CARACTERIZACIÓN FÍSICA-QUÍMICA Y BIOLÓGICA DE ENMIENDAS ORGÁNICAS APLICADAS EN LA PRODUCCIÓN DE CULTIVOS EN REPÚBLICA DOMINICANA

Aridio Pérez[1], Carlos Céspedes[1], Pedro Núñez[1]

[1] Investigadores, Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales.

Avenida Imbert #5, Las Carolinas, La Vega, República Dominicana. Correspondiecia: pnunez@idiaf.org.do

Physical, chemical and biological characterization of applied organic amendments in crop production in Dominican Republic

Key words: Physical, chemical and biological properties, soil, organic amendments, compost, bokashi

ABSTRACT

The benefits of the application of organic fertilization in agriculture are worldly know, however, there are few studies regarding nutritional content and biological activities of these organic fertilizers. In Dominican Republic, these amendments have been applied to crops over two decades; however, its physical and biological properties remain no investigated. The aim of this research was to study the physical, chemical and biological features of organic amendments more used in Dominican Republic, including the characterization of organic sources to compose the organic amendments. Forty three samples of organic amendments were obtained and analyzed from locations of Jarabacoa, Espaillat, La Vega and Montecristi during the period of January 2005 to July 2006. The results showed that bokashi plants Jarabacoa "BPJ" type presented higher organic matter (MO) content with 44%, P (6.1%), K (3.6%), Ca (21.7%) and micro nutrients (Mn, Zn) than other bokashi evaluated. The highest value of OM content (52%) was observed in Justino Peguero type "CJP" within compost materials, but with nutrients contents same to the other compost. The MO content values were superior in earthworm humus (76% in average) then bokashi (33%) and compost (34%). The results demonstrated that the physical, chemical and biological characteristics of the organic amendments evaluated vary with management conditions, type of material used in its preparation, environmental conditions and elaboration processes.

Palabras Claves: Propiedades físicas, químicas y biológicas, suelo, enmiendas orgánicas, compost, bokashi

RESUMEN

Los beneficios de la aplicación de enmiendas orgánicas en la agricultura son conocidos a nivel mundial; sin embargo, existen muy pocos estudios sobre los contenidos nutricionales y actividad biológica de estos fertilizantes orgánicos. En República Dominicana estas

enmiendas son aplicadas en la agricultura hace más de dos décadas; pero no han sido estudiadas. El objetivo de la investigación fue determinar las características física-químicas y microbiológicas de las enmiendas orgánicas de mayor uso en República Dominicana, así como las fuentes utilizadas para su preparación. Las muestras de enmiendas orgánicas fueron recolectadas en las localidades de Jarabacoa, Espaillat, La Vega y Montecristi durante el periodo enero del 2005 a julio 2006. En total se analizaron 43 muestras. Los resultados demostraron que el tipo de bokashi de la planta Jarabacoa "BPJ" presentó valores superiores de materia orgánica (MO) con 44%, P (6.1%), K (3.6%), Ca (21.7%) y micro nutrientes (Mn y Zn) que los otros bokashi evaluados. El mayor contenido de MO (52%) entre los materiales compostados se observó en el tipo Justino Peguero "CJP", pero con contenidos de nutrientes similares a los otros compost. El contenido de MO fue superior en humus de lombriz (76% promedio) comparado con los bokashi y los compost. Los resultados mostraron que las características físicas, químicas y biológicas de las enmiendas orgánicas evaluadas varían con las condiciones de manejo, tipo de material utilizado en su preparación, condiciones ambientales y procesos de elaboración.

INTRODUCCIÓN

En la República Dominicana no existen normas que regulen la producción y uso de abonos orgánicos. En Europa y Estados Unidos las mismas están enfocadas en aspectos de inocuidad (metales pesados, patógenos humanos, contenido de materias extrañas peligrosas, etc.) más que en la calidad del material usado como fertilizante. La calidad del abono la regula el mercado y las normativas privadas (Soto, 2003).

Debido a las exigencias de los mercados, la República Dominicana tiene la necesidad de disminuir la cantidad de productos químicos aplicados a los cultivos. Esto obliga a buscar fuentes alternativas de fertilización como las enmiendas orgánicas. En los últimos 10 años el uso de enmiendas orgánicas se ha incrementado en el país. Para la elaboración de abonos orgánicos se emplean diferentes tipos de materiales y procesos de producción y almacenamiento. Esto provoca variabilidad en el contenido de nutrientes y población microbiológica de las enmiendas.

El incremento en la población mundial, asociado a una mayor demanda de alimentos, ha provocado un uso intensivo de los recursos naturales (Benzing, 2001). Esto ha producido impactos negativos en el ambiente y ha afectado la sostenibilidad de los sistemas productivos. La tendencia global del manejo de los sistemas productivos demanda conocimientos básicos de los recursos tales como el manejo de las enmiendas agrícolas aplicadas al suelo.

Los abonos orgánicos incluyen todo material de origen orgánico utilizado para la fertilización de cultivos o como mejoradores de suelos (Jeavons, 2002; Soto, 2003). Estos tienen su origen en residuos vegetales y animales, los que en su forma más simple pueden ser residuos de cosechas que quedan en los campos y se incorporan de forma espontánea o con las labores de cultivo y residuos de animales que quedan en el campo al permanecer los animales en pastizales (Paneque y Calaña, 2004). Incluye un grupo muy variado de mezclas tales como compost, lombricompost y desechos vegetales y animales utilizados en la agricultura. Otro abono utilizado es el bokashi que es definido por Soto (2003) como una mezcla de cereales, plantas oleaginosas y harinas de origen animal fermentados con variados microorganismos (bacterias, levaduras, actinomycetes y hongos del género *Aspergillus y Penicillium*).

Éstos tienen como objetivo estimular la vida microbiana del suelo y la nutrición de las plantas. Las enmiendas orgánicas varían en su composición química de acuerdo al proceso de elaboración, duración del proceso, actividad biológica y tipos de materiales que se utilicen (Meléndez, 2003).

Los abonos orgánicos son utilizados para mejorar y fertilizar los suelos agrícolas (Noriega, 1998; Jeavons, 2002; Cuesta, 2002; Paneque y Calaña, 2004). La calidad de las enmiendas orgánicas se determina a través de las propiedades físicas, químicas y biológicas (Lasaridi *et al*., 2006). Según Leblanc *et al*. (2007), la calidad de un abono orgánico se determina a partir de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo. Este contenido está directamente relacionado con las concentraciones de esos nutrientes en los materiales utilizados para su elaboración (Benzing, 2001).

En la República Dominicana las enmiendas orgánicas son aplicadas en la agricultura hace más de dos décadas; pero no han sido caracterizadas. Debido a esto los agricultores tienen incertidumbre en relación a las cantidades de nutrientes que aplican a sus cultivos. Las principales materias primas para la elaboración de abonos orgánicos son: gallinaza, pollaza, estiércol (vacuno, caprino y ovino), pulpa de café, restos de cultivos y tierra de bosque. Los cuales no han sido caracterizados.

Santos (2004), al evaluar algunos abonos orgánicos procedentes de la zona de Solimán en República Dominicana reportó que el contenido nutricional era bajo en el material compostado. Recomendó mejorarlos mediante la incorporación de otras fuentes con mayores contenidos nutricionales. Paneque y Calaña (2004) reportaron en Cuba valores superiores de nutrientes en lombricompost al compararlo con estiércol animal. En países como Bolivia, Guatemala y Cuba se dispone de la caracterización de los materiales utilizados en la elaboración de enmiendas orgánicas (Benzing, 2001; Paneque y Calaña, 2004).

En República Dominicana el uso de las enmiendas orgánicas es cada vez mayor. Sin embargo, los productores las aplican sin conocer sus niveles nutricionales ni sus características biológicas y físicas. Este tipo de información, permitirá a los productores agrícolas, la planificación de la fertilización en los cultivos establecidos en sus predios. Para hacer más eficiente este proceso es necesario conocer la composición microbiológica de las enmiendas orgánicas con la finalidad de asegurar la inocuidad de los productos y evitar la contaminación del ambiente y posibles daños a la salud humana (Benzing, 2001).

El objetivo de esta investigación fue determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de las enmiendas orgánicas de mayor uso en República Dominicana, así como las fuentes utilizadas para su preparación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Recolección de las muestras

La recolección de muestras consistió en la selección de enmiendas orgánicas y materiales de uso común para su elaboración. Las enmiendas y materiales considerados fueron: bokashi, compost, lombricompost, pulpa de café orgánico y convencional, afrecho, cascarilla de arroz, carbón de cascarilla de arroz, estiércoles (vacuno, equino, ovino, caprino y porcino), pollaza, gallinaza, aserrín, tierra de bosque. Estos materiales fueron recolectados (compost, lombricompost, bokashi, y materias) en fincas de productores y empresas productoras de abonos orgánicos en diferentes localidades del país (Jarabacoa, Espaillat, La Vega y Montecristi). Cada muestra consistió en una masa de 1 kg formado por 10 sub-muestras de 100 g. En total se tomaron 43 muestras en las cuatro localidades del país (Jarabacoa, Espaillat, La Vega y Montecristi), en diferentes lotes

de producción. Las sub-muestras fueron tomadas en diferentes secciones del lote y con la homogenización se conformó una muestra compuesta, para su análisis físico-químico y biológico. Por razones de costos no se pudo analizar las 10 submuestras, si no una muestra compuesta, razón por la cual no se realizó un análisis ANDEVA de los datos.

Las muestras fueron colectadas y analizadas en el período comprendido entre los meses de enero 2005 y julio 2006. Para el análisis físico-químico las muestras se colocaron en bolsas de polietileno y en el caso del análisis microbiológico se colocaron en recipientes refrigerados totalmente asépticos a 4°C por un período de 1-2 semanas.

Proporciones de mezclas de materiales para la elaboración de las enmiendas orgánicas

La descripción de las siglas de los diferentes materiales orgánicos evaluados no es especificada, ya que se refieren a formulaciones comerciales y en otros casos sólo son para identificar las fuentes con el objetivo de mantener la privacidad de dichos nombres.

Proporción de mezcla de materiales en diferentes tipos de bokashi

La elaboración de bokashi se realiza mezclando diferentes fuentes orgánicas en diferentes estados de descomposición. El bokashi es procesado a una temperatura fluctuante entre 45 y 50^{O}C.

A continuación se indica la proporción de mezcla de los materiales utilizados en los bokashi analizados.

1. Tipo “BPP” (658 kg cascarilla de arroz carbonizada al horno, 658 kg de gallinaza, 23 kg de melaza y afrecho de arroz y 23 kg de tierra de bosque).
2. Tipo “BPJ” (1316 kg de gallinaza, 1316 kg de pulpa de café, 100 kg tierra de bosque y una proporción menor a 50 kg de residuos vegetales[1]).
3. Tipo “BAA” (1818 kg de gallinaza, 1818 kg estiércol vacuno, 364 kg cascarilla de arroz quemada, 227 kg cascarilla de arroz sin procesar, 227 kg pedúnculo del racimo de banano picado, 227 kg afrecho de arroz, 9 kg de materiales inoculados con microorganismos eficientes, 30 L de melaza y 200 L de agua).
4. Tipo “BJJ” (1818 kg de gallinaza, 1818 kg de estiércol vacuno 545 kg ceniza de cascarilla de arroz, 275 kg suelo de bosque, 91 kg afrecho de arroz, 2.3 kg de levadura, 95 L de melaza y 200 L de agua).
5. Tipo “BBO” (1818 kg gallinaza, 909 kg estiércol bovino, 682 kg de estiércol ovino o de cabra, 445 kg ceniza de cascarilla de arroz, 227 kg aserrín de madera, 445 kg afrecho de arroz, 2.3 kg levadura, 95 L de melaza, y 190 L de suero de leche).
6. Tipo “BVT” (1600 kg de gallinaza, 1600 kg de estiércol vacuno, 1000 kg ceniza de cascarilla de arroz, 275 kg tierra de bosque, 91 kg afrecho de arroz, 2.3 kg de levadura, 95 L de melaza y 200 L de agua).

Proporción de mezcla de materiales en diferentes compost

La elaboración de este tipo de enmienda (compost) se realiza mezclando diferentes fuentes orgánicas en fincas de productores. A continuación se indica la proporción de mezcla de los materiales utilizados en los compost analizados.

1. Tipo “CJP” (640 kg de estiércol vacuno, 640 kg de tierra de bosque, 640 kg pulpa de café y 80 kg de diferentes restos vegetales).
2. Tipo “CCP” (425 kg de estiércol bovino, 1000 kg de tierra, 425 kg de pulpa de café y 50 kg de restos vegetales).
3. Tipo “CALC” (1136 kg de estiércol bovino, 682 kg de gallinaza, 445 kg de afrecho de arroz, 909 kg cascarilla de arroz, 445 kg cascarilla de arroz quemada, 409 kg desperdicios de cosecha, l91 kg leguminosa, 9 kg de materiales inoculados

[1]Empresa comercial se reservó el derecho de entregar la información).

con microorganismos eficientes, 4 L de melaza y 200 L de agua).
4. Tipo "CV" (2182 kg de pedúnculos de bananos picados, 773 kg de estiércol bovino, 273 kg de estiércol caprino, 1000 kg de tierra de bosque, 273 kg de aserrín de madera, 45 kg de ceniza de madera, 227 kg de gramíneas y 200 L de lixiviado de pedúnculos de banano).
5. Tipo "CMC" (13700 kg de estiércol caprino, 13700 kg de estiércol vacuno, 10200 kg de gallinaza, 4600 kg de pulpa de café, 4600 kg de "tuza" de maíz molida, 5200 kg residuos de plantas leguminosas, 2700 kg ceniza de cascarilla de arroz y 300 L agua).
6. Tipo "CPM" (100 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 100 kg de pulpa de café, 100 kg de gallinaza, 10 kg de leguminosas y 30 L de agua).
7. Tipo "CEP" (21810 kg de estiércol vacuno, 10909 kg de estiércol caprino, 3600 kg de pedúnculos de banano, 1681 kg de aserrín de madera, 980 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 113 L de melaza y 800 L de agua).
8. Tipo "CMB" (27272 kg de estiércol caprino, 4545 kg de ceniza de cascarilla de arroz, 2727 kg de cascarilla de arroz, 1818kg de aserrín de madera, 45 kg de afrecho de arroz, 70 kg de cal, 95 L de melaza y agua 900 L).
9. Tipo "CFCJ" (150 kg pulpa de café, 150 kg residuos de la poda de musáceas y residuos de malezas, 300 kg de suelo, 150 kg de gallinaza, 50 kg de cal y 900 L agua).

Tipos de humus de lombriz (lombricompost)

El humus de lombriz es una fuente de abono utilizada en la producción de cultivos. Resulta de la recolección de deyecciones de lombrices, las cuales son mantenidas en criaderos acondicionados para tales fines, denominados camas lombriceras. Los tipos de lombricompost analizados fueron:
1. Tipo "LCHR" que fue obtenido de lombrices mantenidas sobre una cama de pulpa de café.
2. Tipo "LCPI" correspondiente a lombrices mantenidas sobre una cama de estiércol y restos hortícolas.
3. Tipo "LCJC" fue obtenido de lombrices sobre una cama con pulpa de café y estiércol de cabras y ovinos.
4. Tipo "LCLD" producido en una cama de pulpa de café con lombrices.
5. Tipo "LCJC-1" obtenido de lombrices sobre pulpa de café
6. Tipo "LCJC-2" obtenido de lombrices sobre pulpa de café mas estiércol de cabras y ovejas.

Análisis de laboratorio

El análisis químico se realizó según la metodología propuesta por American Society of Agronomy, (1982). Se evaluaron los parámetros físico-químicos: pH en agua en una relación 1:2 por potenciometría; conductividad eléctrica (CE) en una relación 1:2 por conductimetría. La materia orgánica y carbono total (CT) se determinaron por el método de Walkey y Black por oxidación con dicromato de potasio; el nitrógeno total (NT) por destilación por el método Kjiedalh; y el fósforo por extracción por el método ISFEIP (International Soil Fertility Evaluation and Improve). Además se determinó la humedad de los materiales y las enmiendas. Para ello, las muestras fueron secadas en hornos de aire forzado a 105 C por 24 horas. Se determinó también los contenidos de bases (potasio, calcio, magnesio) y otros nutrientes (hierro, cobre, manganeso y zinc) por el método de digestión con ácido nítrico-perclórico por absorción atómica.

Los análisis microbiológicos se realizaron de acuerdo a la metodología de dilución en placa petri por recuento directo (American Society of Agronomy, 1982). Se determinó el número de aerobios mesófilos totales, utilizando agar estándar ajustado pH = 7.0 como medio de cultivo. Para hongos y levaduras se utilizó como medio de cultivo papa, dextrosa, agar estándar (PDA) más

ácido tartárico ajustado a pH = 5.6 y para *Actinomycetes* agar nutritivo ajustado a pH = 7.0 a 7.4. Los resultados fueron expresados en logaritmo de unidades formadoras de colonias por gramo de muestra (UFC/g).

Análisis estadístico

Los resultados de laboratorio fueron analizados con el software Infostat (Infostat, 2004), mediante la aplicación de estadística descriptiva (promedio, error estándar y coeficiente de variación).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de 43 muestras recolectadas en cuatro localidades dedicadas a la producción agrícola de la República Dominicana sobre diferentes tipos de enmiendas orgánicas (compost, bokashi, humus de lombriz, materiales de origen animal y vegetal) demostró la existencia de variaciones en las características físicas, químicas y biológicas de los parámetros evaluados por tipo de enmienda y materiales utilizados en su elaboración.

Análisis químico de los diferentes tipos de bokashi

El tipo de bokashi de la planta Jarabacoa "BPJ" mostró los mayores contenidos de MO con 44%, P (6.1%), K (3.6%), Ca (21.7%), Mg (1.47%) y de micronutrientes como Cu (0.07%) y Zn (0.09%). El contenido de N fue similar a los porcentajes presentados en los demás bokashi (Cuadro 1). En relación a los contenidos de humedad en los tipos de bokashi muestreados, se encontró diferencias en los valores obtenidos en un rango de 10.1- 46.1%, lo que podría ser atribuido a los diferentes tipos de materiales utilizados en cada mezcla (Cuadro 1) y a la cantidad de agua utilizada durante el proceso de elaboración.

El mayor contenido de nutrientes mostrado en el tipo de bokashi planta Jarabacoa ("BPJ") es atribuido al estiércol de gallina (gallinaza), pulpa de café y tierra de bosque. Estos materiales son ricos en macro y micronutrientes, de acuerdo con lo reportado por Díaz (2004a, 2004b). La gallinaza es la principal fuente de nitrógeno en la elaboración del bokashi; sin embargo, las concentraciones de nutrientes en este tipo de material varían con el origen de la gallinaza. La mejor gallinaza es la de cría de gallinas ponedoras enjauladas bajo techo y con piso de malla. Estas aves son nutridas con alimentos ricos en proteínas, vitaminas y minerales. En el proceso, muchos de estos insumos forman parte de la gallinaza y esto podría explicar los altos contenidos de nutrientes encontrados en el bokashi tipo "BPJ". En el caso de la pulpa de café, componente también de este tipo de bokashi, Julca-Otiniano *et al*. (2008) han reportado altos valores de MO (91%), P (0.28%) y K (2.5%). Este alto contenido de MO es una fuente importante de liberación de nutrientes.

Meléndez (2003) reportó que el contenido de MO en la enmienda tiene un efecto positivo sobre la fertilidad de los suelos. Está demostrado que incrementos mínimos de MO mejoran las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Meléndez, 2003). Aunque es posible que los distintos componentes de la MO estén afectando simultáneamente y en forma distinta estas propiedades. Con los resultados obtenidos no se puede demostrar un efecto positivo sobre la fertilidad del suelo, pero si se puede predecir que a mayor contenido de MO en el bokashi, se encontró un mayor contenido de nutriente, lo cual está relacionado con el tipo de material usado y el proceso de elaboración de la enmienda. Castillo *et al* (1999) indica que en el caso de los compost, estos ejercen una acción fertilizante en el suelo y además contribuyen al mejoramiento físico-químico de los suelos. En relación al pH no se encontró un efecto de este sobre los contenidos nutricionales de los bokashi y los porcentajes de MO.

Cuadro 1: Propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de bokashi.

Table 1: Physical and chemical properties of the several kinds of bokashi.

Tipos de bokashi[1]	Contenido de los elementos (%)												
	pH	CE dS cm^{-1}	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Humedad (%)
BPP	8.1	8.92	32.1	1.48	3.87	2.26	11.66	1.19	0.4735	0.0380	0.0139	0.0249	40.0
BPJ	8.8	13.48	44.7	1.48	6.11	3.63	21.73	1.47	0.4478	0.1028	0.0702	0.0989	26.4
BAA	8.6	21.2	20.1	1.52	1.56	2.98	11.43	1.35	1.24	0.0473	0.0084	0.0477	10.1
BJJ	8.2	17.66	40.2	1.67	1.35	2.59	4.58	1.18	1.22	0.0437	0.0050	0.0247	46.1
BBO	6.7	14.3	40.2	1.39	0.78	1.50	8.17	0.84	1.54	0.0390	0.0046	0.0285	46.1
BVT	8.4	6.95	22.1	1.09	1.24	1.80	7.5	1.23	2.00	0.0494	0.0070	0.0311	13.1
Promedio	8.13	13.75	33.23	1.44	2.49	2.46	10.85	1.21	1.15	0.05	0.02	0.04	30.30
EE	0.31	2.17	4.19	0.08	0.85	0.32	2.43	0.09	0.25	0.01	0.01	0.01	6.61
CV	9.19	38.58	30.87	13.46	83.76	31.77	54.88	17.56	52.56	46.14	141.35	67.66	53.47

EE= Error estándar; CV= coeficiente de variación. [1] Ver materiales y métodos. MO= Materia Orgánica; CE= Conductividad eléctrica.

El bokashi tipo "BPJ", mostró mayores niveles de P, K, Ca y Mg (Cuadro 1), esto podría asociarse a la calidad de los materiales utilizados, en su elaboración, También, podría ser atribuido al proceso de preparación que resultó con menor porcentaje de humedad, en consecuencia menos lavado de elementos solubles. Con base a estos resultados se infiere que la cantidad de agua aplicada durante el proceso de elaboración del bokashi debe ser controlada, o de lo contrario, la enmienda podría perder calidad nutritiva, por lavado de elementos solubles.

En relación a los fertilizantes químicos, los abonos orgánicos tienen menores contenidos nutricionales. Por tanto, el abono orgánico con mayor contenido de nutrientes será más apropiado. En este sentido, el bokashi "BPJ" es preferible comparado con el tipo de bokashi Planta Pónton ("BPP"), ya que su aplicación será en menor volumen, y representaría un ahorro económico para el productor.

Análisis físico-químico de los diferentes tipos de compost

Los resultados muestran diferencias en el contenido nutricional de los distintos tipos de compost, donde el mayor porcentaje de materia orgánica MO se registró en el compost tipo Justino Peguero ("CJP") con 52%, siendo superior al compost tipo Victorina "CV" con un 20% (Cuadro 2). El compost tipo "CJP" se caracterizó por contener una mezcla de estiércol de animales vacunos, tierra de bosque, pulpa de café y restos vegetales, lo que produjo los mayores contenidos de MO. Mientras que el compost "CV" incluyó en la mezcla pedúnculos de bananos picados, estiércol bovino, estiércol caprino, tierra de bosque, aserrín de madera, ceniza de madera, residuos de gramíneas y e lixiviado de pedúnculos de banano, cuyo contenido de MO es mucho menor, lo que explica los resultados. En la Tabla 2 no se observó un efecto del pH y los contenidos de humedad en la calidad nutritiva de los compost evaluados, ya que estos fueron muy variables. Campitelli y Ceppi (2008) en caracterización de compost reportaron diferencias en el contenido de carbono total, pH, nitrógeno total y carbono soluble disuelto. En esta investigación se atribuyen las diferencias al tipo de proceso aplicado en la fabricación de la enmienda y al tipo de material utilizado. Castillo *et al*. (2000) reportaron los mayores valores de MO en materiales de origen animal en comparación con materiales de origen domiciliario (residuos de cocina). Estos contenidos varían entre 23 y 30%, valores inferiores a lo reportado en el compost tipo "CJP". Zapata et al. (2005), utilizando compost a base de lodos municipales y residuos de corteza de pinos, reportan valores de MO en un rango de 46 a 56%; sin embargo, Abad *et al*. (1993) reportan valores superiores al 80% en este tipo de compost, y aseguran que es una mayor reserva de nutrientes.

En cuanto a los tres nutrientes principales considerados en la nutrición de los cultivos (NPK), se observa que el menor contenido en N y K correspondió al compost tipo Finca el Cafecito Jarabacoa ("CFCJ") (0.82 y 0.21%, respectivamente) y de P para el compost tipo Ernesto Portela ("CEP") con 0.57%, el cual mostró el mayor contenido de N (2.28%). El mayor porcentaje en K correspondió al compost tipo Asociación la Caída ("CALC") con 2.54%. Estos resultados muestran una tendencia diferente a lo reportado por Inbar *et al*. (1993), donde los contenidos de P y K aumentan durante el proceso de compostaje de estiércol vacuno. En los compost donde sólo se incluyen restos vegetales, se produce una reducción en el contenido de estos nutrientes; Castillo *et al*. (2000) reportan valores de K (0.11-0.77%), P (0.03%), N (0.57-1.25%). Los valores de NPK mostrados por Castillo *et al*. (2000) son inferiores a los obtenidos en este estudio. Los resultados demuestran que el compost "CJP" asegura un mayor suministro de nutrientes en relación a los demás compost evaluados. Los sistemas de producción que utilicen mayor cantidad de insumos, tendrán residuos con mayores concentraciones de nutrientes y por lo tanto producirán un compost más enriquecido (Meléndez, 2003).

Cuadro 2: Propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de compost.

Table 2: Physical and chemical properties of the several kinds of compost.

Tipos de compost[1]	Contenido de los elementos (%)												
	pH	CE dS cm^{-1}	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Humedad (%)
CJP	7.6	1.48	52.0	1.47	0.84	0.92	10.26	1.88	2.82	0.075	0.0050	0.0100	52.0
CCP	7.4	1.27	44.8	1.32	0.88	0.81	9.14	1.78	2.62	0.0475	0.0056	0.0091	44.8
CALC	8.6	22.20	29.4	1.41	1.33	2.54	10.90	1.28	1.33	0.0373	0.0067	0.0249	22.7
CV	8.6	7.44	20.1	1.15	0.95	1.82	5.94	1.41	3.66	0.0632	0.0065	0.0129	41.5
CMC	8.0	5.24	25.4	1.19	0.60	1.25	5.37	1.51	2.78	0.0614	0.0115	0.0147	46.9
CPM	8.6	5.24	25.4	1.12	0.64	1.24	5.12	1.24	2.84	0.0483	0.0062	0.0172	46.3
CEP	7.8	6.06	42.8	2.28	0.57	1.05	5.94	1,24	1.27	0.0342	0.0051	0.0189	52.2
CMB	8.3	9.73	46.8	1.21	0.95	1.88	6.7	1.15	1.32	0.0446	0.0056	0.0304	25.9
CFCJ	6.6	0.84	27.9	0.82	0.78	0.21	2.53	0.57	1.89	0.0886	0.0040	0.0119	44.5
Promedio	7.94	6.61	34.96	1.33	0.84	1.30	6.88	1.34	2.33	0.06	0.01	0.02	41.87
EE	0.23	2.19	3.86	0.13	0.08	0.23	0.90	0.13	0.32	0.01	0.00071	0.00024	3.52
Coeficiente de variación	8.52	99.43	33.13	30.30	27.99	52.82	39.42	28.56	38.73	32.38	34.26	42.65	25.23

EE= Error estándar, [1] Ver materiales y métodos. MO= Materia Orgánica; CE= Conductividad eléctrica.

La información obtenida entrega antecedentes que permitan relacionar los contenidos nutritivos de las distintas mezclas de compostaje, con lo requerido por los cultivos ante una situación nutricional del suelo en particular.

Análisis físico-químico de los tipos de humus de lombriz y materiales evaluados

El análisis físico-químico realizado en diferentes humus de lombriz mostró el efecto beneficioso del uso de lombrices sobre el producto final (Cuadro 3). En la mayoría de los casos se observó que los valores de los parámetros evaluados mostraron menor variación en relación con las demás enmiendas. El mayor porcentaje de MO (96%) correspondió a los tipos de lombricompost José Cruz "LCJC" y "LCJC-2", esta enmienda se elabora a base de estiércol de cabras y ovinos, por lo cual coincide con lo reportado por Castillo *et al*. (2000) donde reporta que los mayores contenidos de MO se encuentran en el lombricompost a base de estiércol, mientras que el lombricompost a base de residuos de cocina están en un 29.5% por debajo. El rango de valores de pH de los diferentes lombricompost fluctuó entre 4.7 y 6.6. Al relacionar este rango de valores de pH con los mostrados en los materiales vegetales y animales (Cuadros 4 y 5), se observó una menor variación. El humus de lombriz presenta en promedio un 1.8% de N, 5% de P, 1.3% de K, 5% de Ca y 1.3% de Mg. La calidad nutritiva, así como las propiedades físicas del humus producido son similares a las reportadas en humus caracterizado en Venezuela, aunque los materiales son diferentes y el contenido de Fe y Mn son menores. Los valores reportados se encuentran en el rango de valores establecidos por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Productos Agrícolas y Pecuarios (CTNNPAP, 2007).

Los mayores contenidos de N (1.94%), P (3.78%) y K (2.45%) en promedio por fuentes se reportan en los residuos animales en relación a los derivados de fuentes vegetales (Cuadros 4 y 5). Además se encontró un mayor contenido de Ca (6.81%) y Mg (1.08%). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Castillo *et al*. (2000), que atribuyen una menor contribución de nutrientes en materiales de origen vegetal. En general, los mayores porcentajes en MO (61.95%) correspondieron a los derivados de fuentes animales en relación a los provenientes de vegetales.

De acuerdo con los experimentos realizados en compost por Boulter *et al*. (2000), el proceso de producción de humus de lombriz es influida por la actividad de los microorganismos. Las propiedades físicas y químicas de las enmiendas son afectadas por la temperatura, aireación, contenido de humedad, relación C/N y el pH.

Las lombrices tienen un efecto sobre la calidad del humus producido y la velocidad de descomposición depende del tipo de sustrato (origen animal o vegetal). Las lombrices modifican la estructura del material, ingieren MO e incrementan el número de poros; además producen excreción y un material más mineralizado, donde se liberan nutrientes (Pérès *et al*., 1998).

Si bien el efecto de la lombriz sobre las características finales del producto puede ser un criterio a considerar para definir el sistema de compostaje a utilizar. Sin embargo, los criterios de manejo, infraestructura, recursos disponibles, serán los que en la mayoría de los casos ayudarán a tomar las decisiones sobre el sistema de producción a utilizar.

Análisis microbiológico de los abonos orgánicos

El bokashi "BPJ" mostró mayores cantidades de microorganismos, donde los grupos de los aerobios mesofilicos y *actinomycetes* fueron superiores con valores de 9.5 y 6.9 log UFC g^{-1} , respectivamente. Mientras que mostró una menor cantidad de hongos y levaduras (3.2 log UFC g^{-1}) en comparación con los demás bokashi, excepto el tipo Planta Ponton ("BPP") con 1.0 log UFC g^{-1}. Esto

[2]http://sia.huaral.org/sia_uploads/ec06355af5fedeef1ec61030822a9a09/HUMUS_DE_LOMBRIZ.pdf
[3]www.lombricultura.cl

Cuadro 3: Propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de humus de lombriz.

Table 3: Physical and chemical properties of the several earthworm kinds of humus.

Tipos de humus de lombriz[1]	Contenido de los elementos (%)												
	pH	CE dS cm^{-1}	MO	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO	Fe	Mn	Cu	Zn	Humedad (%)
LCHR	6.6	1.24	50.3	2.07	0.60	0.34	2.47	0.76	1.62	0.047	0.0042	0.019	69.4
LCPI	6.7	3.34	41.9	1.76	2.18	0.30	3.72	6.34	2.62	0.075	0.0099	0.0298	69.9
LCJC	4.7	0.47	96.3	1.33	0.13	0.06	0.92	0.21	0.72	0.017	0.0031	0.029	74.7
LCLD	5.0	1.05	86.5	1.79	0.15	0.03	1.70	0.24	0.62	0.016	0.0027	0.006	76.2
LCJC-1	6.6	1.24	50.3	2.07	0.60	0.34	2.47	0.76	1.62	0.047	0.0042	0.019	69.4
LCJC-2	4.7	0.47	96.3	1.33	0.13	0.06	0.92	0.21	0.72	0.017	0.0031	0.029	74.7
Promedio	5.52	0.89	75.94	1.72	0.32	0.17	1.7	0.44	1.06	0.03	0.0035	0.02	72.88
EE	0.44	0.18	10.62	0.17	0.11	0.07	0.35	0.13	0.23	0.01	0.00031	0.0042	1.45
CV	18	44.16	31.27	21.66	78.85	95.97	45.7	67.9	48.38	57.71	20.09	46.45	4.44

EE= Error estándar; CV= coeficiente de variación. [1] Ver materiales y métodos. MO= Materia Orgánica; CE= Conductividad eléctrica.

Cuadro 4: Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes vegetales utilizadas en la agricultura orgánica.

Table 4: Physical and chemical properties of the several vegetable sources used in the organic agriculture.

Fuentes	Contenido de los elementos (%)												
	pH	CE dS cm^{-1}	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Humedad (%)
Cascarilla Arroz QM	9.0	1.14	4.0	0.31	0.79	0.95	0.19	0.30	0.2224	0.0264	0.0013	0.0055	28.7
Cascarilla Arroz QFG	7.8	0.35	2.9	0.47	0.69	0.18	0.29	0.29	0.0903	0.0273	0.0011	0.0075	67.7
Carbón de cascarilla arroz M	8.4	0.35	2.0	0.24	0.79	0.38	0.43	0.40	0.1058	0.0323	0.0010	0.0053	38.2
Cascarilla Arroz M	5.8	0.67	83.8	0.62	0.20	0.25	0.06	0.09	0.0162	0.0089	0.0004	0.0020	8.3
Cascarilla Arroz FG	6.1	0.67	89.3	0.62	0.17	0.24	0.07	0.10	0.0150	0.0119	0.0005	0.0023	9.6
Tierra Bosque	6.7	1.53	30.7	1.63	10.87	0.18	26.52	1.20	0.6979	0.0698	0.0748	0.0828	43.4
Melaza	5.2	7.64	-	0.13	0.22	1.54	0.49	0.26	0.0231	0.0039	0.0007	0.0014	ND
Pulpa café Orgánico 1	7.7	1.79	47.5	2.19	4.12	0.57	11.99	2.74	0.9711	0.1125	0.0274	0.0538	35.6
Pulpa café Orgánico 2	7.6	5.46	47.5	1.68	1.59	1.52	5.02	0.94	1.2899	0.1013	0.0120	0.0279	19.0

EE= Error estándar; CV= coeficiente de variación. ND= no disponible; M= Moronta; FG= Factoria Gamundi; DJ= Los Dajaos Jarabacoa.QM=quemada moronta; QFG=quemada Factoría Gamundy J= Jarabacoa; P= Pontón; 1= El Cafecito A; 2=El Cafecito B. MO= Materia Orgánica; CE= Conductividad eléctrica.

Cuadro 4: Continuación.

Table 4: Continuation.

Fuentes	Contenido de los elementos (%)												
	pH	CE dS cm^{-1}	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Humedad (%)
Pulpa Café Orgánico DJ	8.0	2.73	89.3	2.29	0.41	3.72	0.66	0.25	0.0376	0.0047	0.0016	0.0011	80.3
Pulpa Café Convencional	7.4	0.59	29.3	1.60	0.29	0.46	1.85	0.44	2.5542	0.0775	0.0052	0.0060	39.9
Afrecho P	5.8	2.10	96.3	2.23	4.09	1.67	0.07	1.30	0.0248	0.0162	0.0008	0.0060	8.0
Afrecho M	6.4	1.55	92.1	2.40	3.99	1.74	0.08	1.34	0.0263	0.0151	0.0009	0.0059	6.9
Afrecho FG	6.4	1.29	97.7	2.30	3.63	1.60	0.06	1.25	0.0072	0.0104	0.0009	0.0057	7.8
Aserrín Pino J	4.6	0.20	-	0.35	0.06	0.03	0.28	0.49	0.6622	0.0132	0.0013	0.0022	73.3
Promedio	6.86	1.87	54.80	1.27	2.13	1.00	3.20	0.76	0.22	0.04	0.01	0.01	33.3
EE	0.32	0.53	10.61	0.23	0.75	0.25	1.86	0.18	0.09	0.01	0.01	0.01	6.9
CV	18.20	110.66	69.84	70.28	136.30	98.39	224.26	94.09	147.23	102.57	226.85	163.39	77.0

EE= Error estándar; CV= coeficiente de variación. ND= no disponible; M= Moronta; FG= Factoria Gamundi; DJ= Los Dajaos Jarabacoa.QM=quemada moronta; QFG=quemada Factoría Gamundy J= Jarabacoa; P= Pontón; 1= El Cafecito A; 2=El Cafecito B. MO= Materia Orgánica; CE= Conductividad eléctrica.

Cuadro 5: Propiedades físicas y químicas de las diferentes fuentes animales utilizadas en la agricultura orgánica.

Table 5: Physical and chemical properties of the several animal manures used in the organic agriculture.

Fuentes	Contenido de los elementos (%)												
	pH	CE dS cm^{-1}	MO	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Humedad (%)
Estiércol Ovejo FG	8.3	7.76	75.4	2.30	2.28	3.86	1.73	1.04	0.1431	0.0124	0.0023	0.0155	24.6
Estiércol Oveja L14	8.5	12.68	54.4	1.72	2.80	4.31	6.26	1.48	0.9493	0.0681	0.0090	0.0179	21.3
Pollaza TLV	7.6	9.23	69.8	2.39	3.20	3.02	3.23	1.06	0.1647	0.0481	0.0058	0.0463	15.3
Pollaza L14	7.1	8.61	76.8	2.42	2.45	2.58	1.80	0.81	0.2830	0.0487	0.0214	0.0224	28.4
Gallinaza PP	7.2	13.68	58.6	2.59	6.45	3.58	11.60	1.18	0.2549	0.0280	0.0428	0.0388	13.3
Gallinaza J	7.6	11.15	54.4	1.17	6.22	2.68	18.49	1.30	0.3735	0.1081	0.0627	0.0936	34.3
Gallinaza GPC	8.0	15.85	54.4	2.12	5.77	3.30	13.22	1.15	0.2857	0.1039	0.0549	0.0889	22.5
Gallinaza L14	7.2	11.59	62.8	2.47	3.78	2.35	11.32	0.87	0.3700	0.0406	0.0033	0.0218	16.6
Estiércol Caballo FMD	7.3	1.86	81.0	0.93	0.88	0.72	0.93	0.58	0.5047	0.0278	0.0029	0.0103	66.7
Estiércol Vacuno P	8.8	5.51	72.6	2.03	1.91	1.97	2.81	1.10	0.3581	0.0253	0.0031	0.0115	52.8
Estiércol Vacuno PB	7.2	0.85	37.7	1.52	6.83	0.12	8.80	1.70	0.7121	0.1126	0.0073	0.0695	57.9
Estiércol Cerdo L14	6.1	0.95	29.3	1.40	4.42	0.08	6.50	0.42	4.2980	0.0937	0.0145	0.0977	53.6
Estiércol Chivo PB	8.9	5.91	78.2	2.22	2.12	3.28	1.83	1.41	0.1854	0.0405	0.0029	0.0130	14.1
Promedio	7.68	8.13	61.95	1.94	3.78	2.45	6.81	1.08	0.38	0.0600	0.02	0.04	32.42
EE	0.22	1.36	4.41	0.15	0.55	0.38	1.53	0.10	0.07	0.0100	0.01	0.01	5.21
CV	10.35	60.44	25.69	27.83	52.24	56.27	80.91	32.83	62.38	60.100	119.32	79.98	57.96

EE= Error estándar; CV= coeficiente de variación; FG= Factoria Gamundi; L14= Los Catorce, Piedra Blanca; TLV= Taira, La Vega; PP= Planta Pontón ; J= Jarabacoa; GPC= Granja de Pollo Cibao ; FMD= Finca Manuel Díaz; P= Portón PB= Piedra Blanca. MO= Materia Orgánica; CE= Conductividad eléctrica.

podría ser atribuido a la calidad de los materiales empleados, a las diferentes temperaturas durante el proceso de descomposición y a la cantidad de agua empleada (Cuadro 6). En general los procesos de descomposición de los residuos están mediados por la actividad de los microorganismos (Boulter *et al*., 2000). El bokashi requiere de volteos frecuentes para mantener temperaturas entre 45 y 50 °C (Soto, 2003), lo que favorece el predominio de grupos de los aerobios mesofilicos y *actinomycetes*. Por el contrario temperaturas superiores a 50 °C reducen las poblaciones de hongos (Tiquia *et al*., 2002).

Para los casos de compost y lombricompost (Cuadro 6), los tres grupos microbianos mostraron poca variación, con baja presencia de hongos, levaduras y *actinomycetes* de acuerdo a la procedencia de los tipos de compost.

Se encontraron poblaciones superiores de microorganismos en lombricompost en relación al compost. Esto podría estar asociado a las bajas temperaturas en la cama lombricera por causa del sistema de techado; el tamaño de partículas y el contenido de azúcares que excreta la lombriz, las cuales favorecen la población microbiana.

En el proceso de descomposición de la MO se presentan rangos de temperatura en los que predominan microorganismos llamados mesofílicos, cuando la temperatura llega hasta los 50 ^{0}C y se le llaman termofílicos cuando se hallan organismos hasta poco más de 60 ^{0}C. Durante la última etapa de maduración y enfriamiento predominan los *actinomycetes*. El proceso de descomposición de residuos orgánicos esta mediado por la actividad de los microorganismos (Boulter *et al*., 2000).

La incorporación de residuos orgánicos al suelo se utiliza para mejorar la fertilidad natural y por lo tanto, la productividad. Además, de las exigencias nutricionales del cultivo y grado de estabilización de los desechos aplicados. Esta estabilización dependerá de la actividad de los microorganismos (Boulter *et al*., 2000).

En este estudio, el grupo de mayor presencia en el compost fue representado por microorganismos aerobios mesofílicos y en menor cantidad por el grupo *actinomycetes*, excepto para la pulpa de café (Cuadro 6). Este resultado puede estar asociado a la madurez del material utilizado, ya que los materiales con menor cantidad de *actinomycetes* son frescos o no están compostados totalmente. Los organismos presentes durante el proceso de compostaje varían dependiendo de los sustratos y las condiciones del proceso (Soto, 2003). Tiquia *et al*. (2002), estudiaron las poblaciones de bacterias heterótrofas, *actinomicetes* y hongos en el proceso de compostaje de gallinaza (20%) mezclada con zacate, encontrando que las poblaciones de *actinomicetes* y hongos se redujeron en la fase termófila, para aumentar de nuevo en la fase de maduración.

En el análisis microbiológico de algunas fuentes, tanto de origen animal como vegetal se observó que el grupo de *actinomycetes* fue el de menor variación entre las fuentes animales con respecto a las fuentes vegetales (Cuadro 7). Los grupos mesofílicos, los hongos y levaduras variaron más en las fuentes animales en relación a las vegetales. Los resultados mostrados, coinciden con lo reportado por Tiquia *et al*. (2002) y Soto (2003). En promedio los materiales de origen animal mostraron mayor cantidad de microorganismos aerobios mesofílicos (8.6 log UFC g^{-1} en comparación con los de origen vegetal (6.6 log UFC g^{-1}), similar cantidad de hongos y levaduras en un rango promedio de 5.1-5.5 log UFC g^{-1} y menor cantidad de actinomycetes 1.0 log UFC g^{-1}. Las poblaciones de microorganismos involucrados en el proceso de descomposición de residuos es favorecida por las condiciones como: presencia de oxígeno (en el caso de los aerobios), temperatura, agua, una nutrición balanceada, pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples, y superficie de contacto o tamaño de partícula (Soto, 2003).

Cuadro 6: Microorganismos presentes en el bokashi, compost y lombricompost según su procedencia.

Table 6: Microorganisms load in the bokashi, compost and earthworm humus according to origin.

Tipos de material	Microorganismos (log UFC/g)		
	Aerobios Mesofílicos	Hongos y Levaduras	*Actinomycetes*
Bokashi[1]			
BPP	1.0	1.0	1.0
BPJ	9.5	3.2	6.9
BAA	4.7	3.6	1.0
BJJ	7.5	6.3	4.9
BBnO	7.5	7.3	5.0
BVT	7.5	5.9	3.4
Promedio	6.3	4.5	3.7
EE	1.22	0.96	0.97
Conpost[1]			
CJP	5.7	4.0	3.9
CCOOPASOL Solimán	5.7	1.0	4.9
CALC	6.5	4.3	1.0
CV	6.5	4.3	5.3
CMC	7.5	3.0	5.0
CPM	6.5	4.6	5.5
CMB	7.2	4.8	1.0
Promedio	6.5	3.7	3.8
EE	0.26	0.50	0.74
Lombricompost			
LCFJC	7.5	4.1	3.2
LCFHR	6.0	4.6	2.8
Promedio	6.7	4.3	3.0
EE	0.74	0.23	0.16

[1] Ver materiales y métodos. LCFJC= lombricompost José Cruz, Jarabacoa; LCFHR= lombricompost finca Hermanos Ramírez..EE= Error estándar.

Cuadro 7: Microorganismos presentes en algunas fuentes animales y vegetales utilizadas como materiales orgánicos en la elaboración de compost y bokashi.

Table 7: Microorganisms load in some animal and vegetable sources used as organic materials in the compost and bokashi elaboration.

Fuentes	Microorganismos (log UFC/g)		
	Aerobios Mesofílicos	Hongos y Levaduras	*Actinomycetes*
Animal			
Estiércol de ovino	6.3	3.3	1.0
Pollaza	10.5	7.4	1.0
Gallinaza	9.0	4.5	1.0
Promedio	8.6	5.1	1.0
EE	0.25	0.42	0
CV	24.97	41.78	0
Vegetal			
Pulpa de café	6.9	6.8	4.5
Pulpa de café molida	5.2	3.0	2.3
Afrecho	7.6	6.8	1.0
Promedio	6.6	5.5	2.6
EE	0.73	0.40	0.68
CV	19.21	39.60	67.56

EE= Error estándar; CV= coeficiente de variación.

Las aplicaciones de compost en cultivos produce variaciones significativas en la abundancia y diversidad de los microorganismos, así como en la variación de la poblaciones de los grupos funcionales evaluados, especialmente en el grupo de los *actinomycetes* de acuerdo con Kaffure *et al*. (2004).

CONCLUSIONES

El bokashi de la planta Jarabacoa "BPJ" mostró los mayores contenidos de MO, P, K, Ca, Mg, Cu y Zn. Esta enmienda es elaborada a base de gallinaza, pulpa de café, tierra de bosque y 50 kg de residuos vegetales. Estos son materiales locales y de

fácil disponibilidad, lo que facilita su utilización por los productores de la zona.

Los compost muestreados mostraron diferencias en el contenido nutricional, donde el tipo Justino Peguero "CJP"mostró el mayor contenido de MO. Los resultados demostraron que el compost "CJP" podría suministrar una mayor cantidad de nutrientes en la producción del cultivo en relación a los demás compost evaluados.

El mayor porcentaje de MO (96%) correspondió a los tipos de lombricompost José Cruz "LCJC" y "LCJC-2", esta enmienda se elabora a base de estiércol de cabras y ovinos, estos materiales son de fácil acceso, lo que facilitaría su uso y posibles efectos positivos en la fertilidad del suelo.

Los mayores contenidos en promedio de MO, N, P, K, Ca y Mg se encontraron en residuos animales en relación a los vegetales, por lo que se recomienda que al momento de elaborar enmiendas orgánicas deben incorporarse materiales de origen animal con la finalidad de obtener un producto con mayor valor nutricional.

El bokashi "BPJ" mostró mayores cantidades de microorganismos, donde los grupos de los aerobios mesofilicos y *actinomycetes* fue superior. Además mostró una menor cantidad de hongos y levaduras en comparación con los demás bokashi, excepto el tipo "BPP".

En el análisis microbiológico de diferentes fuentes animales y vegetales se observó que el grupo de *actinomycetes* fue el de menor variación en ambas fuentes y los grupos mesofílicos, los hongos y levaduras variaron más en las fuentes animales. Los resultados muestran que la cantidad de microorganismos que participan en los procesos de descomposición de residuos en la fabricación de enmiendas orgánicas dependen de factores como temperatura, humedad, presencia de oxígeno (en el caso de los aerobios), una nutrición balanceada, pH, fuentes energéticas de fácil solubilización como azúcares simples y superficie de contacto o tamaño de partícula y por lo tanto deben ser considerados al momento de producir este tipo de fertilizantes con la finalidad de producir un producto de calidad.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (CONIAF), a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) y al Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF) por el soporte financiero de los análisis de las muestras de abonos y materias prima. A Bioversity Internacional, por sus aportes técnicos al desarrollo de la investigación. Se agradece al Dr. Francisco Matus (Universidad de La Frontera), por sus sugerencias al contenido del artículo y a los ingenieros Elpidio Avilés, Ucelvio Santos, Isidro Almonte, Julio Morrobel, José Miguel Méndez y Licenciado Pedro Juan del Rosario (investigadores IDIAF) por su contribución en la redacción, interpretación de los datos y revisión del manuscrito.

REFERENCIAS

ABAD, M., MARTÍNEZ, P. F., MARTÍNEZ, M. D., MARTÍNEZ. J., 1993. Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo. Actas de Horticultura 11: 141-154.

AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. 1982. Method of Soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbiological Properties, LIM, CHIN HUAT - JACKSON, MARION. (Eds) American Society of Agronomy, Soil Science. Society of America, Madison. M. Second edition.

BENZING, A. 2001. Agricultura Orgánica - fundamentos para la región andina. Neckar-Verlag, Villingen-Schwenningen, Alemania. 682 p.

BOULTER, J. I., BOLAND, G. J., TREVORS, J. T., 2000. Compost: A study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. 16: 115-134.

CAMPITELLI, P., CEPPI, S., 2008. Chemical, physical and biological compost and vermicompost characterization: A chemometric study. :64-71.CASTILLO, A.. E., VASQUEZ, S., SUBOSKY, M. J., RODRÍGUEZ, S. C., SOGARI, N., 1999. Disponibilidad de nitrógeno, fósforo y potasio en suelos abonados con lombricompuesto. Información Tecnológica 10: 179-182.

CASTILLO, A. E., QUARÍN, S. H., IGLESIAS, M. C., 2000.Vermicompost chemical and physical characterization from raw and mixed organic wastes. Agricultura Técnica 60: 74-79.

CUESTA, M. 2002. La agricultura orgánica y las dimensiones del desarrollo. XIII Congreso del INCA. Universidad Agraria de La Habana. 54 p.

CTNNPAP. 2007. Humus de lom briz (lombricomposta) especificaciones y métodos de prueba. Comité Técnico de Normalización Nacional de Productos Agrícolas y Pecuarios (CTNNPAP). México. NMX-FF-109-SCFI-2007. p. 1-29.
Disponible en:
http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/info/comp/it/normas/noti/PROY_NMX_HUMUS_24072007_DGN.pdf.

DÍAZ, F. R. S. 2004a. Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y producción Torreón, Coah, México, Octubre 13, 14 y 15 del 2004. Editores: Sánchez R., F.J., A. Moreno R., J.L. Puente M. y J. Araiza Ch.

DÍAZ, E. R. 2004b. La caracterización física de los sustratos. Memorias VI Congreso Iberoamericano para el desarrollo y Aplicación de plásticos en Agrícultura. Acuña, J.F. y Medina, J.A. (Eds), CIDALPA 2004. Memorias, Bogota, 8-10 nov 2004.

INBAR, Y., HADAR Y., CHEN, Y., 1993. Recycling of cattle manure. The composting process and characterization of maturity. J. Environment Quality 22: 857-863.

INFOSTAT. 2004. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, versión 2004, Editorial Brujas Argentina. 318 p.

JEAVONS, J. 2002. Cultivo biointensivo de alimentos. Ecology actions of the Midpeninsula.
Estados Unidos. 261 p.

JULCA-OTINIANO, A., SOLANO-ARRUE, W., CRESPO-COSTA, R., 2008. Crecimiento de Coffea arabica variedad Caturra amarillo en almácigos con substratos orgánicos en Chanchamayo, selva central del Perú. P. 1-17. Disponible en: .

KAFFURE, O. U., CÓ'5fRDOBA, C. A., NIEVES, J. S., CASTELLANOS, D., 2004. Efecto de dos tipos de compost y un biofertilizante sobre algunas poblaciones microbianas edáficas y su posible relación. Acta Biológica Colombiana 9: 1-2.

LASARIDI, K., PROTOPAPA, I., KOTSOU, M., PILIDIS, G., MANIOS, T., KYRIACOU, A., 2006. Quality assessment of composts in the Greek market: The need for standards and quality assurance. Journal of Environmental Management 80: 58-65.

LEBLANC, H.A. CERRATO, M.E. MIRANDA, A., VALLE, G., 2007. Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. Tierra Tropical 3: 97-107.

MELÉNDEZ, G. 2003. Indicadores químicos de calidad de abonos orgánicos. En: Abonos orgánicos: Principios, características e impacto en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica. pp. 50-63.

NORIEGA, G., ALTAMIRANO, A., 1998. Manual de lombricultura. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 200 p.

PANEQUE, V. M., CALAÑA, J. M., 2004 Abonos Orgánicos, conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. Folleto Técnico. Asociación Cubana de técnicos Agrícolas y forestales. La Habana, Cuba. 54 p.

PÉRÈS, G., CLUZEAU, D., CURMI, P., HALLAIRE, V., 1998. Earthworm activity and soil structure changes due to organic enrichments in vineyard systems. Biology and Fertility Soils 27: 417–424.

SANTOS, U. 2004. Caracterización del sistema de producción de café orgánico de Solimán. In IDIAF. Resultados de investigación 1: 29-53.

SOTO, M. G. 2003. Abonos orgánicos: definiciones y procesos. En: Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impactos en la agricultura. Ed Meléndez, G. San José, Costa Rica. pp. 20-49.

TIQUIA, S. M., WAN, J. H. C., TAN, N. F. G., 2002. Microbial populations dynamics and enzymed activities during composting. Compost Science and Utilizations 10 (2): 150-161.

ZAPATA, N., GUERRERO, F., POLO, A., 2005. Evaluation of pine bark and urban wastes as components of plant growth media. Agricultura Té'5fcnica 65: 378-387.