

## Caracterización de las propiedades físicas y bioquímicas del vermicompost de pergamino de café y estiércol de bovino

### Characterization of the physical and biochemical properties of parchment coffee vermicompost and cattle manure

J.L. Contreras<sup>1</sup>, J. Rojas<sup>2</sup>, I. Acevedo<sup>1</sup> y M. Adams<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA).

<sup>2</sup>Universidad Central de Venezuela (UCV).

#### Resumen

Con el propósito de caracterizar las propiedades físicas y bioquímicas del vermicompost de pergamino de café y estiércol de bovino, como fertilizante orgánico alternativo para la elaboración de sustratos se determinó la retención de humedad a bajas tensiones, contenido de macro y microelementos, y el fraccionamiento de la materia orgánica. Se encontró un valor de índice de humificación de 0,02% y CIC/carbono orgánico total de 4,69 cmol.kg<sup>-1</sup>; con fracción no humificada de 107,95 g.kg<sup>-1</sup>. Por otra parte, presentó alto contenido de macroelementos con predominio de Ca>Mg>K>Na, aunque muy bajos en micronutrientes. El vermicompost resultó ser un material estable, del cual el mayor porcentaje de carbono estuvo representado por la fracción no humificada.

**Palabras clave:** macroelementos, retención de humedad, fraccionamiento de la materia orgánica.

#### Abstract

The purpose of this study was to characterize the physical and biochemical properties of vermicompost as a biofertilizer for alternative substrates. The moisture retention at low tensions, macro and microelement content and fractionation of organic matter were determined. We found humification index

value of 0.02% and CIC/total organic carbon of 4.69 cmol.kg<sup>-1</sup>, with non humified fraction of 107.95 g.kg<sup>-1</sup>. On the other hand, presented a high content of macro predominantly Ca > Mg > K > Na, but very low in the micronutrients. Vermicompost was found to be a stable material, which the highest percentage of carbon was represented by the non-humified fraction.

**Key words:** macroelements, moisture retention, organic matter fractionation.

## Introducción

Uno de los componentes de uso potencial para optimizar biológicamente los sustratos es el vermicompost, cuya utilización se ha incrementado en los últimos años. Este efecto está relacionado con las características físicas y químicas, como la porosidad total, pH y conductividad eléctrica (Mendoza-Hernández *et al.*, 2009). Sin embargo, se debe establecer una óptima relación de carbono y nitrógeno entre los materiales utilizados para obtener el vermicompost. Aunque la calidad del vermicompost depende de esa óptima relación C/N, no la obtención del mismo.

En este sentido, se han obtenido vermicompost estables y con alto valor como fertilizante orgánico a partir de pulpa de café sola y con mucilago precompostado durante dos meses en apilado. También, se ha logrado producir plantas ornamentales utilizando vermicompost de residuos de cultivo de tomate y cáscara de almendra en 75:25%, respectivamente (Mendoza-Hernández *et al.*, 2009).

Por otro lado, en el beneficio del fruto del café se genera el pergamino, el cual puede ser utilizado en mezclas para producir vermicompost. Por ello, el propósito de este ensayo fue caracterizar las propiedades físicas y bioquímicas de vermicompost genera-

## Introduction

One of the components with potential use to optimize biologically the substrates is vermicompost, which use has increased in the last years. This effect is related to the physical and chemical characteristics, as the total porosity, pH and electric conductivity (Mendoza-Hernández *et al.*, 2009). However, an optimum relation of carbon and nitrogen must be established among the materials used, to obtain the vermicompost. Even though, the quality of vermicompost depends on this optimum C/N relation, but not on its obtaining.

On this matter, steady vermicompost have obtained, with high value as organic fertilizer after the coffee pulp and the pre-compost mucilage for two months in stacking. Also ornamental plants have produced using vermicompost with residues of tomato crop and almond peels in 75:25%, respectively (Mendoza-Hernández *et al.*, 2009).

On the other hand, the benefit of the coffee fruit is generated in the parchment, which can be used in mixes to produce vermicompost. Therefore, the aim of this research was to characterize the physical and biochemical properties of vermicompost generated from the coffee parchment and cattle manure,

do del pergamino de café y el estiércol de bovino, como fertilizante orgánico alternativo para la elaboración de sustratos.

## Materiales y métodos

### Elaboración del vermicompost

El vermicompost se elaboró a partir de la mezcla en partes iguales de pergamino de café y estiércol de bovino pre-lavado. El pergamino es un subproducto del beneficio del café (endocarpio), obtenido a partir del trillado de la baya. Los materiales se colocaron alternados en capas de 15 cm de espesor en un tanque de 1 x 1 m hasta llegar a 60 cm de altura. El vermicompostaje se realizó durante un año por la actividad de las lombrices de *Eisenia fetida*, bajo sombra con riegos interdiarios y con presencia de drenaje en la parte inferior del tanque para evitar aguachinamiento. El vermicompost producido se secó al aire y se tamizó a 2 mm para su estudio.

### Caracterización física

Se determinó la relación masa-volumen del vermicompost, la cual se obtuvo con una bureta graduada sostenida en un soporte universal, conectada mediante una manguera transparente a un embudo con filtro Buchner con una porosidad máxima de 20  $\mu$ . Dentro del embudo se colocó una muestra seca al aire de vermicompost (100 g) y se saturó por 48 horas, midiendo en ambos casos la altura en el embudo para determinar el volumen inicial y en condiciones de saturado, calculando por diferencia el volumen expandido. Cada una de los análisis fueron realizados por triplica-

as alternative organic fertilizer for elaborating the substrates.

## Materials and methods

### Elaboration of the vermicompost

The vermicompost was elaborated in equal parts using the mix of coffee parchment and pre-washed cattle manure. The parchment is a sub-product that benefits the coffee and the pre-washed cattle manure. Parchment is a sub-product (endocarp), obtained after the threshing the fruit. The materials organized alternately in 15 cm-thick layers of 1 x 1 m until reaching 60 cm of height. Vermicompost was carried out for a year, by the worm activity of *Eisenia fetida*, on shadow with inter-daily irrigations, and draining the inferior part of the tank, to avoid water logging. The vermicompost produced was air dried and sift at 2 mm for its evaluation.

### Physical characterization

The mass-volume relation of the vermicompost was determined, which was obtained from a gradual burette with a universal mount, connected through a clear hose to a funnel with a Buchner filter, with a maximum porosity of 20  $\mu$ . A dry sample of vermicompost (100 g) was put inside the funnel and saturated for 48 hours, measuring in both cases the height of the funnel to determine the initial volume, and on saturate conditions, calculating by difference the expanded volume,

Each of the analyses was carried out by triplicate. Also, the solids 'density was determined, apparent

do. También se determinó la densidad de sólidos, densidad aparente, porosidad y relación de vacío, humedad gravimétrica y volumétrica, en condiciones inicial (muestra seca al aire) y en saturado, para lo cual se tomó como referencia la materia seca a 105°C hasta biomasa constante. Además se determinó la retención de humedad en el vermicompost aplicando succiones de 10, 25, 50 y 100 cm de columna de agua en el equipo de Haimes, después de saturado y se determinó la humedad volumétrica y gravimétrica (Masaguer, 2001).

### **Caracterización bioquímica**

Se empleó la metodología descrita para suelos agrícolas por la ausencia de metodologías calibradas para compuestos orgánicos. Se determinó el pH y la CE en una relación 1:1 de vermicompost-agua, con el uso de un potenciómetro con electrodo de vidrio para el primero y el conductímetro para la segunda, considerando el aspecto de suelo del material orgánico utilizado. El carbono orgánico se determinó por el método de Walkley y Black. Además se determinó el nitrógeno total mediante el método Kjeldahl y se calculó la relación carbono/nitrógeno (C/N). Para la capacidad de intercambio catiónico total y las bases intercambiables ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ ) en el vermicompost se usó como extractante el acetato de amonio a pH 7, medido mediante el espectrofotómetro de absorción atómica. El contenido de nutrientes disponibles (Ca, Mg, K, P, Fe, Zn, Mn y Cu), se usó como solución extractora Melich I, la cual es una solución ácida constituida por una mezcla de ácido clorhídrico 0,05 N y ácido sulfúrico 0,025 N

density, porosity and emptiness relation, gravimetric and volumetric humidity and, under initial conditions (air-dried sample) and under saturate conditions. For this, was taken as reference the dry matter at 105°C until having constant biomass. Additionally, the humidity retention in the vermicompost was determined, applying suction of 10, 25, 50 and 100 cm of water column in the Haimes equipment after the saturation, and the volumetric and gravimetric humidity was determined (Masaguer, 2001).

### **Biochemical characterization**

The methodology employed described for agriculture soils by the absence of calibrated methodologies for organic compounds was employed. pH and CE were determined in a 1:1 relation of vermicompost-water, using a potentiometer with glass electrode for the first, and the conductivity meter; considering the soil's aspect of the organic matter used. The organic carbon was determined by the Walkley and Black methods. The total nitrogen was also determined using the Kjeldahl method, and the carbon/nitrogen relation was measured (C/N). For the total cationic interchange capacity and the interchangeable bases ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  and  $\text{Na}^+$ ) in the vermicompost, was used as extractant the ammonium acetate at pH 7, and measured using the atomic absorption spectrophotometer. The content of available nutrients Ca, Mg, K, P, Fe, Zn, Mn and Cu), was used as extracting solution Melich I, which is an acid solution constituted by a mix of hydrochloric acid at 0.05 N and sulphuric acid 0.025 N (UCV, 1993).

(UCV, 1993). En el caso del fósforo se determinó mediante el método colorimétrico (formación del color amarillo por el complejo vanadomolibdo-fosfórico). Para la determinación de potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc y cobre se utilizó el espectrofotómetro de absorción atómica (UCV, 1993).

También se realizó fraccionamiento químico de la materia orgánica (sustancias no humicas, ácidos fúlvicos y húmicos) según Ciavatta *et al.* (1990), para lo cual se utilizó una muestra de vermicompost (2 g), seco al aire y tamizado (0,5 mm). El carbono orgánico se determinó en cada una de estas fracciones, mediante la metodología de Walkley y Black y se calcularon los índices de humificación.

## Resultados y discusión

### Caracterización física del vermicompost

La relación de masa, volumen y su dinámica en el vermicompost se presenta en el cuadro 1. El volumen total del vermicompost seco al aire y saturado fue de 139,13 a 169,91 cm<sup>3</sup>, respectivamente, con un volumen expandido de 30,78 cm<sup>3</sup>.

Dentro de las características físicas (cuadro 2) se encontró *Da* entre 0,62 a 0,51 Mg.m<sup>-3</sup> en vermicompost seco al aire y saturado, respectivamente. Estos valores fueron similares a los reportados por Hernández *et al.* (2010) con valores de 0,33 Mg.m<sup>-3</sup>, para el vermicompost de grano grueso proveniente de la mezcla de estiércol vacuno con restos de palma aceitera, hasta 0,57 Mg.m<sup>-3</sup>, para el vermicompost de grano fino proveniente de estiércol vacuno.

In the case of phosphorous, it was determined using the colorimetric method (formation of yellow by the complex vanadomolybdate-phosphoric). For determining the potassium, calcium, magnesium, iron and copper was used the spectrophotometer of atomic absorption (UCV, 1993). Additionally, a chemical fractioning of organic matter was performed (non-humic substances, fulvic and humic acids) according to Ciavatta *et al.*, (1990), for which was used a vermicompost sample (2 g), air-dried and sift (0.5 mm). The organic carbon was determined on each of these fractions, using the Walkley and Black methodology, and the humification indexes were measured.

## Results and discussion

### Physical characterization of the vermicompost

The mass-volume relation and its dynamic in the vermicompost are shown on table 1. The total volume of the air-dried and saturated vermicompost was from 139.13 to 169.91 cm<sup>3</sup>, respectively, with an expanded volume of 30.78 cm<sup>3</sup>.

On the physical characteristics (table 2) was found that *Da* from 0.62 to 0.51 Mg.m<sup>-3</sup> in the air-dried and saturated vermicompost, respectively. These values were similar to those reported by Hernández *et al.*, (2010) with values of 0.33 Mg.m<sup>-3</sup>, for the thick-grain vermicompost, coming from the beef cattle manure mix with rests of oil palm until 0.57 Mg.m<sup>-3</sup>, for the thin-grain vermicompost coming from beef cattle manure.

**Cuadro 1. Relaciones de masa- volumen en el vermicompost.**

**Table 1. Mass-volume relation in the vermicompost.**

Condición del vermicompost	Masa (g)				Volumen (cm <sup>3</sup> )						
	Seca	De agua	Total	Total	De agua	De poros	De agua	De Aire	De Sólido	Aire=Agua	Expandido
Seco al aire	86,51	13,49	100	139,13	106,49	13,49	93	32,64	53,25	0	
Saturado	86,51	137,27	223,78	169,91	137,27	137,27	0	32,64	68,64	30,78	

**Cuadro 2. Caracterización física del vermicompost en diferentes condiciones de humedad.**

**Table 2. Physical characterization of the vermicompost under different humidity conditions.**

Condición del vermicompost	Densidad de sólido	Densidad aparente	Porosidad total	Relación de vacío	Humedad		Humedad	
					gravimétrica	volumétrica	gravimétrica	volumétrica
					—————(%)			
Seco al aire	2,65	0,62	0,77	3,26	15,59	9,70	38,27	38,27
Saturado	2,65	0,51	0,81	4,21	158,68	80,79	40,39	40,39

Además, se evidenció el incremento del espacio poroso total y la relación de vacío de 77 a 81% y 3,26 a 4,21, respectivamente, siendo reversibles al disminuir el contenido de humedad. Menores valores de porosidad total fueron reportados por Durán y Henríquez (2007) y Hernández *et al.* (2010) en vermicompost de solo broza de café y estiércol (44 y 50%) y en vermicompost de la mezcla de estiércol vacuno con restos de palma aceitera.

También se observó que el vermicompost presentó una alta capacidad de retención humedad ( $w=158\%$ ), ya que en suelos orgánicos y materiales como la turba el contenido de agua a saturación sobre la base de la masa podría exceder el 100% (Masaguer, 2001). El vermicompost presentó alta capacidad de retención de humedad a bajas tensiones (cuadro 3), del cual más de la mitad del espacio poroso total estuvo ocupado por agua a bajas tensiones.

#### **Caracterización bioquímica**

El vermicompost evaluado presentó un pH de 6,6 (cuadro 4), condición donde la mayoría de los elementos podrían estar disponibles para la planta. Durán y Henríquez (2007) encontraron pH de 6,9 a 7,8 en vermicompost de 100% de broza de café y 100% de estiércol, respectivamente. Los valores de CE en el vermicompost fueron de  $2,32 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , lo que indicó que el uso como sustrato directamente generaría problemas de sales, aunque podría ser utilizado en mezclas para elaborar sustratos con materiales de bajo CE. Valores menores de CE han reportado Durán y Henríquez (2007) en vermicompost de solo estiércol y broza de café.

Additionally, it was evidenced the increment of the total porous space and the emptiness relation from 77 to 81% and from 3.26 to 4.21, respectively, being reversible when reducing the humidity content. Lower values of total porosity were reported by Durán and Henríquez (2007) and Hernández *et al.* (2010) in vermicompost with only solid coffee and manure (44 and 50%) and in vermicompost with the mix of beef cattle manure with rest of oil palm.

Also, it was observed that vermicompost presented a high humidity retention capacity ( $w=158\%$ ), since in organic soils and in materials such as peat, the water content to saturation on the mass might exceed 100% (Masaguer, 2001). Vermicompost, presented a high humidity retention capacity at low tensions (table 3), on which more than half of the total porous space was occupied by water at low tensions.

#### **Biochemical characterization**

The evaluated vermicompost presented a pH of 6.6 (table 4), condition where most of the elements might be available for the plant. Durán and Henríquez (2007) found a pH from 6.9 to 7.8 in vermicompost of 100% coffee solid and 100% manure, respectively. The CE values in the vermicompost were  $2.32 \text{ dS}\cdot\text{m}^{-1}$ , which indicated that the use as direct substrate would generate salt problems, but it could be used in mixes to elaborate substrates with materials with low CE. Lower values of CE have been reported by Durán and Henríquez (2007) in vermicompost with only cattle manure and solid coffee.

Vermicompost, presented values of  $15.87 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$  total organic carbon and

**Cuadro 3. Porcentajes de humedad gravimétrica y volumétrica del vermicompost a diferentes tensiones.**  
**Table 3. Gravimetric and volumetric humidity percentages of the vermicompost at different tensions.**

Contenido de humedad	Succión (cm)				Humedad aire= agua	
	0	10	25	50		100
Humedad Gravimétrica (%)	152,24	108,15	84,93	78,83	69,05	76,12
Humedad Volumétrica (%)	77,51	55,06	43,24	40,14	35,16	38,76

**Cuadro 4. Caracterización química del vermicompost.**

**Table 4. Chemical characterization of the vermicompost.**

Carbono orgánico total	Macronutrientes					Bases intercambiables	CIC	
	Nitrógeno (g.kg <sup>-1</sup> )	Ca	Mg	K	Na (cmol.kg <sup>-1</sup> )			
15,87	1,27	34,19	17,75	7,43	3,03	62,4	74,38	
Relaciones (Dilución 1:1)								
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	C/N	CIC/CT	C.E. (dS.m <sup>-1</sup> )			pH
1,93	4,60	2,39	12,50	4,69	2,32			6,6



El vermicompost presentó valores de carbono orgánico total de 15,87 g.kg<sup>-1</sup> y nitrógeno total de 1,27 g.kg<sup>-1</sup>, arrojando una relación C/N de 12,5 (cuadro 4). La relación C/N es un indicador apropiado para probar estabilidad del material, que facilita la mineralización de la materia orgánica del suelo y suministra nutrientes al suelo. Igualmente, Contreras *et al.* (2008) reportaron vermicompost de estiércol de bovino estable, de fácil degradación. Así como, Durán y Henríquez (2007) reportaron vermicompost de solo broza de café y estiércol de C/N baja (9,2 y 10,9, respectivamente) que facilitó la degradación de la materia orgánica por parte de los microorganismos del suelo, con valores superiores de carbono orgánico y nitrógeno.

Por otra parte, la capacidad de intercambio catiónico total (CIC) que presentó el vermicompost fue de 74,38 cmol.kg<sup>-1</sup> (cuadro 4) lo cual se podría considerar como un indicativo de buena calidad del material como fertilizante orgánico. Así mismo, reportó Contreras *et al.* (2008) vermicompost de estiércol de bovino como materiales maduros bien estabilizados con valores de 53 a 57 cmol.kg<sup>-1</sup>.

La relación de CIC/carbono orgánico total de 4,69 cmol.g<sup>-1</sup>, donde el mayor porcentaje de carbono en el vermicompost estuvo representado por la fracción no humificada (107,95 g.kg<sup>-1</sup>); la cual estuvo conformada por compuestos orgánicos de fácil degradación; lo que permitió que fueran utilizados como fuente de energía y nutrimentos para los microorganismos y las plantas, por lo que se podría utilizar como fertilizante orgánico.

1.27 g.kg<sup>-1</sup>, total organic nitrogen with a C/N relation of 12.5 (table 4). The C/N relation is an appropriate indicator to prove the stability of the material that favors the mineralization of the organic matter of the soil, and supplies nutrients to the soil. Likewise, Contreras *et al.* (2008) reported easily degradable steady cattle manure vermicompost. Durán and Henríquez (2007) reported vermicompost with solid coffee and cattle manure of low C/N (9.2 and 10.9 respectively), which made easier the degradation of the organic matter of the soil microorganisms, with superior values of organic carbon and nitrogen.

On the other hand, the total cationic interchange capacity (CIC) which presented the vermicompost was of 74.38 cmol.kg<sup>-1</sup> (table 4) that can be considered as a good quality indicator of the material as organic fertilizer. Likewise, Contreras *et al.* (2008) reported cattle manure vermicompost as well steady ripened materials with values from 53 to 57 cmol.kg<sup>-1</sup>.

The CIC/total organic carbon relation was of 4.69 cmol.g<sup>-1</sup>, where the highest carbon percentage in the vermicompost was represented by the non-humic fraction (107.95 g.kg<sup>-1</sup>); which was formed by easily degradable organic compounds, that allowed to be used as energy sources and nutriments for the microorganisms and the plants, thus it can be used as organic fertilizer.

Regarding the content of the interchangeable bases, adequate levels of calcium, magnesium and potassium were observed (table 4), which would guarantee an adequate substitution of

En cuanto al contenido de bases intercambiables se observaron niveles adecuados de calcio, magnesio y potasio (cuadro 4), que garantizarían una su- plencia adecuada de estos nutrientes a la planta. Más aun, el bajo nivel de sodio en el material fue un buen indi- cio para su uso en los sustratos, lo que supondría un bajo efecto de este catión sobre la estructura del mismo. En cuanto a la relación entre las bases intercambiables se observó un predo- minio del calcio en el complejo de in- tercambio, seguido por el magnesio y el potasio, lo que indicó una relación adecuada, que no causo antagonismo entre estos nutrimentos.

El fósforo disponible presentó ni- veles altos ( $132 \text{ mg.kg}^{-1}$ ) según Lobo (1988). Los cationes básicos se encon- traban en niveles bajos para el Cu, Fe, Mn y Zn (Lobo, 1988) (cuadro 5).

### **Fraccionamiento de la mate- ria orgánica**

El vermicompost presentó un contenido de carbono orgánico total de  $141,7 \text{ g.kg}^{-1}$  (cuadro 6), de igual modo Ciavatta *et al.* (1990) encontraron va- lores de  $171 \text{ g.kg}^{-1}$  en materiales orgá- nicos estables como compost. Con re- lación al índice de humificación (HI), se encontró un valor de 0,02%, el cual se presentó en el rango de materiales humificados entre 0 y 0,5%, por lo que se podría considerar el vermicompost evaluado como material estable, que podría ser utilizado en mezclas de sustrato por mantener las caracterís- ticas químicas. Al evaluar el grado de humificación (DH) se obtuvo un valor de 98,7% que resultó alto, ya que valo- res mayores al 60% se consideraron un material humificado (Ciavatta *et al.*, 1990). De igual modo, Contreras *et al.*

these nutrients to the plant. The low sodium level in the material was a good indicator for its use in the substrate, which would indicate a low effect of these cation on its structure. Regarding the relation of the interchangeable bases, it was observed a higher presence of calcium in the interchange complex, followed by magnesium and potassium, which indicated an adequate relation that did not cause antagonisms among these nutriments.

According to Lobo (1988), the available phosphorous presented high levels ( $132 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). The basic cations had low levels of Cu, Fe, Mn and Zn (Lobo, 1988) (table 5).

### **Fractioning of the organic matter**

Vermicompost presented a total organic carbon content of  $141.7 \text{ g.kg}^{-1}$  (Table 6), likewise Ciavatta *et al.* (1990) found values of  $171 \text{ g.kg}^{-1}$  in steady organic materials such as compost. In relation to the humification index (HI), was found a value of 0.02%, which presented in the rank of humified materials from 0 to 0.5%, thus it can be considered the evaluated vermicompost as a steady material, that can be used in substrate mixes to keep the chemical characteristics. When evaluating the humification degree (HD) a value of 98.7% was obtained, which resulted high since values higher than 60% were considered as humified material (Ciavatta *et al.*, 1990). Likewise, Contreras *et al.* (2008) reported well stable cattle manure vermicompost from 78 to 81%.

In relation to the humification rate (HR), values of 23.31% were

**Cuadro 5. Contenido de macro y micronutrientes extraídos con solución extractora Melich I.****Table 5. Macro and micronutrients content extracted with the extracting solution Melich I.**

	Macronutrientes (mg.kg <sup>-1</sup> )					Micronutrientes					Relaciones (mg.kg <sup>-1</sup> )	
	P	Ca	Mg	K	Na	Fe	Mn	Cu	Zn	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
132	10024	3928	1774	224	224	0,56	0,76	0	0,32	2,55	5,65	2,21

**Cuadro 6. Fraccionamiento de la materia orgánica del vermicompost.****Table 6. Fractioning of the organic matter of the vermicompost.**

COT	C:FNH										HA/FA
	C. Extr.	HA	FA	NH	GH	HR	HI	HA/FA			
	(g.kg <sup>-1</sup> )										(%)
141,7	107,95	33,75	28,3	4,78	0,569	97,87	23,31	0,02	5,9		

COT: Carbono orgánico total; C:FNH: Carbono de la fracción no humificada; C. Extr: Carbono del extracto; HA: ácidos húmicos; FA: ácidos fúlvicos; NH: Fracción no humificados; GH: Grado de humificación; HR: Tasa de humificación; HI: Índice de humificación.

(2008) reportó vermicompost de estiércol de bovino bien estabilizados de 78 a 81%.

En relación con la tasa de humificación (HR), se obtuvieron valores de 23,31%, similares a los reportados por Ciavatta *et al.* (1990) en compost después de la estabilización, quienes reportaron valores de 24,4%. Por otra parte, Contreras *et al.* (2008) encontró vermicomposts de estiércol de bovino con valores bajos (13 a 14%). Con respecto a la relación HA/FA el vermicompost estudiado presentó valor de 5,9. De igual modo, Contreras *et al.* (2008) encontró valores de 4,5 a 5 en vermicompost de estiércol bovino, indicando que eran materiales más maduros que la gallinaza y estiércol caprino.

## Conclusiones

El vermicompost estudiado resultó ser un material estable humificado, con alto contenido de sustancias fácilmente degradables, que podría ser utilizado en mezclas de sustratos, por mantener sus características bioquímicas. Además, por retener la humedad a bajas tensiones el uso del mismo en mezclas de sustrato mantuvo la humedad y fue fácilmente disponible para las plantas. Sin embargo, por presentar el vermicompost cierto nivel de sales, se vio limitado su uso a mezclas de materiales para la elaboración de sustrato, por lo que sería importante futuras investigaciones para definir las proporciones a utilizar. Aunque podría ser utilizado como fertilizante orgánico por el alto conte-

obtained, similar to those reported by Ciavatta *et al.* (1990) in compost after the stabilization, who reported values of 24.4%. On the other hand, Contreras *et al.* (2008) found cattle manure vermicompost with low levels (13 to 14%). Regarding the HA/FA relation, the studied vermicompost had a value of 5.9. Likewise, Contreras *et al.* (2008) observed values from 4.5 to 5 in cattle manure vermicompost, indicating that these were more ripened materials than poultry manure and goat manure.

## Conclusions

The studied vermicompost resulted to be a humified stable material with high easily degradable substances, that can be used in substrates mixes to keep the biochemical characteristics. Additionally, its use in substrate mixes kept the humidity and was easily available by the plants by the capacity of retaining the humidity. However, since vermicompost has some level of salt, its use was limited to mixes of materials to elaborate the substrate, thus future researches are important to define the proportions to be used. Although, it can be used as organic fertilizer by its high macronutrients content, by the presence of micronutrients and the provision of non humic and humified substances that provided the biological properties to the substrate.

*End of english version*

---

nido de macronutrientes, por la presencia de micronutrientes y el aporte de sustancias no humicas y humificadas que aportaron propiedades biológicas al sustrato.

## Literatura citada

Ciavatta, C., M. Govi, L. Vittori y P. Sequi. 1990. Characterization of humified compounds by extraction and fractionation on solid polyvinylpyrrolidone. *Journal of Chromatography* 509:141-146.

Contreras, F., J. Paolini y C. Rivero. 2008. Caracterización de enmiendas orgánicas usadas en suelos de los Andes Venezolanos. *Venesuelos* 16(1):16-22.

Durán, L. y C. Henríquez. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. *Agronomía Costarricense* 31(1):41-51.

Hernández, J., L. Mármol, F. Guerrero, E. Salas, J. Bárcenas, V. Polo y C. Colmenares. 2010. Caracterización química, según granulometría, de dos

vermicompost derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de la palma aceitera. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 27: 451- 491-52

Lobo, D. 1988. Interpretación de los Análisis de Suelos. *Agronomía al día* 1(2):28-29.

Masaguer, A. 2001. Los sustratos en los cultivos sin suelo: Materiales empleados. Curso de enmiendas orgánicas y sustratos de cultivo. Universidad Politécnica de Madrid. Material mimeografiado. 49 p.

Mendoza-Hernández, D., R. García de la Fuente, F. Fornes, R.M. Belda y M. Abad. 2009. Producción de dos especies ornamentales en sustratos a base de compost y vermicomposts de residuos de cultivos hortícolas. *Actas de Horticultura* 53:89-95.

UCV. 1993. Métodos de análisis de suelos y plantas utilizados en el laboratorio general del Instituto de Edafología. *Cuadernos Agronomía*. 1(6): 89 p.