



PRODUCCIÓN DE BIOFERTILIZANTE CON *EISENIA FOETIDA* SAV, UTILIZANDO CUATRO SUSTRATOS DIFERENTES EN CONDICIONES AMBIENTALES SEMICONTROLADAS *

PRODUCTION OF BIOFERTILIZERS WITH *EISENIA FOETIDA* SAV. USING FOUR DIFFERENT
SUBSTRATES IN SEMICONTROLLED ENVIRONMENTAL CONDITIONS

HUMBERTO R., PÉREZ-FIGUEREDO⁽¹⁾; MARITZA, GAVIRIA⁽²⁾ Y RUBÉN, OCHOA-ATACHO⁽³⁾

RESUMEN

La lombricultura es una técnica que aprovecha los residuos orgánicos para procesar y obtener humus como producto el cual es utilizado como fertilizante agrícola en cultivos. Esta técnica ha tomado mucho auge en áreas agrícolas y urbanas debido que soluciona los problemas de contaminación por residuos orgánicos y al alto costo de abonos agrícolas. La importancia de esta práctica radica en la capacidad para transformar la materia orgánica, reciclar nutrientes y favorecer la recuperación de suelo a través de la lombriz roja. Esta investigación se realizó con el objetivo de evaluar cuatro sustratos orgánicos diferentes en la producción de humus a través de la especie *Eisenia foetida* SAV. Se utilizó un diseño experimental completamente aleatorizado al azar unifactorial, con 4 tratamientos (Basura Orgánica, Estiércol Bovino, Estiércol Equino, Estiércol Conejo) y 6 repeticiones en condiciones ambientales semicontroladas. Los datos fueron analizados con un software estadístico InfoStat, aplicando la comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0,01$). Los resultados indican que existen diferencias en el contenido de nutriente (N, P, K, Ca, Mg, C/N, Ca/Mg, pH, materia orgánica) entre los sustratos utilizados. Se concluye que la lombriz roja produce abono orgánico de alta calidad nutricional para los cultivos agrícolas.

Palabras clave: residuos orgánicos, lombriz roja, *Eisenia foetida* SAV, humus de lombriz, abono orgánico.

ABSTRACT

Lumbriculture is a technique that uses organic waste to process it and obtain humus as a product which is used as agricultural fertilizer in crops. This technique has taken a boom in agricultural and urban areas because it solves the problems of contamination by organic waste and the high cost of agricultural fertilizers. The importance of this practice lies in the ability to transform organic matter, recycle nutrients and promote soil recovery through the red earthworm. This research was carried out with the objective of evaluating four different organic substrates in the production of humus through the *Eisenia foetida* SAV species. A completely randomized, experimental design was used, with 4 treatments (Organic Garbage, Cattle Manure, Equine Manure, Rabbit Manure) and 6 repetitions in semicontrolled environmental conditions. The data were analyzed with statistical software InfoStat, applying the

(*) Artículo enviado: 25-01-18

Aprobado: 19-03-18

(1) Complejo Agroindustrial Azucarero "Ezequiel Zamora" S.A. (CAAEZ, S.A). Sabaneta, estado Barinas, Venezuela.
Email: humbertoPérezf@gmail.com.

(2) Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Barinas (INIA). Barinas, estado Barinas, Venezuela.
Email: maritzagaviria@yahoo.es

(3) Docente de la UNELLEZ. Vicerrectorado de Planificación y Desarrollo. Barinas, estado Barinas, Venezuela.
Email: rubdochoa@gmail.com.

comparison of means by the Tukey test ($p \leq 0.01$). The results indicate that there are differences in the nutrient content (N, P, K, Ca, Mg, C / N, Ca / Mg, pH, organic matter) between the substrates used. It is concluded that the red earthworm produces organic fertilizer of high nutritional quality for agricultural crops.

Key words: organic waste, red earthworm, *Eisenia foetida* SAV, earthworm humus, organic fertilizer.

INTRODUCCIÓN

Se estima que en Venezuela el 60% de los residuos que diariamente se genera, por las diversas actividades humanas, corresponde a materiales biodegradables. Una opción para el tratamiento de este tipo de desechos orgánico es la lombricultura, a través de especies de lombrices, de las cuales la más usada es *Eisenia foetida* SAV, que según Ferruzzi (1987), es conocida como “lombriz roja californiana”, descubierta en la Universidad Agrícola de California, Estado Unidos de Norte América, sin embargo Bollo (1999) citado en Durán y Hernández (2009), considera que existen otras especies utilizadas con fines comerciales tales como *Eisenia andrei*, *Eudrilus eugeniae* y *Helodrilus caliginosus*.

La lombricultura es una biotecnología que utiliza una especie domesticada de lombrices (*Eisenia foetida* SAV.) como una herramienta de trabajo. Bajo ciertas condiciones, recicla todo tipo de materia orgánica y se obtiene como fruto dos productos: el humus y la carne (Recalde, 2008 citado en Díaz *et al.*, 2008), presentándose como una alternativa ecológica y económicamente sustentable de desarrollo endógeno que permite reciclar desechos sólidos, desde residuos de cocina hasta lodos residuales de grandes ciudades (Shahmansouri *et al.*, 2005; Ghyasvand *et al.*, 2008). Sin embargo, requiere del conocimiento de técnicas adecuadas para la crianza, alimentación y reproducción (Toccalino *et al.*, 2004), lo cual garantiza la obtención de un abono de gran calidad que es empleado en la fertilización de cultivos agrícolas de interés económico. (Polo *et al.*, 2011), dando una respuesta ecológica a la falta de fertilizantes químicos debido que los residuos orgánicos son empleados como sustratos para criar lombrices, mitigando la contaminación (López-Méndez *et al.*, 2013).

Este proceso no solo elimina al desecho, sino que la lombriz es utilizada como alimento en la avicultura y piscicultura, además se produce un abono que es empleado en los cultivos, huertos familiares, jardines de las comunidades rurales y urbanas (López-Méndez *et al.*, 2013).

Allison (2012) manifiesta que en la actualidad estamos expuestos a grandes cantidades de desechos de productos químicos, los cuales suelen ser muy perjudiciales para los seres humanos, por lo que cabe resaltar la importancia de los cultivos orgánicos, ya que estos son naturales y se emplean en los cultivos garantizando productos de buena calidad para el consumo, evitando así enfermedades que puedan causar al ser humano. Esto indica que su necesidad en la tierra obedece a que el abono orgánico es fuente de vida bacteriana para el suelo sin la cual no se puede dar nutrición a las plantas cultivables.

En este sentido Vitriago y Sánchez (2016), expresan que el abono orgánico es totalmente sano y natural ya que cuentan con millones de microorganismos que transforman a los minerales en elementos comestibles para las plantas, por lo que se considera que este es un elemento fundamental que caracteriza al abono orgánico producto de las excretas de la lombriz *Eisenia foetida* SAV.

Esta investigación se justifica en la necesidad de reducir los residuos orgánicos, la contaminación que este genera al medio ambiente y la obtención de abonos naturales a partir de los mismos el cual es utilizado en las plantas, disminuyendo el uso de fertilizantes inorgánicos, ahorro de divisas, entre otros.

No obstante, se puede decir que en Venezuela la fertilización orgánica brinda una opción tecnológica apropiada para enfrentar el problema técnico y económico que surge para los pequeños productores que ya no pueden seguir financiando el precio de productos químicos (Gamboa, 2009, citado en Vitriago y Sánchez; 2016).

Se considera que con el aporte de esta investigación se contribuye al deber establecido en el artículo 127 de la Constitución de la República de Venezuela (Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela, 1999), donde se aprecia claramente que nuestro deber es proteger y mantener el ambiente en beneficio de sí mismo y del mundo futuro para garantizar a las siguientes generaciones una vida sana, saludable y limpia.

Por ende, esta investigación tiene un gran valor ya que sirve para bioestimular los suelos de diversos cultivos agrícolas que carecen de materia orgánica, aportando los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas en huertos escolares, unidades de producción familiar, agricultura urbana, composteros, lugares donde se realicen siembras y además es de vital importancia para el saneamiento de suelos.

Debido a la gran diversidad de material orgánico que se genera tanto en el área agrícola como urbana, el cual puede emplearse como sustrato para la elaboración de abonos fertilizantes, es de esperarse la existencia de una variación en las propiedades del humus de la lombriz, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar cuatro sustratos orgánicos diferentes en la producción de humus con el uso de la especie *Eisenia foetida* SAV. (Lombriz roja), en condiciones ambientales semicontroladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el municipio Barinas estado Barinas, durante un periodo de 26 semanas (180 días). Se obtuvieron los datos de los elementos climáticos del periodo 1996 a 2006, de la Estación Barinas Planta Sede; Tipo Agrometeorológica Serial 3805; Longitud: 70°08'80,9" Latitud: 08°33'591" Altitud: 183 msnm según INIA, (2012) citado en Pérez-Figueredo (2013). Elaborando el Balance Hídrico-Edáfico según Thornthwaite (1978) citado en Pérez-Figueredo (2013) para la zona, presentando una precipitación anual promedio de 1415,02 mm, evaporación promedio anual de 1896,41 mm y temperaturas promedio mensual de 26,95 °C. La zona de vida según Holdridge (1987) Bosque Seco Tropical.

El estiércol de bovino, equino y conejo se obtuvo de la unidad de producción agropecuaria perteneciente al señor Raúl Parada ubicada en la localidad de La Acequia, municipio Pedraza, estado Barinas. Este se dejó en las mismas condiciones de campo y no fue lavado, compostado o curado antes de aplicarlo a las lombrices, aunque Loza-Murguía *et al.* (2010), recomienda el lavado con agua potable en una relación 1:2, a fin de eliminar la urea y regular el pH hasta aproximadamente cercano al neutro, en este experimento se evaluó el estiércol en condiciones iniciales sin tratarlo tal cual como se recolecto en el campo.

Se utilizó lombrices de la especie *Eisenia foetida* SAV., lombriz roja californiana, en estado juvenil, provenientes de un lumbricultivo tratado con mezclas de sustratos previendo se encontraran en buen estado sanitario. Las mismas fueron distribuidas 150 lombrices por tratamiento, para un total de 600, lombrices, colocadas en cajas de madera (cajas ecológicas) construidas con medidas de 0,30 m de ancho por 0,60 m de largo por 0,40 m de alto, que conformaban una sola estructura en bloques, techado y cubiertos con malla milimétrica en la parte superior de cada unidad, dispuestas en un diseño completamente aleatorizado. Sin embargo, Paco *et al.* (2011), utilizaron cajas de 6,0 m largo x 3,5 m de ancho x 2,0 m de alto, construido de listones de madera y Chicaiza (2007) cajas de madera de 1,0 m largo x 0,5 m ancho x 0,3 m alto, sin embargo, se considera que el espacio experimental para la cría de *Eisenia foetida* SAV., es adecuado para desarrollar el experimento.

Se utilizaron 24 cajas ecológicas en las cuales se colocaron 29 kg de sustrato alimenticio por unidad experimental, estos sustratos fueron representados por cada tratamiento. Siendo estos: T1; Basura Orgánica, T2: Estiércol Bovino, T3: Estiércol Equino, T4: Estiércol Conejo. El estiércol puede proceder, según Vitriago y Sánchez (2016), de caballos, de oveja, vacas, gallinas (gallinaza), entre otros, además de aportar nutrientes, el estiércol hace que proliferen la vida de los microorganismos que favorecerán la fertilidad de la tierra, es por esta razón que se seleccionaron como sustratos para ser procesados por lombriz roja.

Se usaron mangueras de jardín para mantener húmedas las cajas y un sarán (malla plástica de 3 mm x 3 mm color verde) sobre las cajas y fosas que proporcionó sombra y protección a las lombrices.

Estiércol, está formado por las heces de animales, el cual es previamente fermentado antes de ser suministrado a las lombrices, de ahí que el estiércol pueda presentar diferentes niveles de nutrientes dependiendo del animal del que provenga.

Los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente para un valor de análisis de varianza completamente aleatorizado unifactorial con 4 tratamientos y 6 repeticiones. Para la evaluación de los resultados experimentales se utilizó el Software Estadístico InfoStat versión 2011, en caso de significación se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0,01$).

El estiércol se regó a diario con agua por cada unidad experimental antes de la colocación de las lombrices para que la caja ecológica estuviera totalmente mojada y evitar intoxicación proteica de las lombrices con el estiércol o sustrato suministrado. Una vez sembradas las lombrices se mantuvo la humedad del sustrato con riegos diarios utilizando una regadera para jardinería de material plástico con capacidad de 5 litros, modelo Capri. Se colocó una cubierta de malla de 3 mm x 3 mm color verde sobre las cajas ecológicas para proporcionar sombra, mantener la humedad y dar protección contra pájaros y/o aves de corral. Se colocó cal hidratada (CaCO_3) alrededor de las unidades experimentales para evitar que las hormigas entraran a los tratamientos de igual forma como lo recomienda Chicaiza (2007).

Al sustrato procesado por la lombriz roja (humus de lombriz), se le tomó una muestra para análisis de fertilidad, para determinar materia orgánica (%), fósforo (ppm), potasio (ppm), nitrógeno (%), carbono (%), magnesio (ppm), calcio (ppm), sodio (meq/100 g), hierro (ppm), manganeso (ppm), cobre (ppm), azufre (%), zinc (ppm), pH y conductividad eléctrica. Los métodos utilizados en el laboratorio de suelo para determinar los nutrientes fueron fósforo Olsen-Bray, potasio acetato de amonio y fotometría de llama, materia orgánica Walkley-Black, calcio y magnesio acetato de amonio pH 7 absorción atómica. Se tomaron 5 muestras a los 60 días y 5 muestras a los 180 días, siendo 10 muestras por tratamiento para un total de 40 muestras las cuales fueron sometidas estadísticamente sus resultados, a los 60 y 180 días después del

establecimiento de las lombrices en las cajas ecológicas. Durán y Hernández (2009) tomaron mediciones a los 45 y 90 días, mientras que Hernández *et al.* (1999), desarrollaron su experimento durante un período de 168 días.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1, se presentan los promedios de los principales elementos macronutrientes fósforo, potasio, magnesio, calcio y materia orgánica, obtenidos al finalizar el experimento a las 26 semanas (180 días), donde se observa que existe diferencias significativas entre los sustratos evaluado, procesados a través de la lombriz roja. Sin embargo, el producto obtenido (humus) es un abono orgánico con alto contenido nutricional siendo materia orgánica (10,56 a 13,89%), fósforo (660,10 a 784,20 ppm), potasio (3315,20 a 4897,10 ppm), calcio (3104,00 a 3300,00 ppm) y magnesio (1687,40 a 1819,70 ppm), estos valores son aceptados aun cuando entre el estiércol de bovino y equino no haya diferencia en el contenido de magnesio pero difieren en el estiércol de conejo y basura orgánica.

El estiércol de equino supera a los restantes tratamientos en el contenido de materia orgánica, aportando 13,89%, con respecto al estiércol de bovino 12,45%, basura orgánica 10,96% y estiércol de conejo 10,56%, sin embargo Vásquez (1999) citado en Paco *et al.* (2011), indica que el contenido de nitrógeno en el vermicompost depende del tipo de sustrato que se suministra a la lombriz, esto se corrobora en este experimento.

Tabla 1. Resultados del análisis de nutrientes de diferentes tipos de sustratos orgánicos tratado con *Eisenia foetida* SAV., en condiciones ambientales semicontroladas al final del experimento.

Tratamiento	Variables				
	Mat. Org. (%)	Fósforo (ppm)	Potasio (ppm)	Magnesio (ppm)	Calcio (ppm)
Estiércol Equino	13,89 a	686,60 c	4897,10 a	1687,40 b	3221,30 b
Estiércol Bovino	12,45 b	784,20 a	4525,00 b	1751,60 ab	3124,60 c
Basura Orgánica	10,96 c	689,80 b	3315,20 d	1819,70 a	3300,00 a
Estiércol Conejo	10,56 d	660,10 d	3359,40 c	1739,90 ab	3104,00 c
R ²	0,97	0,97	0,97	0,93	0,76
CV	11,18	6,78	17,61	4,14	2,87
DE	1,34	47,78	78,86	72,52	91,46
EE	0,21	7,55	7,94	11,47	14,46

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, pruebas de Tukey ($p \leq 0,01$)

En la Tabla 2, se presentan los valores de materia orgánica transformados en nitrógeno (N), observando para estiércol equino 0,82% N, estiércol bovino 0,75% N, basura orgánica 0,72% N y estiércol conejo 0,82% N. Al compáralos con otras investigaciones encontramos que estos valores están entre los rangos obtenidos por Edwards *et al.* (1988) citado en Paco *et al.* (2011), reporta valores promedios de nitrógeno total 1,47% N, en los sustratos pulpa de café, 1,05% C y restos de cocina (0,92%), Paco *et al.* (2011), quienes en su investigación reportan valores promedios de nitrógeno con restos de cocina 0,92% N, pulpa de café 1,47% N, cartón 1,05% N, y Chicaiza (2007), trabajo con diferentes tipos de estiércol obtuvo en equino 0,48% N, caprino 0,67% N y bovino 0,45% N.

Con respecto a este alto contenido de nitrógeno Edwards *et al.*, (1988) citado en Paco *et al.*, (2011), manifiestan que la acción de la lombriz transforma el N₂ de la materia orgánica en nitratos aprovechables por los microorganismos las cuales pueden perderse en formas húmicas o simplemente en el medio ya que estos son eliminados por los nefridiosporos en formas de ácidos úricos o amonio, dando una explicación al alto contenido de nitrógeno en el sustrato producido por la lombriz roja.

Igualmente, en la Tabla 2, se presentan los valores para micronutrientes, en cada uno de los tratamientos,

observando valores altos promedios para todos los tratamientos, siendo los rangos para cobre (57,00 a 65,00 ppm), hierro (3610,00 a 4040,00 ppm), manganeso (335,00 a 465,00 ppm) y zinc (242,00 a 274,00 ppm), sin embargo, el producto de los sustratos evaluados (basura orgánica, estiércol bovino, estiércol equino y estiércol conejo) no presentan diferencias significativas en su contenido. Esto se traduce en un abono más rico en términos de contenido de micronutrientes y macronutrientes con nutrimentos más disponibles para que la planta pueda aprovecharlos aunado a una materia orgánica humificada.

La conductividad eléctrica es baja en todos los tratamientos significando que la no existencia de problemas con salinidad para las plantas y para el mismo suelo con bajo contenido de sodio (2,00 a 2,30 meq/100 g) donde se pretenda aplicar el abono orgánico producido por la lombriz roja.

La Tabla 3, presenta los valores de pH para cada uno de los tratamientos evaluados basura orgánica (7,90), estiércol bovino (7,10), estiércol equino (7,40), estiércol conejo (7,50), observándose que no existen diferencias significativas en la reacción de la solución del sustrato el cual se mantiene en la alcalinidad, esto se debe a la acción de los microorganismos termófilos que actúan transformando el nitrógeno en amoníaco (NH₃), gas que alcaliniza el medio según lo expresa

Tabla 2. Contenido promedio de nutrientes del Biofertilizantes obtenido de diferentes tipos de sustratos orgánicos tratado con *Eisenia foetida* SAV., en condiciones ambientales semicontroladas.

Elemento	Basura Orgánica	Estiércol Bovino	Estiércol Equino	Estiércol Conejo
Materia orgánica (%)	10,96	12,45	13,89	10,56
Fósforo (ppm)	690,00	784,00	687,00	660,00
Potasio (ppm)	3315,00	4525,00	4897,00	3359,00
Nitrógeno (%)	0,72	0,75	0,82	0,82
Carbono (%)	6,33	7,22	8,06	8,06
Magnesio (ppm)	1820,00	1752,00	1687,00	1740,00
Calcio (ppm)	3300,00	3125,00	3221,00	3104,00
Sodio (meq/100 g)	2,00	2,30	2,10	2,00
Hierro (ppm)	4000,00	4012,00	3610,00	4040,00
Manganeso (ppm)	435,00	465,00	415,00	335,00
Cobre (ppm)	60,00	57,00	65,00	58,00
Azufre (%)	0,42	0,35	0,41	0,39
Zinc (ppm)	242,00	268,00	274,00	252,00
pH	7,90	7,10	7,40	7,50
Conductividad eléctrica	Baja	Baja	Baja	Baja
Relación C/N	8,79	9,63	9,83	9,83
Relación Ca/Mg	1,81	1,78	1,91	1,78

Fuente: Laboratorio de Procesamiento de Suelos Gustavo Campero, UNELLEZ, Guanare, Portuguesa (2006).

García (1995), citado en Paco *et al.* (2011) quien obtuvo valores promedios de pH similares al nuestro en sustratos tratados con lombriz roja con restos de cocina (7,66), pulpa de café (7,46), cartón (7,52).

Tabla 3. Resultados del análisis de la relación y reacción de los diferentes tipos de sustratos orgánicos tratado con *Eisenia foetida* SAV., en condiciones ambientales semicontroladas al final del experimento.

Tratamiento	Variables		
	pH	C/N	Ca/Mg
Estiércol Equino	7,40 b	9,83 a	1,91 a
Estiércol Bovino	7,10 c	9,63 b	1,79 b
Basura Orgánica	7,90 a	8,79 c	1,81 b
Estiércol Conejo	7,50 b	9,83 a	1,78 b
R ²	0,75	0,94	0,96
CV	2,32	4,66	4,44
DE	0,05	0,44	0,08
EE	0,33	0,07	0,02

Medias con una letra común no son significativamente diferentes, pruebas de Tukey ($p \leq 0,01$)

Por su parte, Chicaiza (2007), en estiércol equino reporto pH neutro (7,52) pero con estiércol bovino y caprino ligeramente alcalino 8,16 y 8,19 respectivamente. Mientras que López-Méndez *et al.* (2013), obtuvieron pH alcalino al tratar la lombriz roja con planta y vaina secas de frijol (9,5), aserrín con estiércol de bovino (9,2) y aserrín con estiércol de bovino (9,1). Sin embargo, en estudios realizados por Reines *et al.*, (2004), citado en López-Méndez *et al.*, (2013) han reportado que un pH superior a 9,5 del sustrato afecta negativamente el desarrollo, reproducción y la actividad de las lombrices.

Los valores de pH obtenidos en la investigación, coinciden con lo expresado por Vitriago y Sánchez (2016), al considerar que el abono producido por *Eisenia foetida* SAV., tiene un pH neutro, por lo que está indicado para todo tipo de planta, y además aporta nutrientes, nitrógeno, hormona, entre otros beneficios al suelo. En este sentido se puede señalar que el humus de lombriz, está considerado como uno de los mejores fertilizantes orgánicos y es un tipo de abono que se

obtiene con la ayuda del proceso digestivo de la especie *Eisenia foetida* SAV., por lo que su actividad mejora las propiedades del suelo.

En la Tabla 3, se observa que los tratamientos evaluados presentaron una relación C/N cercano a 10, es decir basura orgánica (8,79), estiércol bovino (9,63), estiércol equino (9,83), estiércol conejo (9,83), siendo estos niveles óptimos, así mismo un mayor contenido de Ca y Mg con alto porcentaje de materia orgánica. La humificación de la materia orgánica depende de la relación C/N, contenido de lignina y taninos que son precursores de las sustancias húmicas, y del contenido de minerales como el Ca y Mg. Estos factores influyen en la velocidad de degradación de la materia fresca, en el contenido final de materia orgánica humificada (humus) y en el contenido de minerales (Ca y Mg) (Singh *et al.*, 1992; Sánchez-Monedero *et al.*, 1996; Kluczek-Turpeinen *et al.*, 2003; Schuldt, 2004, citados en López-Méndez *et al.*, 2013). La relación Ca/Mg no presenta diferencia estadística entre los tratamientos.

Los valores de los macronutrientes P, K, Ca, Mg y P del humus obtenido a partir de los diferentes tratamientos (Figura 1), en donde el K es mayor con respecto a los otros elementos evaluados, sin embargo, su contenido varía entre los tratamientos siendo el mayor con estiércol de equino (4897,10 ppm) y el menor con basura orgánica (3315,20 ppm), el resto de los tratamientos presentan diferencias significativas dentro de éste rango, estiércol de bovino (4525,00 ppm) y estiércol de conejo (3359,40 ppm), su contenido varía entre los tratamiento siendo mayor con estiércol equino (4897,10 ppm), mientras que con basura orgánica (3315,20 ppm), se obtuvo el menor promedio en potasio, que con estiércol bovino (4525,00 ppm) y estiércol conejo (3359,40 ppm), siendo significativamente diferentes. El contenido de Ca es alto para cada uno de los tratamientos estiércol equino (3221,30 ppm), estiércol bovino (3124,60 ppm), basura orgánica (3300,00 ppm) y estiércol conejo (3104,00 ppm), esto explica la alcalinidad en la reacción del suelo (pH).

Cabe señalar, que este tipo de fertilizante orgánico producido por la lombriz roja californiana permite aprovechar los diferentes sustratos orgánicos, aumentar la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos y suele necesitar poca energía para su elaboración debido que en poco tiempo es descompuesto por la lombriz.

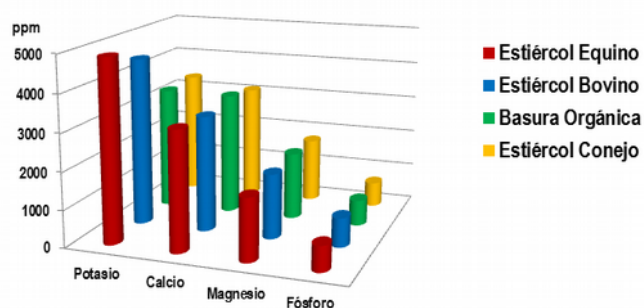


Figura 1. Contenido P, K, Mg, Ca obtenidos de los diferentes sustratos orgánicos tratados con *Eisenia foetida* SAV., en condiciones ambientales semicontroladas.

CONCLUSIONES

Los resultados sugieren que el contenido de nutrientes (fósforo, potasio, calcio, magnesio, materia orgánica, hierro, manganeso, cobre, zinc) del biofertilizante producido por la lombriz roja depende del tipo de sustrato utilizado (basura orgánica, estiércol bovino, estiércol equino, estiércol conejo) en condiciones de ambiente semicontroladas en la ciudad de Barinas.

El producto obtenido de la lombriz roja, en condiciones ambientales semicontroladas, es un abono orgánico con alto contenido nutricional para las plantas de cultivos.

Cualquiera de los sustratos puede ser utilizado como abono para los cultivos agrícolas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de cualquiera de los sustratos utilizados (basura orgánica, estiércol bovino, estiércol equino y estiércol conejo), para producir abono orgánico a través de la lombriz roja.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a la especie de lombriz roja californiana, que incondicionalmente se ofrecieron para someterse al cautiverio en experimentos a cambio de aportar información para la ciencia.

REFERENCIAS

Allison, L. (2012). La importancia de los abonos orgánicos. En Blog Academia. Recuperado de: https://www.academia.edu/27605353/LA_IMPORTANCIA_DE_LOS_ABONOS_ORG%C3%8

Chicaiza, J. (2007). Producción de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y lombrihumus con estiércol de vaca, cabra, cerdo y caballo. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Zamorano. Honduras.

Díaz, D.; Cova, L.; Castro, A.; García, D., y Perea, F. (2008). Dinámica Del Crecimiento Y Producción De La Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida* SAV.), en cuatro sustratos a base de estiércol bovino. Agricultura Andina 15, 39-55.

Durán, L., y Henríquez, C. (2009). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja (*Eisenia foetida*) en cinco sustratos orgánicos. Nota técnica. Agronomía Costarricense 33(2), 275-281.

Ferruzzi, C. (1987). Manual de lombricultura. Madrid, España: Editorial Mundi Prensa.

Gaceta Oficial República Bolivariana de Venezuela, Extraordinaria. (1999, de marzo). Constitución de la República Bolivariana de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Ghyasvand, S.; Alikhani, H.; Ardalan, M.; Sarvaghebi, G., y Hatami, S. (2008). Effect of Pre-thermocomposting on decrease of cadmium and lead pollution in vermicomposting of Municipal solid waste by *Eisenia foetida*. American-Eurasian J. Agric. Environ. Sci. 4(5), 537-540.

Hernández, J.; Ramírez, N.; Bracho, B., y Faría, A. (1999). Caracterización del crecimiento de la lombriz roja (*Eisenia* spp.), bajo condiciones de clima cálido. Rev. Fac. Agron. (Maracay) 25, 139-147.

Holdridge, R. (1987). Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

López-Méndez, C.; Ruelas-Ayala, R.; Sañudo-Torres, R.; Armenta-López, C., y Félix-Herrán, J. (2013). Influencia de diferentes sustratos orgánicos en la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*). Tecnociencia Chihuahua 7(2), 81-87.

Loza-Murguía, M.; Choque, B.; Pillco, H.; Huayta, D.; Chambi, I., y Cutili, B. (2010). Comportamiento de lombriz roja californiana y lombriz silvestre en bosta bovina y rumia bovina como sustrato. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 1(4), 555-565.

Paco, G.; Loza-Murguía, M.; Mamani, F., y Sainz, H. (2011). Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia foetida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivian. All rights reserved 2(2), 24-39.

- Pérez-Figueredo, H. (2013). Fertirrigación nitrogenada reducida en rendimiento de caña de azúcar. *Revista Investigaciones Interactivas* 3(20), 94-114.
- Polo, A.; Marcano, L.; Granadillo, M.; Marcano, E.; Cortesía, C., y Hernández, J. (2011). Crecimiento y reproducción de la lombriz roja californiana (*Eisenia andrei*) en sustratos con cadmio. *Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas* 45(2), 123-134.
- Shahmansouri, M.; Pourmoghadas, H.; Parvaresh, A., y Alidadi, H. (2005). Heavy metals bioaccumulation by Iranian and Australian earthworms (*Eisenia fetida*) in the sewage sludge vermicomposting. *Iranian J. Env. Health Sci. Eng.* 2(1), 28-32.
- Toccalino, P.; Agüero, M.; Serebrinsky, C., y Roux, J. (2004). Comportamiento reproductivo de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) según estación del año y tipo de alimentación. *Rev. Vet.* 15(2), 65-69.
- Vitriago, L. y Sánchez, A. (2016). Abono a base de los desechos orgánicos para el desarrollo de huertos escolares. Tesis de Licenciado en Educación Mención Química. Universidad de Carabobo. Carabobo, Venezuela.