

# CARACTERIZACIÓN QUÍMICA DE TRES RESIDUOS ORGÁNICOS PROVENIENTES DEL HIPÓDROMO NACIONAL DE VALENCIA.

Medina J.; Paricaguán, B.

Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo. Valencia. Estado Carabobo. Venezuela.

e-mail: [jhonnymedina@yahoo.com](mailto:jhonnymedina@yahoo.com)

**Resumen:** El objetivo de la investigación fue caracterizar tres tipos de residuos orgánicos que se producen en el Hipódromo Nacional de Valencia (HINAVA): estiércol de equino, residuo verde fresco y residuo verde seco. A los residuos se les determinó por triplicado el pH, el contenido de humedad, carbono orgánico, y los elementos primarios (N, P, K), secundarios (Ca, Mg), micronutrientes (Fe, Mn), y el metal pesado (Zn). El pH de los residuos es levemente superior a 7, el estiércol presentó un porcentaje de humedad de 85,00 %, mientras que, los residuos verdes frescos y los residuos verdes secos de 13,50 % y 9,50 % respectivamente. El estiércol, fue el que mostró el mayor valor de C/N con 14,52. Estos residuos presentan características químicas adecuadas para transformarlos en acondicionadores de suelos de uso agrícola.

**Palabras clave:** Caracterización química, Residuos Orgánicos, Estiércol de equino

## CHEMICAL CHARACTERIZATION OF THREE ORGANIC WASTES FROM THE NATIONAL RACECOURSE OF VALENCIA.

**Abstract:** This research's objective was to characterize of three types of organic waste produced in the National Racecourse of Valencia (HINAVA): horse manure, fresh green waste and dry green waste. The residue's PH was determined in triplicate, as well as the moisture content, organic carbon, the primary (N, P, K) and secondary elements (Ca, Mg), micronutrients (Fe, Mn) and the heavy metal (Zn). The pH of the waste is slightly greater than 7. The manure showed a moisture content of 85.00%, while fresh green waste from 13.50% and dry green waste from 9.50%. Manure was the one that showed the highest value of C/N 14.52. These residues have chemical characteristics suitable to transform them into soil conditioners for agricultural use.

**Key words:** Chemical characterization, Organic Waste, horse manure.

## INTRODUCCIÓN

El término residuo se refiere a aquellos materiales remanentes o sobrantes de las actividades humanas, que por sus características físicas, químicas y biológicas pueden ser utilizados en otros procesos (Asamblea Nacional, 2010). A nivel mundial, el manejo incorrecto de residuos orgánicos ha ocasionado impactos negativos en el ambiente (Puerta, 2007). En el ámbito regional, el manejo y disposición final de estos residuos constituye un problema ambiental de primer orden generando consecuencias tales como: i) impacto sobre el curso de las aguas superficiales las cuales drenan hacia los principales ríos, lagos y embalses; ii) contaminación de suelos y aguas subterráneas; iii) contaminación de grupos de personas por exposición directa en los vertederos; y iv) contaminación atmosférica (Guevara, 2000).

El interés y preocupación de la sociedad actual por el saneamiento y preservación del ambiente amerita que el HINAVA adopte medidas orientadas al manejo adecuado de los residuos orgánicos, a través del desarrollo de tecnologías ambientalmente sustentables que minimicen los efectos nocivos al equilibrio ambiental (Asamblea Nacional, 2010). En esta institución se generan residuos orgánicos de origen animal que provienen de las caballerizas que albergan a 810 equinos, y residuos de origen vegetal (residuos verdes frescos y residuos verdes secos) de las áreas verdes que abarcan cerca de 105 hectáreas de terreno. Estos residuos son trasladados a un vertedero interno a cielo abierto, que ocasiona una acumulación de materia orgánica en las inmediaciones de las caballerizas que generan un alto nivel de contaminación en la institución (Medina, 2006).

Esta situación representa un reto para el HINAVA, debido a que el manejo adecuado de los residuos y su aprovechamiento guardan una estrecha relación con la salud de los ciudadanos (Fierro et al., 2010). Cabe destacar que la elección de un residuo para un determinado uso no debe estar influenciada por la abundancia del mismo, sino que se debe tener en cuenta sus características (Boixadera, 2000). Diversos autores (Kirchmann et al., 1998; Sandoval, 2002; Schaefer et al., 2007; Ogbo et al., 2008; Fernández et al., 2009) han destacado la importancia del uso del estiércol de equino como acondicionador y mejorador del suelo y no como fertilizantes, debido a la baja cantidad de nutrientes que aporta con respecto a la excesiva demanda que requieren los suelos.

En tanto que, los residuos verdes son utilizados como fuente de materia orgánica para el suelo y pueden ser aplicados en forma fresca, o luego de un proceso de biodegradación, el cual constituye una forma simple y eficiente para transformar los residuos orgánicos en acondicionadores de suelos (López 1994; Matheus, 2004; Duran et al., 2007). En las áreas verdes del HINAVA existen gran diversidad de especies vegetales, entre las cuales destaca el árbol conocido como mata ratón o rabo de ratón (*Gliricidia sepium*), que tiene la capacidad de desarrollarse en suelos ácidos o alcalinos, con diferentes texturas, y capacidad de producir biomasa que se utiliza como alimento para animales domésticos, y como acondicionador para corregir las deficiencias nutricionales que presentan nuestros suelos (Vásquez et al. 1995)

En virtud de lo señalado anteriormente, los estudios de caracterización química son útiles para obtener información confiable

sobre la composición de los residuos, con lo cual se pueden hacer las proyecciones necesarias para la planificación de un sistema de aprovechamiento de residuos en una institución determinada (Runfola et al, 2009), así como también, para la implementación de mejoras en los diseños de sistemas de gestión y tratamiento de los residuos (Cantanhede et al, 2005). Esto en correspondencia a lo puntualizado por diversos autores, sobre la necesidad de desarrollar tecnologías adecuadas para la producción de compost orgánicos de buena calidad que posibiliten su comercialización y correcta utilización en la agricultura (Salas et al, 2001; Duran et al., 2007).

Entre las características evaluadas en los tres residuos se mencionan: pH, contenido de humedad (% en peso seco), carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno total, la relación C/N, y los elementos primarios, secundarios, micronutrientes y el contenido de zinc.

Con la presente investigación se hará una caracterización química de los residuos orgánicos que se generan en el HINAVA, con la finalidad de recomendar su transformación en acondicionadores o mejoradores de los suelos de uso agrícola.

## METODOLOGÍA

Los residuos orgánicos utilizados en la investigación fueron tomados en el Hipódromo Nacional de Valencia entre los meses septiembre y octubre de 2006. Esta organización adscrita al Instituto Nacional de Hipódromos, se encuentra ubicada al sur de la capital del Estado Carabobo; entrando por la Plaza Monumental y con destino a la Urbanización popular Santa Inés.

El estiércol de equino se recolectó en el establo más cercano al vertedero interno, con una población equina de 12 animales, donde se evidenció la mayor erosión del

suelo y acumulación de lixiviado. Mientras que los residuos verdes se tomaron de los restos de poda de árboles de mata ratón (*Gliricidia sepium*). Los residuos verdes fresco fueron colectados el mismo día de la poda, mientras que, los residuos verdes secos se colectaron 15 días después de exponer los restos de poda al sol. De cada tipo de residuos orgánico se tomaron, en bolsas plásticas, tres (03) muestras de un kilogramo, para un total de 9 muestras. Estas se almacenaron, identificaron y trasladaron al laboratorio para su análisis posterior. Para evaluar las características de los residuos se realizaron los **análisis químicos** en los que se determinó el contenido de elementos primarios N, P, K; secundarios Ca, Mg; micronutrientes Fe, Mn; metal pesado Zn, y carbono orgánico; también se cuantificó el contenido de humedad y el pH. Los análisis se realizaron por triplicado. Los métodos empleados para cada análisis se describen a continuación:

**Nitrógeno total:** se determinó a través del método de Kjeldahl, con 0,0500 gramos de muestra, 3 mL de ácido sulfúrico y 0,1 gramo de mezcla catalizadora (sulfato cúprico pentahidratado y selenio). **Fósforo total:** se empleó el método colorimétrico azul de molibdeno. Se midió la absorbancia en un espectrofotómetro, a una longitud de onda de 600 nm. **Potasio:** según norma COVENIN 1141-79. **Elementos secundarios:** Ca, Mg; **micronutrientes:** Fe, Mn; **metales pesados:** Zn, según norma COVENIN 1861-81, y la lectura de los cationes en los sobrenadantes se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica. El método utilizado para determinar el **carbono orgánico** fue el propuesto por Walkey y Black (1934), basado en la oxidación de la materia orgánica con dicromato de potasio y una mezcla de ácido sulfúrico. La **materia orgánica** se obtuvo multiplicando el

porcentaje en peso obtenido para el carbono orgánico por 1,7241 (González, 1993). La **relación C/N** fue determinada con los resultados de carbono orgánico y nitrógeno total. Para determinar el **contenido de humedad** se usó el método gravimétrico. Para ello se determinó la masa de una cápsula de Petri con tapa, sobre la cual se agregaron 20 g de cada residuo y se colocó en la estufa a 105 °C por 12 horas. (FONAIAP, 1990). El **potencial de acidez** se midió de acuerdo al método potenciométrico, en relación muestra agua 1:10. Se pesaron aproximadamente 5 g de residuo en un vaso de precipitado, se le adicionaron 50 mL de agua destilada, se agitó por espacio de 15 minutos, se filtró y al líquido

sobrenadante se le determinó el pH (FONAIAP, 1990).

### Análisis estadísticos

A todas las variables evaluadas se les aplicó un análisis de varianza (ANOVA), para determinar diferencias significativas entre los niveles de macro y micronutrientes presentes en los residuos orgánicos evaluados. Para la separación de medias se aplicó la prueba de Tuckey ( $p \leq 0,05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla N° 1, se muestra el análisis elemental realizado a los residuos orgánicos en estudio.

**Tabla N°1. Análisis elemental del estiércol equino, residuos verde fresco y verde seco.**

Residuos Orgánico	K	P	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn
	%				mgKg <sup>-1</sup>		
Estiércol	1,04a	0,91b	1,90a	0,97a	2170a	275a	333a
Verde fresco	0,87b	1,10a	1,22b	0,93b	1924a	247b	221b
Verde seco	0,90b	0,82c	1,34b	0,81c	1820a	255b	203b

Valores en la misma columna seguidos de la misma letra son estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de media de Tuckey a  $p < 0,05$ .

El análisis elemental para el estiércol de equino está en concordancia con los valores reportados por autores como: López (1994), Sztern y Pravia (1999), y, Schaefer y Filser (2007), quienes concluyeron que el contenido de elementos en el estiércol está directamente relacionado con la alimentación que se le proporciona a los animales. Dentro de esta perspectiva, cabe señalar que los caballos pura sangre del HINAVA son alimentados con una dieta balanceada y son cuidados bajo un estricto control médico que se pone en evidencia en el análisis del estiércol en estudio.

En tanto, que el análisis elemental para los residuos verdes frescos y los residuos verdes secos se encuentran contemplados entre los reportados en la literatura para

residuos que pueden ser usados para mejorar las condiciones del suelo (Sztern y Pravia, 1999). Para Martínez y Rivero (2005), los micronutrientes en los residuos verdes pueden estar presentes en diferentes formas químicas y asociarse a diversos componentes de naturaleza mineral como orgánica. Además, para Sawhney et al., (1995) el contenido de elementos se encuentra relacionado con valores bajos de pH de los residuos. En virtud de ello, y como se observa en la tabla N°2, todos los residuos presentaron valores de pH mayores a 7, por lo que es posible que estos elementos se mantengan en forma no soluble y acomplexada dentro de los residuos verdes (Duran et al, 2007).

En este sentido, se obtuvieron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre

los porcentajes de P entre los residuos, siendo los residuos verdes frescos los que presentan el mayor porcentaje de P con 1,10 %, mientras que los residuos verdes secos presentan el menor porcentaje con 0,82 %. Estas diferencias podrían estar relacionadas con los distintos valores de pH que presentan estos residuos.

En relación a los valores de potasio (K), el estiércol presenta un porcentaje de 1,04 % que supera levemente al valor reportado por Sztern et al (1999), debido a la dieta balanceada que le proporcionan en el HINAVA a los equinos. En tanto que, los residuos verdes frescos presentan el menor porcentaje con 0,87 %. No fueron detectadas diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los valores de potasio de K en estos residuos.

En cuanto a los contenidos de calcio (Ca) y magnesio (Mg) hubo diferencias significativas entre los residuos, siendo el contenido de Ca mayor en el estiércol y menor en los residuos verdes frescos, mientras que el contenido de Mg fue mayor en el estiércol y menor en los residuos verdes secos. Con respecto a los valores para el hierro (Fe), el zinc (Zn) y el manganeso (Mn), son mayores en el estiércol, y para todos los residuos en estudios, dichos valores se encuentran contemplados entre los reportados en la literatura para residuos que pueden ser usados para mejorar las condiciones del suelo (Sztern y Pravia, 1999). No obstante, fueron detectadas diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los residuos. Las diferencias observadas en los contenidos de los distintos micronutrientes son debidas a los distintos valores de pH que presentan estos materiales.

**Tabla N°2. PH y Humedad del estiércol equino, residuos verde fresco y verde seco.**

Residuos Orgánico	pH	Humedad
		%
Estiércol	7,80a	85,00a
Verde fresco	7,40b	13,50b
Verde seco	7,10c	9,50c

Valores en la misma columna seguidos de la misma letra son estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de media de Tuckey a  $p<0,05$ .

Se determinaron diferencias estadísticas significativas ( $P\leq0,05$ ) entre los contenidos de humedad de los residuos.

En la tabla N° 2 se observa que el estiércol presenta un porcentaje de humedad de 85,00%, porcentaje que supera levemente los valores recomendados por Sztern y Pravia (1999), quienes recomiendan que el porcentaje de humedad en el estiércol debe estar comprendido entre 40 y 80%. El contenido de humedad en este residuo se relaciona, entre otros factores, con la acumulación de lixiviado que se evidenció en el vertedero interno, a cielo abierto, lo cual facilitó que en el establo donde se

tomó la muestra, existiera un ambiente con alta humedad atmosférica.

En tanto, que los porcentajes de humedad en los residuos verdes frescos y los residuos verdes secos, son menores al 15 %, (13,50 % y 9,50 %, respectivamente). Estos valores concuerdan con el rango de humedad propuesto por Baudoin et al. (2002), y Bracho et al. (2009).

En la tabla N° 3 se presentan los valores del nitrógeno total (%N), materia orgánica (%MO), carbono orgánico (%CO) y la relación C/N, determinados en los residuos orgánicos bajo estudio. En el caso del



nitrógeno total, los residuos verdes frescos presentaron el mayor porcentaje, 2,00 %, mientras que en el estiércol, fue de 0,93%. No obstante, todos los valores se encuentran dentro de los rangos de

contenidos de nitrógeno en residuos orgánicos reportados por diferentes investigadores (Werner et al. 1996; Martínez, 1996; Ulle et al. 2004; Duran et al, 2007).

**Tabla Nº 3. Contenido de nitrógeno, materia orgánica, carbono orgánico y la relación C/N de del estiércol equino, residuos verde fresco y verde seco.**

Residuos Orgánico	N	M.O	C.O	Relación C/N
	%			
Estiércol	0,93b	32,00b	13,50a	14,52a
Verde fresco	2,00a	37,10a	21,60a	10,80b
Verde seco	1,20a	39,00a	17,00b	14,17a

Valores en la misma columna seguidos de la misma letra son estadísticamente similares de acuerdo a la prueba de media de Tuckey a  $p < 0,05$ .

Se detectaron diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0,05$ ) en los contenidos de materia orgánica de los distintos residuos evaluados. Los residuos verdes secos presentan el mayor porcentaje de materia orgánica con 39,00%, mientras que el estiércol presenta el menor porcentaje con 32,00%. Estudios realizados por Ferruzi (1986), Vogtmann et al. (1993), Martínez (1996), Bollo (1999), Sztern y Pravia, (1999) reportan que el contenido de materia orgánica puede ubicarse entre 24% y 70% para residuos de diferentes orígenes, siendo los residuos verdes frescos lo que alcanzan los mayores valores reportados. En cuanto, a los porcentajes de carbono orgánico obtenidos se encuentran entre los reportados como normales para residuos que pueden ser usados para mejorar las condiciones del suelo (Sztern y Pravia, 1999).

En cuanto a la relación C/N, el estiércol mostró el mayor valor (14,52); debido posiblemente a las altas cantidades de fibra remanente que proviene de la dieta de los animales (Duran et al, 2007). El residuo verde seco no difirió estadísticamente del estiércol. El menor valor de C/N lo presentó

el residuo verde fresco. Para Sullivan et al. (1998), los residuos con relaciones de C/N bajas pueden provocar la pérdida del nitrógeno debido a su rápida liberación. A pesar de la variación entre los residuos, arrojan resultados favorables dentro del rango propuesto por (Ulle et al. 2004).

En virtud, de las características químicas que presentan los residuos orgánicos, estos pueden ser considerados para ser usados para mejorar las condiciones del suelo.

## CONCLUSIONES

Los residuos orgánicos evaluados presentaron un contenido de elementos primarios, secundarios, micronutrientes y metal pesado que se encuentran entre los reportados en la literatura para residuos de esta naturaleza. Por lo que pueden ser transformados en acondicionadores de suelos de uso agrícola.

## AGRADECIMIENTOS

Al FONACIT por el financiamiento recibido a través del proyecto Nº 2001002735, el cual permitió sufragar parte de los costos

involucrados para la realización de este trabajo y al personal docente y técnico que labora en la Unidad de Microbiología Ambiental de la Universidad de Carabobo por el apoyo brindado.

## REFERENCIAS

- Asamblea Nacional (2010). Ley de Gestión Integral de la Basura. Gaceta Oficial N° 6.017 Extraordinario del 30 de diciembre de 2010.
- Baudoin, W., A. Nisen, M. Grafiadellis, H. Verlodt, R. Jiménez, O. De Villele, G. La Malfa, V. Zabeltitz, P. Martínez, J. Garnaud y A. Monteiro. (2002). El cultivo protegido en el clima mediterráneo. In: Medios y Técnicas de Producción. Suelo y Sustratos. FAO. Roma. pp. 143-182.
- Boixadera. J. (2000). Aplicación del compost en agricultura: Estimación de las cualidades a aplicar. Biomelá 15 pp.
- Bollo E. (1999). Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Quito. Soboc Grafic. 149 p.
- Bracho, J., Pierre, F., Quiroz, A., (2009). Caracterización de componentes de sustratos locales para la producción de plántulas de hortalizas en el estado Lara, Venezuela. Bioagro 21(2): 117-124.
- Cantanhede, A.; Sandoval, L.; Monge, G.; y Caycho, C. (2005). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. Hojas de Divulgación Técnica, HDT N° 97, Organización Panamericana de la Salud, OPS/CEPIS, 1-8.
- Durán, L., Henríquez, C. (2007) Caracterización Química, Física y Microbiológica De Vermicompostes Producidos a Partir de Cinco Sustratos Orgánicos. Revista Agronomía Costarricense, vol. 31, N° 1 pp. 41-51.
- Fernández, Celeste, Labrador, Henry, Llobregat, María et al. Efectos del estiércol equino y del humus líquido en el proceso de biodegradación de un suelo contaminado con petróleo. Rev. Fac. Ing. UCV, jun. 2009, vol.24, no.2, p.47-58. ISSN 0798-4065.
- Ferruzi C. (1986). Manual de lombricultura. Madrid. España. Mundi-Prensa. 138 p.
- Fierro Ochoa, Aurora; Armijo De Vega, Carolina; Buenrostro Delgado, Otoniel y Valdez Salas, Benjamín (2010). Análisis de la generación de residuos sólidos en supermercados de la ciudad de Mexicali, México. Rev. Int. Contam. Ambient, vol.26, n.4, pp. 291-297.
- Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias (FONAIAP). (1990). Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia. (Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad). Serie D. N°. 26. Escuela de Agronomía. Ministerio de Agricultura y Cría. FONAIAP. UCLA, Maracay. 206 pp.
- García, O., G. Alcántar, R. Cabrera, F. Gavi y V. Volke. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. Terra 19: 249-258.
- González, J. (1993). Elementos para la interpretación agronómica de algunas determinaciones analíticas de suelos. Departamento de edafología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- Guevara, E. (2000). Diagnóstico de la Situación Ambiental y Ecológica del Estado Carabobo. Revista Ingeniería UC. Vol.7. N° 01.

Kirchmann, H. y Ewnetu, W. (1998). Biodegradation of petroleum-based oil wastes through composting. *Biodegradation*, 9: 151-156.

López A. (1994). El biocompostaje de los residuos agroindustriales y el mejoramiento de la agricultura. *Biocenosis* 11(1):21-25.

Martínez C. (1996). Potencial de la lombricultura: elementos básicos para su desarrollo. A. Carballo; S. Bravo (eds). Texcoco, MX. 140 p.

Martínez, Y., Rivero, C., (2005). Evaluación de diferentes métodos para determinar las fracciones de metales pesados presentes en el suelo. *Revista Ingeniería UC*. Vol. 12, N° 3, 14-20.

Matheus, J. (2004). Evaluación Agronómica del Uso de Compost de Residuos de la Industria Azucarera (Biofertilizantes) en el cultivo de Maíz (*Zea Mays* L.), *Revista Bioagro* 16 (3): 219-224.

Medina, J. (2006). Propuesta de un Modelo de Gestión Ambiental para el Aprovechamiento de los Restos Orgánicos del Hipódromo Nacional de Valencia. Trabajo Especial de Grado no publicado. Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

Ogbo, J. Okhuoya, E. (2008). Biodegradation of aliphatic, aromatic, resinic and asphaltic fractions of crude oil contaminated soils by *Pleurotus tuber-regium* Fr. Singer - a white rot fungus. *African Journal of Biotechnology*. 7(23): 4291-4297.

Puerta, S (2007) Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. *Revista lasallista de Investigación*, vol.1, N°1 pp. 56-65.

Runfola, J.; Gallardo, A. (2009). Análisis comparativo de los diferentes métodos de

caracterización de residuos urbanos para su recolección selectiva en comunidades urbanas. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos Barranquilla, 24 y 25 de septiembre de 2009.

Salas E., Ramírez C. (2001). Bioensayo microbiano para estimar los nutrimentos disponibles en los abonos orgánicos: calibración en el campo. *Agronomía Costarricense* 25(2):11-23.

Sandoval, J. (2002). Acondicionadores y mejoradores de suelo. Instituto colombiano agropecuario. Medellín. Colombia.

Sawhney B.L., Bugbee G.L., Stilwell D.E. (1995). Heavy metals leachability as affected by pH of compost-amended growth medium used in container-grown *Rhododendrons*. *Compost Science & Utilization* 3(2)64-73.

Schaefer, M. y Filser, J. (2007). Efectos de la *Lumbricus terrestris*, *Allolobophora chlorotica* y *Eisenia foétida* sobre las comunidades dinámicas microbianas en los suelos contaminados por petróleo. *Applied Soil Ecology*. 36: 53-62.

Sullivan D.M., Fransen S.C., Bary A.I., Cogger C. G. (1998). Fertilizer nitrogen replacement value of food residuals composted with yard trimmings, paper or wood wastes. *Compost Science & Utilization* 6(1):6-18.

Sztern, D. y Pravia, M. (1999). Manual para la elaboración de compost. Bases conceptuales y procedimientos. OPP/OPS/HEP/HES/URU/02.99

Ulle J., Fernández F., Rendina A. (2004). Evaluación analítica del vermicompost de estiércoles y residuos de cereales y su efecto como fertilizante orgánico en el cultivo de lechugas mantecosas. *Horticultura Brasileira* 22(2): 434



Vásquez, P., Quintero, F., (1995). Efecto del diámetro de las estacas de mata ratón (*gliricidia sepium*) sobre el crecimiento de ramas laterales. *Zootecnia Tropical*. Vol. 13(1):113-123.

Vogtmann H., Fricke K., Turk T. (1993). Quality, physical characteristics, nutrient content, heavy metals and organic chemicals in biogenic waste compost. *Compost Science Utilization* 1(4):69-87.

Walkley, A. and I. A. Black. (1934). An Examination of Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. *Soil Sci.* 37:29-37.

Werner M., Cuevas J.R. (1996). Vermiculture in Cuba. *BioCycle* 37(6):57-59.

Fecha de recepción: 12 de noviembre de 2012

Fecha de aceptación: 28 de enero de 2013