

Caracterización del lombricompostaje con bovinaza, *Gliricidia sepium* y *Pennisetum purpureum*, procedentes de la granja ecológica san judas tadeo, Sampúes, Sucre, Colombia

characterization with bovinaza vermicomposting, *Gliricidia sepium* and *Pennisetum purpureum*, from organic farm san judas tadeo, Sampúes, Sucre, Colombia

CASTILLO, JORGE¹ Ing Agrón, PÉREZ, RICARDO² M.Sc, NAVARRO, ORLANDO² M.Sc.

¹Universidad de Sucre, Instructor SENA. Sincelejo, Colombia.

²Universidad de Sucre, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Sincelejo, Colombia.

Keywords:

Vermicompost;
Eisenia foetida;
manure organic;
improvement of soil;
ecology.

Abstract

The objective was characterizing physical, chemical and microbiologically a Vermicompost made with different substrates, with two treatments and three replications, using a design fully to the random and comparison of average with anova simple. The treatment 1 composed of bovinaza (40%), *Gliricidia sepium* (30%) and *Pennisetum purpureum* (30%); and 2 treatment consisting of bovinaza (50%), *Gliricidia sepium* (25%) and *Pennisetum purpureum* (25%). Featuring the lombricompostaje, it was found that the *Eisenia foetida*, consume their own weight daily and results in 60% of the ingested organic fertilizer, as it also multiplies the N, P, K, Mn, Ca. Treatment 1 produced greater amount of organic fertilizer (59.16% by weight) that the treatment 2 (57% of the weight). The *Eisenia foetida* reproduced exponentially, going from 600 to 4,500 specimens on average per treatment. He analysis microbiological leaves appreciate that this fertilizer organic has in the soil a microbiota responsible partly of them cycles biogeochemical, providing many microorganisms to the same, which meet functions of decomposers, biocontrol, build-up of nitrogen, inhibitors of the germination of pathogenic, also increases the resistance of them plants to pest and diseases.

Palabras Clave:

Lombricompost;
Eisenia foetida;
abono orgánico;
mejoramiento de suelo;
ecología.

Resumen

El objetivo fue caracterizar física, química y microbiológicamente un lombricompost elaborado con diferentes sustratos, con dos tratamientos y tres replicaciones, utilizando un diseño completamente al azar y comparación de medias con anova simple. El Tratamiento 1 compuesto por bovinaza (40%), *Gliricidia sepium* (30%) y *Pennisetum purpureum* (30%); y el tratamiento 2 compuesto por bovinaza (50%), *Gliricidia sepium* (25%) y *Pennisetum purpureum* (25%). Caracterizado el lombricompostaje, se comprobó que la *Eisenia foetida*, consume diariamente su propio peso y traduce en abono orgánico el 60% de lo ingerido, como también multiplica el N, P, K, Mn, Ca. El Tratamiento 1 produjo mayor cantidad de abono orgánico (59.16% del peso) que el Tratamiento 2 (57% del peso). La *Eisenia foetida* se reprodujo exponencialmente, pasando de 600 a 4.500 especímenes en promedio por tratamiento. El análisis microbiológico deja apreciar que este abono orgánico dispone en el suelo una microbiota responsable en parte de los ciclos biogeoquímicos, aportando muchos microorganismos al mismo, los cuales cumplen funciones de descomponedores, biocontroladores, fijadores de nitrógeno, inhibidores de la germinación de patógenos, además aumenta la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades. La función de los microorganismos no está contemplado en el estudio.

INFORMACIÓN

Recibido: 05-10-2016;

Aceptado: 29-11-2016.

Correspondencia autor:

Jorgecastillo47@hotmail.com

Introducción

La agricultura convencional genera un impacto ambiental muy fuerte; probablemente, hoy en día, sea uno de los agentes más contaminantes del suelo y uno de los problemas más importantes que tiene la humanidad. Cada año se bombardea la tierra con miles de toneladas de productos químicos dentro de los que se destacan los nitratos, fósforo y potasio (FERNÁNDEZ y LEIVA, 2003).

Como respuesta a esa cultura depredadora del hombre, aparecen métodos alternativos que promueven el desarrollo sostenible en las diferentes explotaciones agropecuarias, es decir, utilizar los recursos naturales con el menor impacto posible en los procesos productivos; dentro de estos se destaca la lombricultura, que constituye un medio de descontaminación ambiental, puesto que es una herramienta muy sencilla, asequible y sobretodo muy potente para el mejoramiento y recuperación de los suelos (OSORIO y ROLDÁN, 2003).

Atendiendo que el abono orgánico producido por *Eisenia foetida* interactúa positivamente con las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, se hace necesario estudiar y conocer a mayor profundidad las características físicas, químicas y microbiológicas de este abono orgánico, con el propósito de utilizarlo de manera puntual y precisa, acorde al tipo de cultivo y a las necesidades mismas del suelo, para lo cual es importante tener una mayor y mejor información sobre los nutrientes y uso de este producto natural, el cual fue obtenido del sustrato de dos cantidades diferentes de bovinaza, *Gliricidia sepium* y *Pennisetum purpureum* en la Granja Ecológica San Judas Tadeo de Sempués, Sucre, Colombia sus resultados se presentaron a la comunidad objeto de intervención, difundiendo información certera sobre un producto que tiende a aumentar su uso en la producción agrícola.

Materiales y métodos

Zona de estudio: El estudio se realizó en la “Granja Ecológica San Judas Tadeo”, ubicada en jurisdicción del municipio de Sempués, departamento de Sucre (Colombia). El municipio de Sempués, se encuentra ubicado a 9.03/54”

y 9.15’ latitud norte, y 75°13’42” y 75°28’20” longitud occidental. Posee piso térmico cálido o isomegatérmico con precipitación media multianual de 1.227.6 mm; para la zona se presentan dos periodos climáticos durante el año: Seco (diciembre - marzo) y lluvioso (abril – noviembre); la temperatura promedio es de 26.8°C, la humedad relativa promedio de 80%; brillo solar mensual de 169 horas y evapotranspiración de referencia-TO total año de 1.265.7 mm (PGIRS Sempués, 2012).

Diseño: Se seleccionó un área de 30 m², para establecer un cobertizo fabricado con plástico agrícola que protegiera de las lluvias y resguardara de la radiación solar debido a que la exposición de *Eisenia foetida*, a la luz solar causa la muerte de estos individuos, a modo de paredes se cubrieron sus laterales con polisombra para igualmente amparar de fenómenos climáticos y evitar la entrada de aves depredadoras. Debajo de esta cobertura se estructuró una base fuerte de madera sobre la cual se instalaron seis canastas plásticas, con dimensiones de 90 cm de largo, 50 cm de ancho y 25 cm de profundidad. La estructura de madera se diseñó con una ligera inclinación y cada canasta fue perforada en su base para facilitar el lixiviado; en estas canastas se colocó la bovinaza, *Gliricidia sepium* y *Pennisetum purpureum*, sustrato que sirvió de alimento a *Eisenia foetida*.

En pasos previos, se había recogido la bovinaza fresca, colocándose a madurar por un término de 45 días durante los cuales se realizaron volteos diarios; por su parte, el material vegetal *Gliricidia sepium* y *Pennisetum purpureum*, se recolectó y trozó en una picadora eléctrica, surtiendo un proceso de maduración en un tiempo inferior al de la bovinaza, haciéndose volteos diarios para regular la humedad y la temperatura, evitando así la presencia de patógenos y de insectos plagas (RERRUZZI, 1994). Los materiales y elementos utilizados durante todo el proceso fueron: Pala, pequeño rastrillo de madera para airear el sustrato, regadera, canasta plástica, balanza, termómetro con tablero, guantes, bolsas para toma de muestras (Figura 1).

Mezclados y madurados los componentes del sustrato. Se procedió a pesarlo para conformar las dosificaciones respectivas. Para el Tratamiento 1 se mezclaron 40 kg de bovinaza



Fuente: Registros del proyecto.

Figura 1. Estructura de soporte del lombricompost.

(40%), 30 kg de *Gliricidia sepium* (30%) y 30 kg de *Pennisetum purpureum* (30%), luego se mezclaron homogéneamente, conformando el sustrato a suministrar a *Eisenia fetida*. De este sustrato se tomaron 15 kg y se dispusieron 5 kg en cada una de las tres canastas destinadas para el Tratamiento 1 y sus tres replicas, así: T1 C1, T1 C2, T1 C3 (BUENO, 2015).

De igual manera se dosificó el sustrato para el Tratamiento 2, utilizando para ello 50 kg de bovinaza (50%), 25 kg de *Gliricidia sepium* (25%) y 25 kg de *Pennisetum purpureum* (25%). De este sustrato se tomaron 15 kg, para depositar 5 kg en cada una de las tres canastas destinadas para el Tratamiento 2 y sus tres replicas, correspondientes a: T2 C1, T2 C2, T2 C3.

Los dos tratamientos y sus réplicas se irrigaron de forma homogénea hasta lograr una humedad integral de aproximadamente 80%, empleando el método del puño, seguidamente al riego se procedió a la siembra de *Eisenia fetida*, utilizando para ello un promedio de 600 especímenes por canasta (FUNDACIÓN HJC, 2005).

Establecido el lombricompost se aumentó paulatinamente la alimentación de *Eisenia*

foetida hasta alcanzar un suministro de 10 kg (promedio) de sustrato por semana (FUNDACIÓN HJC, 2005).

Toma de datos: A las materias primas usadas en los Tratamientos (bovinaza, *Gliricidia sepium* y *Pennisetum purpureum*) se les practicó un análisis bromatológico VAN SOEST, las cuales se sometieron al protocolo IN-12, Natural Control, para aislar microorganismos agroecológicos y aislar colonias de hongos.

Retirados los especímenes de *Eisenia foetida* se procedió a pesar su producto, el abono orgánico, contenido en las replicas de los tratamientos.

El sustrato se sometió a análisis de laboratorio (Laboratorio Natural Control, 2012) en dos momentos, uno al inicio del proceso y otro a los cuatro meses de haberse cultivado *Eisenia foetida*, para comparar sus características físicas, químicas y microbiológicas, para ello se tomaron tres submuestras por cada tratamiento, para determinar: Análisis Físico (capacidad de retención de humedad, pérdidas por volatilización, densidad, color); Análisis químico (pH, carbón orgánico oxidable, C.I.C, nitrógeno, fósforo, potasio, Ca, Mg, S, Bo, Fe, Mn, Cu, Zn, Rel (C/N),

Na, conductividad eléctrica, cenizas); Metales pesados (plomo, cadmio, cromo, níquel, arsénico, mercurio, por el método generación de hidruros y absorción atómica); Análisis microbiológico (identificación y densidad de hongos y bacterias benéficos y patógenos; método por plateo).

Diseño estadístico: Se realizó un diseño completamente al azar, donde las condiciones son homogéneas para todos los tratamientos, así: T1C3, T2C3, T2C2, T2C1, T1C2, T1C1.

Análisis de datos: Se utilizó el modelo matemático al diseño completamente al azar y comparación de medias con anova simple, a través del paquete estadístico IBM SPSS, Versión 23.

Resultados

En la caracterización física, química y microbiológica del Lombricompost (Laboratorio Natural Control, 2012), en las etapas inicial y final del proceso, no se presentaron diferencias significativas entre T1 y T2. Empero el tratamiento T1 produjo al final del proceso mayor cantidad de abono orgánico (59.16%) que el tratamiento T2 (57%) (Tabla 1 y 2).

Tabla 1. Características físicas.

Parámetro	Procesos	n	Media	D. Est.	Sign.(0,05)
Densidad Amparente Seca (DAS)	Inicial	6	0,33	0,07	0**
	Final	6	0,49	0,02	
	Final	6	12,36	0,68	
Humedad	Inicial	6	73,22	1,02	0**
	Final	6	67,48	1,38	
	Final	6	0,06	0,01	
Final	6	10,91	1,03		

Nota= **: altamente significativo (5%).

En atención a los resultados obtenidos en los tratamientos al inicio y al final del proceso, se observaron diferencias significativas con respecto al tiempo; es decir, entre la siembra de *Eisenia foetida* y la recolección del abono orgánico, toda vez que hay diferencias en los elementos nutricionales como N, P, K, Mn, Cu, Zn, en los metales pesados Ni, Cr y en las características físicas: humedad y densidad aparente (Tabla 3).

Tabla 2. Características químicas.

Parámetro	Procesos	n	Media	D. Est.	Sign.(0,05)
Ph	Inicial	6	8,46	0,19	0,497 ^{ns}
	Final	6	8,51	0,05	
CE (Conductividad Eléctrica)	Inicial	6	8,85	4,82	0,108*
	Final	6	12,36	0,68	
Cenizas	Inicial	6	9,46	0,74	0***
	Final	6	14,95	0,86	
RIA (Residuo Insoluble en Ácido)	Inicial	6	5,24	1,29	0,001**
	Final	6	8,95	1,31	
CIC (Capacidad de Intercambio Catiónico)	Inicial	6	18,66	2,19	0,371 ^{ns}
	Final	6	20,02	2,81	
NT (Nitrógeno Total)	Inicial	6	0,55	0,05	0**
	Final	6	0,8	0,09	
KT (Potasio Total)	Inicial	6	0,54	0,07	0,002
	Final	6	0,84	0,15	
CT (Calcio Total)	Inicial	6	0,43	0,03	0
	Final	6	0,83	0,06	
Mg (Magnesio Total)	Inicial	6	0,17	0,02	0
	Final	6	0,31	0,01	
PT (Fósforo Total)	Inicial	6	0,09	0,01	0
	Final	6	0,15	0,01	
S (Azufre)	Inicial	6	0,05	0,01	0,111
	Final	6	0,06	0,01	
B (Boro)	Inicial	6	0,0012	0,0007	0,083
	Final	6	0,0018	0,0004	
Cu (Cobre)	Inicial	6	0,0012	0,0004	0,002
	Final	6	0,0004	0,0012	
Mn (Manganeso)	Inicial	6	0,0065	0,00084	0
	Final	6	0,0102	0,00075	
Fe (Hierro)	Inicial	6	0,11	0,03	0,012
	Final	6	0,16	0,01	
Z (Zinc)	Inicial	6	0,002	0	0
	Final	6	0,004	0	
Na (Sodio)	Inicial	6	0,04	0,01	0,001
	Final	6	0,06	0,01	
COOT (Carbono Orgánico Oxidable Total)	Inicial	6	8,18	0,47	0,135
	Final	6	8,69	0,6	
C.N (Carbono/Nitrógeno)	Inicial	6	15,13	1,93	0,001
	Final	6	10,91	1,03	
RetHum (Retención de Humedad)	Inicial	6	60,57	4,59	0,006
	Final	6	51,85	4,13	
P.Vol (Pérdidas por Volatilización)	Inicial	6	17,33	1,02	0,679
	Final	6	17,56	0,91	

Nota= ns: no significativo, *: significativo (5%), **,***,****: altamente significativo (5%).

Tabla 3. Metales pesados que aumentaron su concentración.

Metales	Proceso	n	Media	D. Est.	Sign.(0,05)
Cromo	Inicial	6	1,54	0,48	0**
	Final	6	3,32	0,71	
Niquel	Inicial	6	2,87	0,37	0**
	Final	6	6,44	1,04	

Nota= ns: no significativo, *: significativo (5%), **,***,****: altamente significativo (5%).

Al determinar las características microbiológicas de los tratamientos 1 y 2 se pudo observar una riqueza microbiana al inicio y al final del proceso, identificándose los hongos *Trichoderma sp*, *Aspergillus sp*, *Rhizopus sp*, *Fusarium sp*, bacterias de la familia *Pseudomonaceae* y además los grupos de bacterias B. Gram (+) y B. Gram (-). Las unidades utilizadas para medir la concentración de los microorganismos fue Ufc/gr (unidades formadoras de colonia) (Tabla 4).

Tabla 4. Características microbiológicas.

Microorganismo	Tiempo	n	Media	D. Est.	Sign.(0,05)
B. Gram (+)	Inicial	6	0,00E+00	0	0,16 ^{ns}
	Final	6	3,50E+05	564800,85	
B. Gram (-)	Inicial	6	3,02E+06	2291215,11	0,891 ^{ns}
	Final	6	2,86E+06	1555125,93	
Pseudomonadaceae	Inicial	6	3,57E+05	151613,54	0,017*
	Final	6	1,37E+05	112723,85	
Aspergillus	Inicial	6	3,92E+05	290545,46	0,037*
	Final	6	1,01E+05	61367,74	
Levaduras	Inicial	6	3,42E+04	51015,36	0,195 ^{ns}
	Final	6	1,91E+06	3306417,06	
Rhizopus	Inicial	6	1,68E+04	40745,14	0,354 ^{ns}
	Final	6	6,67E+02	816,5	
Fusarium	Inicial	6	0,00E+00	0	0,082 ^{ns}
	Final	6	1,00E+03	1264,91	
Trichoderma	Inicial	6	0,00E+00	0	0,341 ^{ns}
	Final	6	1,67E+02	408,25	
Penicillium	Inicial	6	3,65E+04	49734,29	0,706 ^{ns}
	Final	6	5,70E+04	119264,41	

Nota= ns: no significativo, *: significativo (5%), **,***,****: altamente significativo (5%).

En la tabla 5 se relacionan los resultados del análisis de laboratorio que determinó los microorganismos presentes en el lombricompost de los cuales se establecen las características de acuerdo con HOYOS (2012).

Tabla 5. Características microbiológicas del lombricompost.

Tipo	Familia o género	Características
Bacteria	Bacilo Gram -	Microorganismos habitantes del suelo, con capacidad de inhibir la germinación de patógenos, participan en la movilización de microelementos, en la fijación de nitrógeno y en el control de insectos plagas, entre otros procesos del suelo.
	Pseudomonadaceae Solubilizadores de fosfatos	Solubilizadoras de fosfatos
	<i>Aspergillus sp.</i> Solubilizador de fosfatos	
	<i>Penicillium sp.</i> Solubilizador de fosfato, bioacumulan Cd y Cu	
Hongo	<i>Rhizopus sp.</i> Degradador de herbicidas	
	<i>Fusarium sp.</i> Fitopatógeno	Fitopatógeno causante de marchamientos vascular
	<i>Trichoderma sp.</i> Biocontrolador	Benéfico, biocontrolador, actúa como agente de control de hongos y nemátodos fitopatógenos

Otro resultado a resaltar es la reproducción exponencial de *Eisenia foetida*, que pasó de 600 individuos sembrados, a un promedio de 4.500 especímenes por cada tratamiento.

Discusión

Luego de determinadas las características químicas, físicas y microbiológicas, se puede decir en gran medida, que los Tratamientos 1 y 2 presentaron resultados acorde con lo estimado en el horizonte del proyecto, toda vez que ello concuerda con la información presentada por FERRUZI (1994), CASTILLO *et al.* (1999) y LEE *et al.* (1985). En cuanto Ferruzi, dice que *Eisenia foetida* consume su propio peso y excreta el 60% de lo consumido en forma de abono orgánico, y en el tratamiento 1 se encontró que al final del proceso, de 100 kg de sustrato consumido, la *Eisenia foetida* produjo 59.16 kg de abono orgánico, acercándose al 60% que describen los autores referenciados. En concordancia con estos autores, *Eisenia foetida* potencia algunos elementos como el P, K y Mg, luego de deglutirlos y excretarlos.

Determinada las características microbiológicas en los tratamientos, no se encontró diferencias significativas, presentándose más bien la desaparición de algunos microorganismos en

el proceso final (*fusarium sp.*), y en general la presencia de bacterias gram+ y gram- y de hongos descomponedores y biocontroladores (*Trichoderma sp.*), lo cual concuerda con los estudios realizados por REBODILLO (2008) ; PÉREZ (2011), HOYOS (2012), quienes afirman que el *Trichoderma sp.* ha desarrollado mecanismos para atacar y parasitar a otros hongos y aprovecharlos como fuente nutricional.

El aumento de elementos como el nitrógeno, fósforo, manganeso y el potasio coincide con lo expresado por INBAR *et al.* (1993) toda vez que al final del proceso el fósforo aumentó de manera significativa, lo que concuerda con lo informado por otros autores, quienes concluyen que las lombrices ingieren con la materia orgánica grandes cantidades de fósforo, la que es digerida por el intestino y acentuada por la enorme actividad microbiana (CASTILLO *et al.* 1999; JOHNSON *et al.* 2003).

La relación carbono/nitrógeno disminuyó significativamente aunque se mantuvo oscilando en los valores de <10 a >12; según (DAY y SHAW, 2001) un valor de C/N entre 10 y 20 se propone como aceptable, y se considera que los abonos con valores menores de 10 tienen una liberación más rápida de nutrimentos que aquellos con valores mayores de 20, lo cual se debe al aumento del nitrógeno en el producto final.

Los metales pesados en su mayoría se redujeron, a excepción del níquel y del cromo, los cuales aumentaron significativamente aunque no alcanzaron a sobrepasar los parámetros permitidos por la Norma Técnica Colombiana NTC-5167 (GARG *et al.* 2006; PEREIRA y ZEZZI, 2003).

El humus de *Eisenia foetida* favorece la formación de micorrizas, las cuales aceleran el desarrollo radicular de las plantas (GÓMEZ, 2010). En su composición están presentes todos los nutrientes: Nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio,

sodio, manganeso, hierro, cobre, cinc, en cantidad suficiente para garantizar el perfecto desarrollo de las plantas (MARNETTI, 2012).

Conclusiones

El humus de *Eisenia foetida*, producto final del proceso de lombricompostaje, presentó excelentes características físicas y microbiológicas, evidentes en cuanto a textura, color, riqueza de nutrientes, de microorganismos, propios de un abono orgánico ideal, siendo notable la presencia de microorganismos habitantes del suelo con capacidad de inhibir la germinación de patógenos, que participan en la movilización de microelementos en la fijación de nitrógeno, como algunas bacterias gram- y algunos hongos que son descomponedores y biocontroladores antagonistas, caso de *Pseudomonadaceae* (Solubilizadora de fosfatos) y *Trichoderma sp.* (biocontrolador).

En el abono orgánico obtenido se encontró que el nitrógeno, fósforo, potasio y magnesio aumentaron considerablemente con respecto de las cantidades contenidas en el sustrato al comienzo del trabajo. La relación carbono/nitrógeno se mantuvo en los indicadores propios de un buen abono orgánico.

El Tratamiento 1, presentó cuantitativamente mayor producción de abono orgánico que el Tratamiento 2, toda vez que en el Tratamiento 1 la transformación de lo ingerido por *Eisenia foetida* alcanzó un 59.16% del peso total, que fueron 100 kg de sustrato, contra un 57% del Tratamiento 2, lo cual demuestra eficiencia, además sus bondades permiten afirmar que el abono orgánico producto final del lombricompostaje puede utilizarse con toda confianza en el abonamiento de los suelos, particularmente en los poco fértiles y compactados, puesto que este abono mejora la aireación, drenaje y además enriquece con macro y microelementos los suelos y dispone en ellos una microbiota responsable de los ciclos biogeoquímicos de los suelos.

Referencias

- BUENO, M. 2015. *Elabora tu propio lombricompost: Volume 19 of Guías para la fertilidad de la tierra*. España, La Fertilidad de la Tierra Ediciones.
- CASTILLO, A.; VÁSEUZ, S.; SUBOSKY, M.; RODRÍGUEZ, S. 1999. Disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio en suelos abonados con lombricompost. *Información Tecnológica 10*: 179-182.
- DAY, M.; SHAW, K. 2001. Biological, chemical and physical processes of composting. En STOFELLA, P.; KAHN, B. *Compost utilization in horticultural cropping systems*: 18-22. Lewis, USA.
- FERNÁNDEZ, R.; LEIVA, M. 2003. *Ecología para la agricultura*. España: Ediciones Mundi-Prensa.
- FERRUZZI, C. 1994. *Manual de Lombricultura*. Madrid: Ediciones Mundi Prensa. Obtenido de Ferruzzi, C. 1994. *Manual de Lombricultura*. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.
- FUNDACIÓN HJC. 2005. *Manual cría de la lombriz de tierra: Una alternativa ecológica y rentable*. Fundación Hogares Juveniles Campesinos. Bogotá, D.C. Editorial Taller San Pablo.
- GARG, P.; GUPTA, A.; SATYA, S. 2006. Vermicomposting of different types of waste using *Eisenia foetida*: A comparative study. *Bioresource technology*: (97):391-395.
- GÓMEZ, J. 2010. *Taller recursos orgánicos para la agricultura (memorias)*. Cochabamba, Bolivia: FIDAR-MDF-NUFFIC.
- HOYOS, L.M. (2012). *Enfermedades de plantas: Control biológico*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá: Ecoe Ediciones.
- ICONTEC. 2004. *NTC-5167*. Obtenido de Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. Bogotá, Colombia.
- INBAR, Y.; HADAR, Y.; CHEN, Y. 1993. Recycling of cattle manure. The composting process and characterization of maturity. *J. Environm. Qual* (22):857-863.
- JOHNSON, M.; LEE, K.; SCOW, K. 2003. DNA fingerprint reveals links among agricultural crops, soil properties and composition of soil microbial communities. *Geoderma* 114(3-4):279-303.
- LABORATORIO NATURAL CONTROL. 2012. NIT. 811032634-9. Bioservicios para una Agricultura más Limpia. Km. 3 Vía La Ceja-Rionegro Paraje San Nicolás PBX 553 6232. Celular: 314 740 2631. La Ceja, Antioquia. E-mail: natcontrol@une.net.co
- LEE, K. E. 1985. *Earthworms: their ecology and relationships with soils and land use*. Orlando, Florida, USA: Academic Press.
- MARNETTI, J. 2012. *Implementación de la producción de lombricultura*. Universidad Nacional de Cuyo: Mendoza, Argentina.
- OSORIO, O.; ROLDÁN, J. 2003. *Producción de pimentón, tomate y lechuga en hidroponicos*. Grupo Latino: Bogotá, Colombia.
- PEREIRA, M. G.; ZEZZI, M. 2003. Vermicompost as a Natural Adsorbent Material: Characterization and Potentialities for Cadmium Adsorption. *J. Braz. Chem. Soc.*, 14(1):39-47.

PEREZ, R. 2011 Caracterización de tres abonos orgánicos en el agroecosistema de pasto Colosuana *Bothriochloa pertusa*, (L) A. Camus en fincas ganaderas del municipio de Sampués, departamento de Sucre, Colombia. Sincelejo: Tesis. Universidad de Sucre.

PGIRS Sampués. 2012. *Diagnóstico prestación servicios público de aseo municipio de Sampués, departamento de Sucre*. Sampués: Alcaldía Municipal de Sampués: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Sampués, Colombia.

REBODILLO, R.; MARTÍNEZ, J.; AGUILERA, Y.; MELCHOR, K.; KOERNER, R.; STEGMANN, R. 2008. Microbial populations during composting process of organic fraction of municipal solid waste. *Applied ecology and environmental research* 6 (3):61-67.