

El incremento de la retención de humedad del sustrato base al recibir adición de lombricompost se considera como una respuesta favorable, ya que esto permitiría disminuir la frecuencia de los riegos y por ende la disminución de los costos de manejo del cultivo.

Resultados similares fueron reportados por Barrios (1996), quien al adicionar materiales orgánicos a un suelo mineral utilizado como sustrato de plantas ornamentales, logró un aumento de la retención de humedad. De igual modo, Betancourt (2002) encontró que el lombricompost mejoró la retención de humedad alrededor de 10 % en un suelo utilizado como sustrato para vivero, en proporciones de 25 y 33 % de la enmienda. Así mismo, Hidalgo (2001) halló mayor retención de humedad al enmendar turba con

lombricompost, en proporciones de 25, 50 y 75 %.

Variabes químicas

pH: Al final del ensayo no hubo efecto ($P > 0,05$) de las proporciones de lombricompost con o sin fertilizante nitrogenado sobre el pH de los sustratos. Estos presentaron inicialmente un pH moderadamente alcalino con valores promedio entre 7,3 y 7,9 (Tabla 4). Al final del ensayo, el pH tendió a estabilizarse hacia la neutralidad, con valores promedio de 7,0 a 7,3.

El pH observado al final del ensayo se puede considerar apropiado, ya que se encuentra en el rango óptimo (6,5-7,0) mencionado por Casanova (1996) si se considera que el pH en los suelos está relacionado con la disponibilidad y el aprovechamiento de los nutrientes por los cultivos. Además en medios neutros, el número de microorganismos es superior y presenta mayor actividad, la cual favorece el proceso microbiano como la nitrificación y la fijación de nitrógeno atmosférico (Havlin et al. 1999).

Tabla 3. Humedad volumétrica a bajas tensiones de los sustratos enmendados con diferentes proporciones de lombricompost al final del ensayo.

Lombricompost %	Humedad volumétrica (%) a diferentes tensiones (cm)			
	Saturada	10	50	100
0	60,8 c	57,7 c	26,5 c	13,2 c
5	61,6 c	57,9 c	29,0 bc	13,8 de
10	62,3 bc	59,3 bc	27,7 bc	15,3 cd
15	63,6 b	60,7 b	29,9 b	16,1 bc
20	68,1 a	64,6 a	33,0 a	18,0 a
25	68,5 a	64,2 a	32,6 a	7,5 ab
Significancia	**	**	**	**

Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias (Tukey, $P = 0,05$).

Conductividad eléctrica

Se detectó un efecto significativo ($P=0,05$) de las proporciones de lombricompost sin fertilizante nitrogenado sobre la conductividad eléctrica de los sustratos al final del ensayo, el aumento de la proporción de lombricompost en el sustrato incrementó la conductividad eléctrica (Tabla 4). De igual modo Betancourt (2002) encontró que al adicionar lombricompost en las dosis mencionadas a un suelo mineral, se incrementó la conductividad eléctrica en 1,0 dS.m⁻¹. También al aplicar lombricompost como enmendante de turba se incrementó la conductividad eléctrica (Hidalgo 2001).

Se puede observar en la Tabla 4 que al inicio del ensayo los sustratos enmendados y combinados con fertilizante nitrogenado mostraron una clara tendencia a presentar mayor conductividad eléctrica en los

sustratos con menor dosis de lombricompost, como consecuencia de que éstos habían recibido mayores dosis del fertilizante inorgánico. Por el contrario, al final del ensayo se observó cierta tendencia de presentar mayor conductividad eléctrica en los sustratos con mayor dosis de lombricompost. Los menores valores de conductividad eléctrica al final del ensayo correspondieron a los sustratos sin enmendar y con 5 % de lombricompost, indistintamente de la combinación o no con fertilizante nitrogenado.

Por otra parte, se pudo observar una disminución de la conductividad eléctrica en el tiempo, especialmente en los sustratos con fertilizante nitrogenado, lo cual indicaría que los nutrientes fueron utilizados por la planta o perdidos por el drenaje. Igualmente, Hidalgo (2001) encontró que en el transcurso de 8 a 12 semanas se redujo la

Tabla 4. pH y conductividad eléctrica de los sustratos al inicio y al final del ensayo.

Adición de nitrógeno	N (mg.cm ⁻³)	Lombricompost %	pH		CE (dS. m ⁻¹)	
			Al inicio	Al final	Al inicio	Al final
Sin N	-	0	7,9	7,1	1,06	1,08 b
	-	5	7,8	7,1	1,37	1,08 b
	-	10	7,6	7,0	1,01	1,22 ab
	-	15	7,6	7,0	1,51	1,34 ab
	-	20	7,6	7,2	1,88	1,37 ab
	-	25	7,6	7,3	1,56	1,52 a
Significancia			-	ns	-	**
Con N	1,35	0	7,8	7,2	6,30	1,18
	1,08	5	7,6	7,2	4,55	1,09
	0,81	10	7,6	7,1	4,60	1,35
	0,54	15	7,6	7,0	4,10	1,21
	0,27	20	7,3	7,2	3,30	1,37
	0	25	7,6	7,3	1,56	1,52
Significancia			-	ns	-	ns

Letras diferentes en la misma columna denotan diferencias (Tukey=0,05)

conductividad eléctrica al utilizar lombricompost como enmendante de turba.

CONCLUSIONES

- La adición de lombricompost al sustrato aumentó la porosidad total (tanto macro como microporosidad) y la retención de humedad. Además, disminuyó la densidad aparente.
- Al aumentar la proporción de lombricompost incrementó la conductividad eléctrica del sustrato, aunque ésta tendió a disminuir al final del ensayo. El pH no fue afectado.
- La adición del fertilizante nitrogenado no afectó las propiedades físicas de los sustratos y sólo tuvo efecto sobre la conductividad eléctrica al inicio del ensayo.

REFERENCIAS

- Abad, M. y Noguera, P. 2000. Sustrato para el Cultivo sin Suelo y fertirrigación. Cultivos Hortícolas y Ornamentales. Ed. Mundi-Prensa, Madrid. pp. 289-342.
- Adams, M. 1995. Fundamentos de química de suelos. Universidad Central de Venezuela. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Caracas. 390 p.
- Ansorena, J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 169 p.
- Barrios, M. 1996. Evaluación de diferentes sustratos para el cultivo de plantas de vivero bajo condiciones de Maracay. Tesis. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay. 79 p.
- Betancourt, D. 2002. Efecto de diferentes sustratos sobre la emergencia y desarrollo de plantas de lechosa (*Carica papaya* L.) en condiciones de vivero. Tesis. Facultad de Agronomía, UCV, Maracay. 94 p.
- Cabrera, R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Rev. Chapingo Serie Hort. 5(1): 5-11.
- Casanova, E. 1996. Introducción a la Ciencia del Suelo. Universidad Central de Venezuela. Caracas. 379 p.
- Fonteno, W. 1993. Growing media: Types and physical/chemical properties. In: D.W. Reed (ed.). A Grower's Guide to Water, Media, and Nutrition for Greenhouse Crops. Batavia, Illinois. pp. 93-122.
- Grappelli, A., Tomati, U. and Galli, E. 1985. Earthworm casting in plant propagation. HortScience 20(5): 874-876.
- Havlin, J., Beaton, J., Tisdale, S. and Nelson, W. 1999. Soil Fertility and Fertilizers. 6° Ed. Prentice

- Hall. Upper saddle River, New Jersey. 485 p.
- Hidalgo, P. 2001. Vermicompost as a substrate amendment for poinsettia and chrysanthemum production. PhD thesis. Department of Plant and Soil Sciences. Mississippi Univ. 162 p.
- Hidalgo, P. and Harkess, R. 2002. Earthworm castings as a substrate for poinsettia production. HortScience 37(2): 304-308.
- Jiménez, R. y Caballero, M. 1990. El cultivo industrial de las plantas en macetas. Ediciones de Horticultura. Reus. 664 p.
- López, R. y López, M. 1985. El Diagnóstico de Suelo y Plantas (Métodos de campo y laboratorio). Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 351 p.
- Masaguer, A. 1998. Caracterización de sustratos de cultivo. Fertilizantes y Medio Ambiente. UPM, Universidad Politécnica de Madrid. 19 p.
- Masaguer, A. 2001. Los sustratos en los cultivos sin suelo: Materiales empleados. Enmiendas orgánicas y sustratos de cultivo. UPM, Universidad Politécnica de Madrid. 49 p.
- Pérez, H. 1994. Producción de biofertilizantes con la cría de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*), utilizando cuatro tipos de sustratos diferentes en condiciones semi-controladas. Revista Unell de Ciencia y Tecnología 12(1): 88.
- Pire, R. y Pereira, A. 2003. Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta metodológica. Bioagro 15(1): 55-63.
- Pla, I. 1983. Metodología para la caracterización física con fines de diagnóstico de problemas de manejo y conservación de suelos en condiciones tropicales. Revista Alcance 32: 1-90.
- Pokorny, F. 1993. Rx Media - A concept for growing in containers. Acta Hort. 342: 43-50.
- Rodríguez, D. y Pire, R. 2001. Caracterización física de tres sustratos hortícolas y su evolución el tiempo. Revista Unell de Ciencia y Tecnología 19: 228-239.
- Santamaría-Romero, S., Ferrera-Cerrato, R., Almaraz-Suárez, J., Galvis-Spinola, A. y Barois-Boullard, I. 2001. Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-Total durante el composteo y vermicomposteo. Agrociencia 35: 377-384.