
CARACTERIZACIÓN FÍSICA SEGÚN GRANULOMETRÍA DE DOS VERMICOMPOST DERIVADOS DE ESTIÉRCOL BOVINO PURO Y MEZCLADO CON RESIDUOS DE FRUTO DE LA PALMA ACEITERA

Jacqueline A. Hernández A., Francisca Guerrero L., Luís E. Mármol C., Juan M. Bárcenas B. y Ender Salas

RESUMEN

La demanda mundial de alimentos orgánicos, libres de agro-tóxicos, ha crecido significativamente en los últimos años debido a la conciencia que ha tomado el consumidor por su salud, demandando productos con sello "verde". Se hace necesario caracterizar los insumos a utilizar, por lo que el objetivo de esta investigación fue caracterizar físicamente vermicompost obtenido en tres granulometrías, fina (grano <5mm), media (grano >5mm) y sin cernir (con ambos tamaños de granos). Se determinaron densidad aparente (Da) y de partícula (Dp), capacidad de retención de humedad y % de aireación. Se detectaron diferencias según

la fuente de alimentación de la lombriz, para las variables Da y Dp, presentando los mayores valores el vermicompost proveniente de estiércol bovino con $0,54 \pm 0,04$ y $1,13 \pm 0,09 \text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ respectivamente, por lo que se puede concluir que el tipo de alimentación utilizada en la lombriz afecta las características físicas citadas. Se encontraron diferencias entre el tamaño de grano, el grano grueso tiene mayor porosidad de aireación ($11,09 \pm 2,99\%$ diferenciándose estadísticamente ($p < 0,01$) del grano fino con $2,47 \pm 1,67\%$), y menor capacidad de retención de agua ($35,23 \pm 5,83$ diferenciándose estadísticamente del grano fino con $54,92 \pm 3,37$).

PHYSICAL CHARACTERIZATION ACCORDING TO GRAIN SIZE OF TWO VERMICOMPOSTS DERIVED FROM PURE BOVINE DUNG AND BOVINE DUNG MIXED WITH AFRICAN PALM FRUIT RESIDUES

Jacqueline A. Hernández A., Francisca Guerrero L., Luís E. Mármol C., Juan M. Bárcenas B. and Ender Salas

SUMMARY

World-wide increase in the demand of organic food, free from agro-toxic substances, has grown significantly in recent years, due to consumers' concern about their health, demanding products with a "green" seal. It becomes necessary to characterize the consumables to be utilized, and the aim of this study was to physically characterize the vermicompost obtained with three grain sizes, fine grain (<5mm), average grain (>5mm), and non-sifted vermicompost containing both grain sizes. Apparent and particulate densities (Da and Dp), humidity retention capacity and aeration percentage were determined. Differences according

to the food source used to feed the worms were detected in Da and Dp, with larger values (0.54 ± 0.04 and $1.13 \pm 0.09 \text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ respectively) in vermicompost obtained from bovine dung than from dung mixed with African palm fruit residues. Thus, it can be concluded that worm feeding affects the measured physical characteristics. Differences ($p < 0.01$) were also found between grain size, the coarser grain having greater aeration porosity ($11.09 \pm 2.99\%$) than the fine grain ($2.47 \pm 1.67\%$), as well as a lower water retention capacity (35.23 ± 5.83 and 54.92 ± 3.37 , respectively).

Introducción

La producción de cultivos hortícolas y frutícolas en receptáculos se halla en aumento, tanto bajo condiciones de vivero como de campo, y no se cuenta con una caracterización física de los sustratos disponibles en Venezuela, ni

con una formulación apropiada para poder recomendar al productor.

Cuando se selecciona un sustrato de crecimiento hay que tomar en cuenta que éste se encuentre disponible en la zona de producción y no acarree contaminación o daño al ambiente al extraerlo, como es el caso

de aquellos que están a riesgos de extinción. Guerrero *et al.* (2002a), evaluaron sustratos alternativos a la turba, tales como la corteza de pino (*Pinus pinea*) y de *Cupressus arizonica* mezclados ambos con lodos residuales y demostraron que podían reemplazar a la turba, evitando así daños ecológicos.

Aranda *et al.* (1999) indican que la lumbricultura es la combinación de procesos biológicos que a través de técnicas utilizadas sistemática e intensivamente en el cultivo de lombrices, produciendo un abono donde los nutrientes se presentan en forma soluble y disponible para las plantas. Para Cegarra (1998) la

PALABRAS CLAVE / *Eisenia spp.* / Lumbricultura / Vermicompost /

Recibido: 08/05/2008. Modificado: 31/07/2008. Aceptado: 01/08/2008.

Jacqueline A. Hernández A. Ingeniera Agrónoma, La Universidad del Zulia (LUZ), Venezuela. M.Sc. Universidad Central de Venezuela (UCV). Doctorante, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España. Profesora, LUZ, Venezuela. Dirección: Facultad de Agrono-

mía, LUZ. Ciudad Universitaria, Núcleo Agropecuario. Apartado 526 Maracaibo, Zulia. e-mail: jacquiehernandez@yahoo.com
Francisca Guerrero L. Licenciada en Química y Doctora, UPM, España. Profesora, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, UPM,

España. e-mail: francisca.guerrero@upm.es
Luís E. Mármol C. Ingeniero Agrónomo, LUZ, Venezuela. Doctorante, UPM, España. Profesor, LUZ, Venezuela. e-mail: marmol.luis@gmail.com
Juan M. Bárcenas B. Ingeniero Agrónomo, LUZ, Venezue-

la. Doctorante, UPM, España. Profesor, LUZ, Venezuela. e-mail: juanmiguelbarcenas@hotmail.com
Ender Salas. Estudiante de Agronomía, LUZ, Venezuela. e-mail: enderagro@hotmail.com

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA SEGÚNDO GRANULOMETRÍA DE DOIS VERMICOMPOSTOS DERIVADOS DE ESTERCO BOVINO PURO E MISTURADO COM RESÍDUOS DO FRUTO DA PALMA AZEITEIRA

Jacqueline A. Hernández A., Francisca Guerrero L., Luís E. Mármol C., Juan M. Barcenás B. e Ender Salas

RESUMO

A demanda mundial de alimentos orgânicos, livres de agrotóxicos, tem crescido significativamente nos últimos anos devido à consciência que tem adquirido o consumidor por sua saúde, demandando produtos com selo “verde”. Torna-se necessário caracterizar os insumos a utilizar, pelo qual o objetivo de esta investigação foi caracterizar fisicamente vermicomposto obtido em três granulometrias, fina (grão <5mm), média (grão >5mm) e sem cernir (com ambos tamanhos de grãos). Determinaram-se, densidade aparente (D_a) e de partícula (D_p); capacidade de retenção de umidade e % de aeração. Detectaram-se diferenças segundo a fonte de alimentação da

minhoca, para as variáveis D_a e D_p , apresentando os maiores valores o vermicomposto proveniente de esterco bovino com $0,54 \pm 0,04$ e $1,13 \pm 0,09 \text{ Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ respectivamente, portanto se pode concluir que o tipo de alimentação utilizada pela minhoca afeta as características físicas citadas. Encontraram-se diferenças entre o tamanho de grão, o grão grosso tem maior porosidade de aeração ($11,09 \pm 2,99\%$ diferenciando-se estatisticamente ($p < 0,01$) do grão fino com $2,47 \pm 1,67\%$), e menor capacidade de retenção de água ($35,23 \pm 5,83$ diferenciando-se estatisticamente do grão fino com $54,92 \pm 3,37$).

lumbricultura es un proceso de biotransformación de residuos orgánicos en nuevos materiales más humificados para uso agrícola; que la materia orgánica transformada por las lombrices es llamada “vermicompost”, y es un compost utilizable como sustrato hortícola y fertilizante del suelo, con buen contenido de nutrientes y “excelentes” características para la liberación equilibrada de los mismos.

Los estiércoles procesados por lombrices, como el de cerdo mezclado con restos de alimentos, son adecuados como componentes orgánicos en los envases de propagación sin suelo, ya que la sustitución de este último por el vermicompost mejora el desarrollo de las plantas aun más que los medios de crecimiento convencionales (Atiyeh *et al.*, 2000a). El principal efecto de las lombrices sobre los restos orgánicos es acelerar su maduración, lo cual fue demostrado en el desarrollo de plántulas de lechuga y tomate (Atiyeh *et al.*, 2000b).

La estructura física final del medio de desarrollo de plantas o vermicomposts producidos de restos orgánicos depende del material que dio origen al material orgánico de los que fueron producidos (Edwards, 1998). Algunos restos, tales como los estiércoles, son transformados por las lombrices rápidamente, a diferencia de los restos de cosecha que por contener mayor cantidad de fibra tardan más tiempo en ser transformados.

Sin embargo, el producto final es usualmente un material finamente dividido en *pelets*, con excelente estructura, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad (Edwards, 1998).

Castillo *et al.* (2000) y Guerrero *et al.* (2002b) indican que la calidad del compost debe ser conocida a fin de que el mismo sea usado adecuadamente como abono orgánico. Por ello, el objetivo de este trabajo es caracterizar físicamente al vermicompost proveniente de dos fuentes de alimentación de lombrices, estiércol bovino y la mezcla de estiércol bovino con restos de la fibra del fruto de palma aceitera en proporción 50:50 v/v y presentado en tres granulometrías: fina (tamaño del grano <5mm), media (grano >5mm) y sin cernir (vermicompost que contenía ambos tamaños de granos).

Este biofertilizante recibe diferentes denominaciones, tales como humus de lombriz, vermicomposta, lombricompuerto, compost o abono de lombriz, y lombricompost, entre otros. En este trabajo se denominará vermicompost.

Materiales y Métodos

Descripción del vermicompost

Los dos vermicompost caracterizados, presentados en tres granulometrías diferentes, provienen del proyecto Crianza de la lombriz roja bajo condiciones

de clima cálido para la producción de humus como abono orgánico en la fertilización de la palma aceitera, llevado a cabo en la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia, Venezuela (Hernández, 2006). Los materiales orgánicos de origen son 100% estiércol bovino y mezcla de 50% de estiércol vacuno con 50% de fibra del fruto de la palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

Estos vermicompost se produjeron bajo condiciones de clima cálido, durante un periodo de tres meses, por la acción de una población mezclada de lombrices del género *Eisenia* (*E. fetida* y *E. andrei*) mantenidas almacenadas en bolsas plásticas bajo condiciones controladas desde enero 2005 hasta junio de 2006. Una vez cosechados estos vermicompost fueron cernidos por un tamiz de 5mm, generándose así tres granulometrías, la fina ($\leq 5\text{mm}$) que pasó por el tamiz, la gruesa (5-10mm) que quedó en el tamiz, y una mixta consistente en vermicompost sin cernir.

Fueron evaluadas la densidad aparente, la densidad de partícula, la capacidad de retención de humedad y el porcentaje de aireación. Se utilizó la metodología propuesta por Pire y Pereira (2003), la cual consiste en la construcción en el laboratorio de unos “porómetros” de material plástico de tamaño conocido con unas dimensiones de 7,62cm de diámetro y 15cm de longitud.

El vermicompost fue colocado en los porómetros hasta su máxima capacidad, permitiendo un asentamiento al dejarlo caer dos veces desde una altura de 7,5cm sobre una superficie de madera, rellenando cada vez el cilindro con compost adicional hasta su borde superior. (Pire y Pereira, 2003). Los cilindros así preparados fueron colocados en un recipiente con agua hasta un nivel justo por debajo del borde superior, de manera de forzar el humedecimiento del vermicompost desde los orificios del fondo y permitiendo la salida del aire por la parte superior.

Todas las muestras fueron mantenidas en el agua por 24h, luego de lo cual se separó el anillo superior y se enrasó la muestra con la parte superior del porómetro. Posteriormente se colocó una tela porosa para cubrir el extremo expuesto de la muestra. Se colocó nuevamente en el envase con agua, esta vez sumergiéndolo completamente por 15min, y se extrajo luego para que drenara el agua retenida, operación que se repitió dos veces para asegurar la saturación de la muestra.

Luego de 30min se taparon los agujeros inferiores y se extrajo definitivamente del agua, se destaparon los agujeros y se midió el volumen drenado (V_a) durante 10min. Se pesó la muestra húmeda (PH) y se colocó en una estufa por 24h a 105°C, a fin de calcular el peso seco (PS). Se realizaron los siguientes cálculos para las

determinaciones de las propiedades físicas:

$$\text{Porosidad total (\%)} = \frac{V_a + \frac{PH-PS}{Pa}}{V_c} \times 100$$

$$\text{Porosidad de aireación (\%)} = \frac{V_a}{V_c} \times 100$$

$$\text{Capacidad de retención de agua (\%)} = \frac{PH-PS}{V_c} \times 100$$

$$\text{Densidad aparente (Mg}\cdot\text{m}^{-3}\text{)} = \frac{PS}{V_c}$$

$$\text{Densidad de partículas (Mg}\cdot\text{m}^{-3}\text{)} = \frac{D_a}{1 - \frac{PT}{100}}$$

donde Va: volumen drenado (cm³), PH: peso húmedo de la muestra (g), PS: peso seco de la muestra (g), Pa: peso específico del agua (1g·cm⁻³), y Vc: volumen del cilindro o porómetro (cm³).

Resultados y Discusión

Características físicas

Las características físicas del vermicompost, densidad aparente, densidad de partículas, capacidad de retención de humedad, porcentaje de aireación y porosidad total son raramente reportados, a pesar de ser parámetros importantes al momento de caracterizar un abono orgánico para ser utilizado como componente de un sustrato de siembra. En las Tablas I, II y III se presentan los valores encontrados en los vermicompost evaluados, según los tratamientos, el tipo de alimentación de la lombriz (*Eisenia* spp.) y el tamaño del grano del vermicompost, respectivamente.

Densidad aparente (Da). Los valores de Da obtenidos van desde 0,33Mg·m⁻³, para el vermicompost de grano grueso proveniente de la mezcla de estiércol vacuno con restos de palma aceitera (VEPG), que presentó el menor valor, hasta 0,57Mg·m⁻³, para el vermicompost de grano fino proveniente de estiércol vacuno (VEF). Aunque se detectó diferencias estadísticas significativas (p<0,01) entre los vermicompost de grano grueso y fino, estas diferen-

cias no se deben al tamaño del grano sino al tipo del material con el que se alimentó la lombriz (Tablas I y II).

La Da aquí reportada es similar a la señalada (en Mg·m⁻³) para vermicompost proveniente de estiércol de cerdo por Valenzuela *et al.* (1998) de 0,524 y por Atiyeh *et al.* (2001a) de 0,36. Por otra parte, es mayor que la observada con otros sustratos de siembra orgánicos, tales como la fibra de coco (0,077), el aserrín de coco (0,097), la cascarilla de arroz (0,099) y el bagazo de caña (0,065), señalados por Pire y Pereira (2003); o aquellos preparados con corteza de pino (0,0182) y corteza de pino más compost de lodos (0,024), citados por Guerrero *et al.* (2002a). El vermicompost con una Da más alta le confiere al contenedor de siembra mayor peso que los últimos sustratos mencionados.

Densidad de partícula (Dp). En la Tabla I se observa que existen diferencias significativas (p<0,01) en los valores de la Dp, siendo la menor la registrada para el vermicompost de grano grueso (>5mm) proveniente de la fuente de alimentación de estiércol mezclado con restos de palma aceitera con 0,55Mg·m⁻³, mientras que la mayor correspondió al vermicompost de grano fino, compuesto de la humificación de 100% de estiércol vacuno con 1,23Mg·m⁻³, aunque más baja que la citada por Atiyeh *et al.* (2001) para vermicompost proveniente de estiércol de cerdo, de 1,88Mg·m⁻³.

Tomando en cuenta la fuente de alimentación de la lombriz se registraron diferencias significativas (p<0,01) entre el vermicompost de 100% estiércol con 1,13Mg·m⁻³ y el proveniente de la mezcla de restos de palma aceitera con estiércol bovino con 0,80Mg·m⁻³ (Tabla II). En relación al tamaño del grano, se detectaron diferencias significativas (p<0,01), entre el grano grueso y el fino, mientras que el vermicompost sin cernir, con 0,99Mg·m⁻³, no mostró diferencias con grano

fino ni con grano grueso (Tabla III).

Estos valores son mayores si se comparan con la Dp señalada (en Mg·m⁻³) para otros sustratos de siembra como los reportados por Guerrero *et al.* (2002a) para la corteza de pino (0,182) o por Pire y Pereira (2003) para fibra de coco (0,424), cáscara de arroz (0,652) y bagazo de caña (0,623). Sin embargo, son menores que en el vermicompost de estiércol vacuno, residuos de conejo y residuos domiciliarios con 2,268; 2,051 y 2,019Mg·m⁻³, respectivamente (Valenzuela *et al.*, 1998).

Porcentaje de porosidad total (%PT): En la Tabla I los valores observados para %PT son similares a los que Pire y Pereira (2003) señalan para el suelo (54%). La mayor medida la obtuvo el vermicompost de grano fino proveniente de la mezcla de estiércol vacuno y restos de palma (VEPF), con 61% y la menor medida estuvo dentro de la misma fuente de alimentación de la lombriz pero dentro del grano grueso (VEPG), con 39,10%; registrándose diferencias significativas (p<0,01) entre ambas.

TABLA I
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL VERMICOMPOST SEGÚN LA FUENTE Y LA GRANULOMETRÍA

Tratamientos	Da	Dp	%PT	%PA	%CR
VEG	0,51 ±0,03 a	1,02 ±0,05 bc	50,76 ±2,08 b	11,09 ±3,23 a	39,66 ±1,62 bc
VEF	0,57 ±0,02 a	1,23 ±0,00 a	53,69 ±1,30 ab	1,24 ±0,43 b	52,46 ±0,92 a
VE	0,54 ±0,06 a	1,16 ±0,05 ab	53,06 ±3,72 ab	2,07 ±0,81 b	50,99 ±3,12 ab
VEPG	0,33 ±0,02 b	0,55 ±0,03 e	39,10 ±3,87 c	11,14 ±3,22 a	29,54 ±3,19 c
VEPF	0,38 ±0,02 b	0,97 ±0,05 cd	61,10 ±1,87 a	3,71 ±1,49 b	57,39 ±3,07 a
VEP	0,35 ±0,03 b	0,82 ±0,11 d	57,25 ±6,20 ab	4,83 ±2,74 ab	52,42 ±8,70 a

VEG: vermicompost grueso, VEF: vermicompost fino, VE: vermicompost sin cernir, VEPG: vermicompost de palma grueso, VEPF: vermicompost de palma fino, VEP: vermicompost de palma sin cernir.

Da: densidad aparente (Mg·m⁻³), Dp: densidad de partícula (Mg·m⁻³), %PT: porcentaje de porosidad total, %PA: porcentaje de porosidad de aireación, %CR: porcentaje de capacidad de retención de humedad.

Letras iguales dentro de la columna no presentan diferencias significativas por la Prueba de Tukey (p<0,01).

TABLA II
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL VERMICOMPOST SEGÚN LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE *Eisenia* spp.

Tipo de vermicompost	Da**	Dp*	%PT*	%PA	%CR*
100% Estiércol	0,54 ±0,04 a	1,13 ±0,09 a	52,50 ±2,67 a	4,80 ±4,98 a	47,70 ±6,27 a
50:50 (E:P)	0,35 ±0,02 b	0,80 ±0,19 b	53,70 ±10,32 a	6,56 ±4,14 a	47,99 ±13,15 a

Da: densidad aparente (Mg·m⁻³), Dp: densidad de partícula (Mg·m⁻³), %PT: porcentaje de porosidad total, %PA: porcentaje de porosidad de aireación, %CR: porcentaje de capacidad de retención de humedad. E: estiércol bovino, P: palma aceitera (*Elaeis guineensis*).

* Letras iguales dentro de la columna no presentan diferencias significativas por la prueba de Tukey (p<0,01).

** Letras iguales dentro de la columna no presentan diferencias significativas por la prueba de rangos de Kruskal y Wallis.

TABLA III
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL VERMICOMPOST SEGÚN EL TAMAÑO DEL GRANO

Tamaño del grano	Da**	Dp*	%PT*	%PA	%CR*
Grueso	0,42 ±0,09 a	0,82 ±0,26 b	45,76 ±6,78 b	11,12 ±2,99a	35,23 ±5,83 b
Fino	0,47 ±0,10 a	1,09 ±0,14 a	57,39 ±4,23 a	2,47 ±1,67 b	54,92 ±3,37 a
Mezclado	0,44 ±0,11 a	0,99 ±0,19ab	55,16 ±5,23 a	3,45 ±2,38 b	51,71 ±6,10 a

* Letras iguales dentro de la columna no presentan diferencias significativas por la prueba de Tukey ($p < 0,01$).

** Letras iguales dentro de la columna no presentan diferencias significativas por la prueba de rangos de Kruskal y Wallis. Da: densidad aparente ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$), Dp: densidad de partícula ($\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$), %PT: porcentaje de porosidad total, %PA: porcentaje de porosidad de aireación, %CR: porcentaje de capacidad de retención de humedad.

En la Tabla II se observa que no existen diferencias significativas entre el vermicompost de 100% estiércol vacuno y el de la mezcla (50:50) de estiércol y restos de palma, pero sí hay diferencias significativas ($p < 0,01$) en relación al tamaño del grano (Tabla III), registrándose el menor valor de %PT en el vermicompost de grano grueso (45,76%) y el mayor valor para el grano fino (57,39%).

Guerrero *et al.* (2002a) y Pire y Pereira (2003), al caracterizar sustratos para la siembra, citan valores mayores a 80% de porosidad total, por lo que los vermicompost evaluados deberían ser mezclados con otros sustratos que le aumenten su valor de PT; ya que se señala que el óptimo de PT es 85%. Atiyeh *et al.* (2001) reportan un PT alto (81%); sin embargo, se debe tomar en cuenta que la fuente de alimentación de las lombrices en este caso es de estiércol de cerdo, cuyas características físicas son diferentes a la de estiércol vacuno, siendo un vermicompost que pierde rápidamente la humedad a pesar de tener un alta capacidad de retención de humedad, de 71%.

Porcentaje de aireación (%PA): Los valores óptimos para el %PA en los sustratos de siembra deben estar entre 10 y 30%. En la Tabla I se observa que solo los vermicompost con grano grueso presentan valores similares al límite inferior, de 11,09 y 11,14% para los de 100% estiércol y el combinado con restos de palma aceitera, respectivamente, y estos difieren estadísticamente ($p < 0,01$) de los demás vermicompost, los cuales están muy por debajo del mínimo óptimo. El menor valor lo registró VEF (grano fino) con 1,24%; valor inferior a lo repor-

tado por Pire y Pereira (2003) para suelo y arena fina, de 2,2 y 4,7% respectivamente.

Observando los valores de los vermicompost evaluados, excepto para los de grano grueso, se puede inferir que los de grano fino tienen muy poco espacio poroso, dificultándose así el intercambio gaseoso con las raíces de las plantas. Si se quisiera utilizarlos a un 100% como sustratos de siembra, tal y como es recomendado por algunos autores, los vermicompost de grano fino deben ser utilizados como enmienda de mezclas de sustratos para la siembra.

Atiyeh *et al.* (2001) indican que el vermicompost proveniente de estiércol de cerdo, con un 10% de aireación, no es recomendable por el alto contenido de sales. Por lo tanto, al momento de seleccionar un sustrato para la siembra es importante no olvidar las características químicas.

Capacidad de retención de humedad. (%CR): El vermicompost con menor %CR fue el proveniente de la mezcla de estiércol bovino y restos de palma aceitera y tamaño del grano grueso (VEPG) con 29,54% diferenciándose estadísticamente ($p < 0,01$), con el vermicompost de la misma fuente de alimentación de la lombriz pero grano fino (VEPF), con 57,39% (Tabla I). La fuente de alimentación no afectó la capacidad de retención de humedad, siendo cercanos a 48% los valores registrados tanto para 100% estiércol como para la mezcla de estiércol y restos de palma aceitera (Tabla II). En la Tabla III se aprecia que el tamaño de grano grueso del vermicompost obtuvo la menor CR (35,23 ±5,83) diferenciándose estadísticamente del grano fino.

Estos valores están dentro del rango del %CR de los sustratos de siembra evaluados por Pire y Pereira (2003) de 65,5; 70,1; 16,6 y 42,4% para fibra de coco, aserrín de coco, cáscara de arroz y bagazo de caña, respectivamente. Sin embargo, al momento de escoger un sustrato de siembra deben analizarse los parámetros físicos en conjunto y no individualmente, para poder así realizar las correcciones respectivas.

Conclusiones

Se detectaron diferencias según la fuente de alimentación de la lombriz, para las variables Da y Dp, presentando los mayores valores el vermicompost proveniente de estiércol bovino con 0,54 ±0,04 y 1,13 ±0,09 $\text{Mg}\cdot\text{m}^{-3}$ respectivamente, por lo que cabe concluir que el tipo de alimentación utilizada en la lombriz afecta las características físicas citadas.

Se encontraron diferencias entre el tamaño de grano, teniendo el grano grueso mayor porosidad de aireación (11,09 ±2,99%) diferenciándose estadísticamente del grano fino (2,47 ±1,67%). El grano grueso mostró menor capacidad de retención de agua (35,23 ±5,83) que el grano fino (54,92 ±3,37).

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento del FONACIT, Venezuela (Proyecto S1-2000000792).

REFERENCIAS

Aranda E, Barois I, Arellano P, Iriscón S, Salazar T, Rodríguez J, Patrón J (1999) Vermicomposting in the Tropics. En Lavelle P, Bruscaard L, Hendrix P (Eds.) *Earthworm Management in Tro-*

pical Agroecosystems. CABI publishing. Nueva York, EEUU. pp.253-287

- Atiyeh RM, Domínguez J, Subler S, Edwards C (2000a) Changes in biochemical properties of cow manure during processing by earthworms (*Eisenia Andrei*, Bouche) and the effects on seedling growth. *Pedobiologia* 44: 709-724.
- Atiyeh RM, Edwards C, Subler S, Metzger J (2000b) Earthworm. Processed organic wastes as components of horticultural potting media for growing Marigold and vegetable seedlings. *Compost Sci. Utiliz.* 8: 215-223
- Atiyeh RM, Edwards C, Subler S, Metzger J (2001) Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bioresource Technol.* 78: 11-20.
- Castillo A, Quarín S, Iglesias M (2000) Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *Agric. Técn.* 60: 74-79
- Cegarra J (1998) Compostaje y lombricompostaje, características de los compost. En Orozco F, Osorio W (Eds.) *Residuos Orgánicos. Aprovechamiento Agrícola como Abono y Sustrato*. 2ª ed. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Medellín, Colombia, Colombia. pp. 39-52.
- Edwards CA (1998) The use of earthworms in the breakdown and management of organic wastes. En Edwards CA (Ed.) *Earthworm Ecology*. St. Lucie Press. Boca Raton, Florida. pp. 327-354
- Guerrero F, Gascó JM, Hernández-Apalaza L (2002a) Use of pine bark and sewage sludge compost as components of substrates for *Pinus pinea* and *Cupressus arizonica* production. *J. Plant Nutr.* 25: 129-141.
- Guerrero F, Fernández-Getino A, Gascó JM (2002b) Soil organic matter mineralization determined by incubation experiment. 17th WCSC Thailand. Symposium N° 58, Paper N° 312. 5 pp.
- Hernández JA (2006) *Uso de la Palma Aceitera (Elaeis guineensis) y el Manejo de Canteros en la Producción de Humus de Lombriz (Eisenia spp.)*. Trabajo de Ascenso. La Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. 108 pp.
- Pire R, Pereira A (2003) Propiedades físicas de componentes de sustratos de uso común en la horticultura del estado Lara, Venezuela. Propuesta Metodológica. *Bioagro* 15: 55-63.
- Valenzuela O, Lallana V, Guerrero A (1998) Caracterización física y química de lombricompostos originados a partir de residuos de conejeras, estiércol vacuno y residuos domiciliarios. *Rev. Cient.* 2: 45-48.