

GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS: IMPORTANCIA DEL BOCASHI COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA SUELOS Y PLANTAS

Generalities of the organic manures: Bocashi's importance like nutritional alternative for soil and plants

David Ramos Agüero✉ y Elein Terry Alfonso

ABSTRACT. Annually a considerable quantity of agricultural residuals takes place, but only a part of this, it is taken advantage of directly for the feeding, leaving a great quantity of waste, which become a potential of environmental contamination. The use of these residuals like half efficient of rational nutriment recycle, by means of their transformation in organic manures it helps to the plants' growth and it contributes to improve or maintain many properties of the soil. The benefits of the use of organic manures as the Bocashi, are broadly well-known at world level, although the scientific literature isn't precise on nutritional contained and is not made reference to the existent microbial in these materials. The present bibliographical revision it summarizes some aspects related with the employment of the organic manures, making special emphasis in the development and production of the manures fermented type Bocashi and it's used in the agriculture.

Key words: organic manures, plant nutrition, compost

RESUMEN. Anualmente se produce una cantidad considerable de residuos agrícolas, pero solo una cierta parte de esta es aprovechada directamente para la alimentación, dejando una gran cantidad de desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. El aprovechamiento de estos residuos como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, mediante su transformación en abonos orgánicos, ayuda al crecimiento de las plantas y contribuye a mejorar o mantener muchas propiedades del suelo. Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el Bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbiana existente en estos materiales. La presente revisión bibliográfica resume algunos aspectos relacionados con el empleo de los abonos orgánicos, haciendo especial énfasis en el desarrollo y fabricación del abono fermentado tipo Bocashi y su empleo en la agricultura.

Palabras clave: abonos orgánicos, nutrición de las plantas, compost

INTRODUCCIÓN

Anualmente, se produce una cantidad considerable de residuos de cosechas, pero sólo una cierta parte de esta producción es aprovechada directamente para la alimentación, tanto humana

como animal, dejando una gran cantidad de mal llamados desechos, los cuales se convierten en un potencial de contaminación ambiental. Generalmente, estos son considerados un problema para el productor, ya que no conocen alternativas para poderles dar un uso apropiado. En algunos casos, su manejo inadecuado y la falta de conciencia ambiental terminan generando problemas de contaminación (1).

El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada

día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrimentos, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (2). El tratamiento de los desechos orgánicos cada día reviste mayor atención dada la dimensión del problema que representa, no solo por el aumento de los volúmenes producidos o por una mayor intensificación de la producción, sino también, por la aparición

de nuevas enfermedades que afectan la salud humana y animal, que tienen relación directa con el manejo inadecuado de los residuos orgánicos (3).

Una alternativa a la aplicación de fertilizantes, la constituye el empleo de abonos orgánicos (compost, biosólidos, entre otros) u órgano-minerales, que presentan parte del N en formas orgánicas, más o menos estables, que paulatinamente van mineralizándose y pasando a disposición de las plantas (4). En este mismo sentido, se indica que la fertilización orgánica sustituye en gran medida el uso de fertilizantes minerales (5).

En los últimos 40 años, los productores redujeron la aplicación de abonos orgánicos a causa del inicio de una agricultura intensiva (6), generando una disminución en el uso de fertilizantes orgánicos hasta un punto en el que la aplicación de los inorgánicos se convirtió en un problema ambiental en muchos lugares del mundo (7).

No obstante, el costo de los fertilizantes minerales obliga a la búsqueda y evaluación de alternativas para el manejo de la nutrición vegetal; dentro de los más destacados y de mayor acceso para los agricultores, está el reciclado de nutrientes a partir de fuentes como el compostaje, el uso de estiércol de origen animal y otras fuentes propias de los sistemas productivos como la pulpa de café y los residuos de cosecha, que se constituyen en las materias primas del proceso (8).

Es importante mencionar que los residuos de cosecha, son una de las fuentes más importantes para su uso en el compostaje, debido a los volúmenes de producción que se generan. También, estos cuentan con un alto contenido en materia orgánica con una elevada relación C/N, lo que facilita su uso en el proceso, su fracción mineral varía dependiendo del órgano o fracción de que se trate. Otro aspecto importante del compostaje

de este tipo de residuos, es que como producto generado de parcelas de cultivo, forma parte importante de las acciones para la sostenibilidad del agroecosistema, obteniendo un insumo desde dentro de la misma parcela o lugar de producción. Es decir, de un residuo que se genera en la producción vegetal, se reincorpora una vez procesado a través del compostaje y su aplicación al suelo (9).

Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el compost y el Bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque la literatura científica es poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbial existente en estos materiales (10).

La presente revisión bibliográfica resume algunos aspectos relacionados con el empleo de los abonos orgánicos, haciendo especial énfasis en el desarrollo y fabricación del abono fermentado tipo Bocashi y su empleo en la agricultura.

GENERALIDADES DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

La agricultura orgánica es una forma de producir sosteniblemente, disminuyendo el uso de fertilizantes y plaguicidas (11). Resulta importante incrementar la eficiencia de utilización de los fertilizantes para evitar la degradación ambiental. Para ello, es necesario implementar tecnologías que permitan la aplicación de estos en el sitio y cultivo específico con el fin de cumplir la demanda del mismo (12). En este sentido, se ha señalado que el uso eficiente de nutrientes es un aspecto relevante, debido al incremento en los costos y el impacto ambiental asociado con su uso inapropiado (13).

Los abonos orgánicos constituyen un elemento crucial para la regulación de muchos

procesos relacionados con la productividad agrícola; son bien conocidas sus principales funciones, como sustrato o medio de cultivo, cobertura o mulch, mantenimiento de los niveles originales de materia orgánica del suelo y complemento o reemplazo de los fertilizantes de síntesis; este último aspecto reviste gran importancia, debido al auge de su implementación en sistemas de producción limpia y ecológica (14).

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y, por tanto a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo (15).

Los abonos orgánicos tienen altos contenidos de nitrógeno mineral y cantidades significativas de otros elementos nutritivos para las plantas (16). Dependiendo del nivel aplicado, originan un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH (17, 18), también aumentan el potasio disponible (19), y el calcio y el magnesio (20, 21). En cuanto a las propiedades físicas, mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas (22).

Al cuantificar las tasas de mineralización del nitrógeno y carbono de enmiendas orgánicas que diferían en sus relaciones C/N, para entender su influencia sobre el ciclo del N, determinaron que estas fueron generalmente más altas en los

suelos enmendados que en el suelo control (sin enmendante) y que todos los abonos liberaron suficiente N para garantizar una reducción en la aplicación de las dosis de este elemento (23).

En un experimento de campo, conducido durante siete años continuos para evaluar la influencia de la aplicación combinada de fertilizantes y abonos orgánicos en el aumento de la fertilidad del suelo y el consumo de nutrimentos, usando la menta (*Mentha arvensis*) y la mostaza (*Brassica juncea*) en secuencias de cultivo, se concluyó que todos los tratamientos combinados (orgánicos más inorgánicos), mostraron un balance positivo en la disponibilidad de N, P y K en el suelo y que el sistema de cultivo menta-mostaza integrado, suple de nutrimentos a las plantas, lo que juega un papel significativo en la sostenibilidad de la fertilidad del suelo y productividad de los cultivos (24).

Además, se ha demostrado que la combinación de los estiércoles orgánicos con fertilización inorgánica (N, P, K) en el cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum*), mejora la materia seca, contenido del aceite y el rendimiento. Además, se resalta

que el contenido de carbono orgánico y la disponibilidad del nitrógeno fueron más altos en postcosecha en aquellos suelos que recibieron solo residuos orgánicos o la combinación con fertilizantes inorgánicos (25).

Los abonos orgánicos pueden dividirse en dependencia de la fuente de nutrimentos, el grado de procesamiento, y su estado físico (sólido o líquido), según se observa en la Tabla I (26).

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica (27). Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad de descomposición se necesitan condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. El compost tiene su origen en residuos vegetales y animales (28).

El producto obtenido al final de un proceso de compostaje recibe el nombre de compost y posee un importante contenido en materia orgánica y nutrimentos, pudiendo ser aprovechado como abono orgánico o como componente de sustratos en viveros (29).

EL ABONO ORGÁNICO BOCASHI. SU ORIGEN

El Bocashi ha sido utilizado como abono orgánico por los agricultores japoneses desde hace ya muchos años. Bocashi es una palabra japonesa que significa "materia orgánica fermentada". Este abono se deja descomponer en un proceso aeróbico de materiales de origen animal o vegetal. Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrimentos (30).

La composta tipo Bocashi es un abono orgánico que se puede elaborar con materiales locales, por lo que se pueden hacer variaciones de acuerdo a la materia prima disponible en la región (31).

BOCASHI COMO ALTERNATIVA NUTRICIONAL PARA SUELOS Y PLANTAS

La elaboración de los abonos orgánicos fermentados como el Bocashi se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica de

Tabla I. Clasificación de los abonos orgánicos

Fuente de nutrimentos	Grado de procesamiento	Sólido	Líquidos
Materia orgánica	Sin procesar	<i>Residuos vegetales:</i> - Residuos de cosecha - Residuos de poda - Residuos de postcosecha <i>Residuos de animales:</i> - Estiércoles frescos - Residuos de mataderos y otros <i>Coberturas:</i> - abonos verdes y mulch	Efluentes: - Pulpa de café - Desechos de origen animal - Otros residuos líquidos
	Procesados	- Compost - Lombricompost - Bocashi - Ácidos húmicos	- Biofermentos - Té de compost - Ácidos húmicos - Té de estiércol - Extractos de algas

residuos orgánicos por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los propios residuos, en condiciones controladas, que producen un material parcialmente estable de lenta descomposición, capaz de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir al suelo. Algunas ventajas que presenta el proceso de elaboración del abono orgánico fermentado Bocashi son (32):

- No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitándose cualquier inicio de putrefacción.
- Se facilita el manejo del abono, su almacenamiento, transporte y disposición de los materiales para elaborarlo (se puede elaborar en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y las necesidades de cada productor).
- Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- Se autorregulan agentes patógenos en el suelo, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros.
- Se da la posibilidad de utilizar el producto final en los cultivos, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitoreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural.
- Los diferentes materiales que se encuentran disponibles en las diversas zonas de trabajo, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas, haciéndolo más apropiado a

cada actividad agropecuaria y condición rural.

El Bocashi aporta una gran cantidad de microorganismos: hongos, bacterias, actinomicetos, que brindan al suelo mejores condiciones de sanidad (32).

Debido a la gran cantidad de microorganismos que contiene, el Bocashi muestra una intensa actividad biológica, lo cual se aprecia durante su elaboración, mediante el volteo diario (33), cuando se presenta una alta velocidad de fermentación aeróbica. Si bien es cierto que los contenidos totales de macroelementos son bajos en comparación con los fertilizantes minerales, la relación entre los elementos es balanceada y puede ser modificada de acuerdo a las proporciones y los elementos que el agricultor utilice en la elaboración y la calidad del proceso realizado (32).

Al respecto, se señala que las ventajas más importantes de este abono, es que a las dosis que se utilizan, suministran a la planta los microelementos en forma soluble y en un micro ambiente de pH biológicamente favorable para la absorción radicular (pH 6,5 a 7,0). Otra ventaja la representa el hecho de que los microorganismos benéficos presentes en la composta compiten por micro espacios y energía con los microorganismos patógenos que hay en la zona radicular de la planta (31).

La forma ideal para evaluar la calidad de un compostaje es medir su efecto sobre el crecimiento y producción de los cultivos (34). De esta forma, en relación con la producción y el empleo de Bocashi, se ha encontrado un incremento en los rendimientos en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus*), así como mejoras del tamaño de los frutos cosechados (35).

Al respecto, en trabajos realizados en nutrición de habichuelas (*Vicia faba*), se pudo observar que, en correspondencia con los indicadores de crecimiento

y desarrollo de las plantas, el Bocashi incrementó los valores de producción con respecto al compost, dado esto por la influencia del primero en la masa de los frutos por planta, lo que contribuyó al incremento de los rendimientos, reportando mayores ganancias (36).

COMPONENTES UTILIZADOS PARA LA ELABORACIÓN DEL BOCASHI

Los componentes y su constitución son aspectos básicos en la elaboración, ya que de ellos dependerá la velocidad de descomposición o tasa de mineralización gobernada por la actividad microbiológica y la posterior disponibilidad de nutrimentos. Los principales componentes de los sustratos orgánicos son celulosas, hemicelulosas, ligninas, azúcares y compuestos nitrogenados (37, 38, 39) los cuales tienen diferentes velocidades de descomposición, dependiendo de su constitución estructural y la facilidad ante el ataque de los microorganismos.

No existe una receta exclusiva o fórmula única para la elaboración del Bocashi, la composición de este abono se ajustará a las condiciones y materiales existentes en las comunidades, pudiéndose utilizar los siguientes (32):

1. *Suelo*: este es el ingrediente que nunca debe faltar en la formulación de este abono orgánico, provee los microorganismos necesarios para la transformación de los desechos.
2. *Gallinaza y estiércol de ganado*: son las fuentes principales de nutrimentos como el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y micro nutrimentos.
3. *Ceniza*: proveen altas cantidades de potasio, esta puede ser obtenida de los fogones o estufas caseras que funcionan con leña.

4. *Cal*: se emplea como enmienda para neutralizar la acidez de los estiércoles y materiales verdes que se usan y constituye una fuente de calcio y magnesio.
5. *Melaza*: sirve como fuente de energía para los microorganismos que descomponen los materiales orgánicos. Además provee cierta cantidad de boro, calcio y otros nutrimentos.
6. *Residuos vegetales*: constituyen una fuente rica de nutrimentos para los microorganismos.
7. *Suero o ácido láctico*: es un derivado de la leche, es un fuerte esterilizante y supresor de microorganismos nocivos. Además posee propiedades hormonales y fungistáticas, es buen descomponedor de materia orgánica.
8. *Levaduras*: producen sustancias bioactivas, tales como hormonas y enzimas que promueven la división celular y el crecimiento radicular
9. *Carbón triturado o en polvo*: contribuye a mejorar las características físicas del abono orgánico como la aireación, absorción de calor y humedad. Actúa como una esponja reteniendo, filtrando y liberando poco a poco los nutrimentos.
10. *Agua*: favorece en la creación de condiciones óptimas para el desarrollo de la actividad y reproducción de los microorganismos durante la fermentación. El exceso de humedad, al igual que la falta de esta, afecta la obtención de un abono de buena calidad.

Existen otras materias primas que podrían ser utilizadas en la elaboración de este abono orgánico porque, además de presentar alto contenido de nitrógeno, contienen buena cantidad de azúcares, agua, fuentes de carbono y un tamaño de partículas adecuado. Dentro de estas se encuentra la pulpa de café, la cachaza y subproductos del proceso de fabricación del azúcar, los residuos generados por banano de rechazo y raquis, que tienen alto contenido de potasio (40).

CONTENIDO NUTRICIONAL DEL BOCASHI

Comentar o intentar sacar conclusiones generales del análisis químico de un abono orgánico, para compararlo con formulaciones comerciales, no es lo más correcto dentro del enfoque de la práctica de la agricultura orgánica, los mismos son dos cosas diferentes, principalmente cuando se considera la importancia de los materiales orgánicos con que son elaborados y sus efectos benéficos para el desarrollo de la microbiología y la recuperación de la estructura de los suelos (32).

La composición química del Bocashi varía según los materiales utilizados en su elaboración. En la Tabla II se puede apreciar el contenido de nutrimentos de diferentes Bocashis elaborados en cinco lugares distintos.

Los abonos orgánicos pueden ser una opción viable al uso de fertilizantes minerales para proveer los nutrimentos requeridos por un cultivo. Sin embargo, esta capacidad o potencial de un abono

debe ser conocida para evitar deficiencias o excesos de los elementos que lo constituyen, resultantes de la adición del abono al suelo; además, son muy útiles y económicos cuando se pueden fabricar con residuos agrícolas locales, sin tener que transportarlos a grandes distancias (2).

CALIDAD MICROBIOLÓGICA DEL BOCASHI

Los análisis microbiológicos que se le realizan al Bocashi incluyen la estimación de microorganismos (hongos, actinomicetos y bacterias totales) mediante aislamientos microbiológicos y conteos de las unidades formadoras de colonias (UFC) (41).

El compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, por lo tanto, los factores que afecten la actividad microbiana tendrán incidencia directa sobre la transformación y calidad del compost. Los microorganismos, para reproducirse y crecer, deben degradar los residuos para transformar energía y sintetizar nuevo material celular. La obtención de energía puede ser por medio de la respiración y la fermentación. Los microorganismos presentes en el compostaje producen una serie de enzimas extracelulares como proteasas, amilasa, lipasa y otras que digieren los materiales insolubles, transformándolos en solubles y ser utilizados finalmente por estos como nutrimentos en su crecimiento (42).

Tabla II. Contenido de nutrimentos en diferentes tipos de Bocashi

Referencia	N	P	K (%)	Ca	Mg	Fe	Cu	Mn (mg kg ⁻¹)	Zn	B
2	1,60	0,40	2,20	1,00	0,70	15175	32	500	108	ND
32	1,18	0,70	0,50	2,05	0,21	2304	19	506	61	18
41	2,18	0,83	0,60	2,41	0,56	3,57 *	71	963	117	ND
42	2,00	0,19	5,30	0,54	0,15	643	5,70	747	16,8	ND

* Valor expresado en porcentaje. ND: no determinado

Se ha establecido que las bacterias y hongos se encargan de la fase mesófila, especialmente bacterias del género *Bacillus* sp, aunque existen también algunos *Bacillus* termófilos. El 10 % de la descomposición es realizada por bacterias y del 15-30 % es realizada por actinomicetos. Después de que los materiales lábiles han desaparecido, los microorganismos predominantes son los actinomicetos, hongos y levaduras (26, 41).

Los procesos de descomposición de los residuos están mediados por la actividad de los microorganismos (43). La importancia de la composición e interacción de las poblaciones microbianas en el suelo es indiscutible. En gran medida, la fertilidad está controlada por las actividades biogeoquímicas de la microbiota que actúa como abastecedor potencial de nutrientes para las plantas (44).

Los valores de colonias de bacterias y actinomicetos resultan ser mayores que los de hongos, posiblemente porque son microorganismos participantes de la nitrificación y amonificación necesarias para la biota del suelo, además la velocidad de reproducción de los hongos es mucho menor a la de las bacterias y actinomicetos (45).

Con respecto a la abundancia de los actinomicetos en relación con los hongos, dan un indicio de la madurez del abono obtenido, ya que los materiales con bajas cantidades de este tipo de microorganismos son frescos o no están compostados totalmente (46). Cabe destacar, que algunos autores señalan la capacidad supresora de los actinomicetos contra algunos de los organismos patógenos de los cultivos más comunes (47, 48, 49, 50), por lo que la aplicación de estos favorecería el control de enfermedades de los cultivos.

CONSIDERACIONES GENERALES

Dada la necesidad de aumentar los rendimientos de los cultivos agrícolas para la alimentación humana, así como la disminución del uso de agroquímicos potencialmente perjudiciales para la salud y el ambiente a largo plazo; las investigaciones se han orientado hacia el desarrollo de nuevas tecnologías más amigables, siendo los residuos producidos por diversas actividades, ya sean agrícolas, forestales, industriales o domésticas, una alternativa en la producción de abonos orgánicos para sanear los efectos negativos derivados del uso excesivo de fertilizantes sintéticos.

En relación con esto, los abonos orgánicos deben de cumplir parámetros que garanticen mejorar la calidad del suelo, el suministro de nutrientes, facilitar la penetración del agua, incrementar la retención de humedad, y mejorar la actividad biológica del suelo.

REFERENCIAS

- Villalba, D. K.; Holguín, V. A.; Acuña, J. A. y Varón R. P. Calidad bromatológica y organoléptica de ensilajes de residuos orgánicos del sistema de producción café-musáceas. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 2011, vol. 4, no. 1, pp. 48-49. ISSN 2027-4297.
- Cerrato, M. E.; Leblanc, H. A. y Kameko, C. Potencial de mineralización de nitrógeno de Bokashi, compost y lombricompost producidos en la Universidad Earth. *Tierra Tropical*, 2007, vol. 3, no. 2, pp. 183-197. ISSN 1659-2751.
- Rodríguez, L. M. Influencia del cambio climático global sobre la producción agropecuaria Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 2002, vol. 2, pp. 1-10. ISSN 1853-8665.
- Lamsfus, C.; Lasa, B.; Aparicio, T. P. M. e Irigoyen, I. Implicaciones ecofisiológicas y agronómicas de la nutrición nitrogenada: La ecofisiología vegetal: una ciencia de síntesis. 1ª ed. España: Paraninfo: 2003. pp. 361-386. ISBN 84-9732-267-3.
- Soto, M. Renovación de plantaciones bananeras, un negocio sostenible, mediante el uso de umbrales de productividad, fijados por agricultura de precisión. Joinville-Santa Catarina: En: 17ª Reunión internacional de la asociación para la cooperación en las investigaciones sobre banano en el Caribe y en la América Tropical. 2006. pp. 178-189.
- López, M. J. D. A.; Díaz, E. E.; Martínez, R. y Valdez, R. D. C. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento de maíz. *Terra*, 2001. vol. 19, pp. 293-299. ISSN 0187-5779.
- Butler, D. M.; Ranells, N. M.; Franklin, D. H.; Poore, M. H. y Green, J. T. Ground cover impacts on nitrogen export from matured riparian pasture. *Journal of Environmental Quality*, 2007, vol. 36, pp. 155-162. ISSN 1537-2537.
- Víctor, R. B. y Naidu, N. Respuesta del lulo de la Selva (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. *Acta Agronómica*, 2010, vol. 59, no. 2, pp. 156-157. ISSN 2323-0118.
- Martínez, F. X. F. Gestión y tratamiento de residuos agrícolas. *Revista equipamiento y servicios municipales*, 2006, no. 125 (mayo-junio), pp. 38-48. ISSN 1131-6381.
- Riveros, A. S. Estandarización de enmiendas orgánicas para banano en América Latina y el Caribe. XVII Reunión Internacional da Associação para a Cooperação nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical. 15 a 20 de outubro de 2006. Joinville, Santa Catarina, Brasil. 2006. pp. 234-240.
- Soto, M. Bananos: técnicas de producción, manejo poscosecha y comercialización. [CDROM]. 4a ed. San José (CR): Litografía e Imprenta LIL. 2008. ISBN 9977- 47-154-1.

12. Delgado, R. y Salas, A. M. Consideraciones para el desarrollo de un sistema integral de evaluación y manejo de la fertilidad del suelo y aplicación de fertilizantes para una agricultura sustentable en Venezuela. *Agronomía Tropical*, 2006, vol. 56, pp. 289-323. ISSN 0002-192X.
13. Espinoza, J. y Mite, F. Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. *Revista Informaciones Agronómicas*, 2002, vol. 48, pp. 4-9.
14. Medina, L. A.; Monsalve, Ó. I. y Forero, A. F. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hortícolas. *Ciencias Hortícolas*, 2010, vol. 4, no. 1, pp. 109-125. ISSN 2011-2173.
15. Libreros, S. S. La caña de azúcar fuente de energía: compostaje de residuos industriales en Colombia. *Técnicaña*, 2012, vol. 28, pp. 13-14. ISSN 0123-0409.
16. Cegarra, J. A.; Roig, A. F.; Navarro, M. P.; Bernal, M.; Abad, M.; Climent, D. y Aragón, P. Características, compostaje y uso agrícola de residuos sólidos urbanos. En: *Memorias Jornadas de Recogidas Selectivas en Origen y Reciclaje*. Córdoba, España: Ed Mundi - Prensa 1993. pp. 46-55.
17. Ouédraogo, E.; Mando, A. y Zombré, N. P. Use of compost to improve soil properties and crop productivity under low input agricultural system in West Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2001, vol. 84, no. 3, pp. 259-266. ISSN 0167-8809.
18. Courtney, R. G. y Mullen, G. J. Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresource Technology*, 2008, vol. 99, pp. 2913-2918. ISSN 1873-2976.
19. Erhart, E. y Hartl, W. Mulching with compost improves growth of blue spruce in Christmas tree plantations. *European Journal of Soil Biology*, 2003, vol. 39, no. 3, pp. 149-156. ISSN 1164-5563.
20. Jakobsen, S. T. Leaching of nutrients from pots with and without applied compost. *Resour. Conserv. Recyc.*, 1996, vol. 18, pp. 1-11. ISSN 0921-3449.
21. Miyasaka, S. C.; Hollyer, J. R. y Kodani, L. S. Mulch and compost effects on yield and corm rots of taro. *Field Crops Res.*, 2001, vol. 71, pp. 101-112. ISSN 0378-4290.
22. Andrea, B. Manejo ecológico del suelo. Dominicana. Editorial RAP-AL. 2004, no. 1, 27 pp.
23. Flavel, T. C. y Murphy, D. V. Carbon and nitrogen mineralization rates after application of organic amendments to soil. *Journal of Environmental Quality*, 2006, vol. 35, no. 1, p. 183-194. ISSN 1537-2537.
24. Chand, S.; Anwar, M. y Patra, D. Influence of long-term application of organic and inorganic fertilizer to build up soil fertility and nutrient uptake in mint-mustard cropping sequence. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2006, vol. 37, pp. 63-76. ISSN 1532-2416.
25. Anwar, M.; Patra, D.; Chand, S.; Kumar Alpesh, A. y Naqvi, K. Effect of organic manures and inorganic fertilizer on growth, herb and oil yield, nutrient accumulation, and oil quality of French basil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 2005, vol. 36, pp. 1737-1746.
26. Soto, G. Abonos orgánicos: Definiciones y procesos. En: *Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura*. San José, Costa Rica. CIA. 2003. pp. 21-51.
27. Alfonso, J. A. Elaboración de abono orgánico a partir de cascarilla de piñón (*Jatropha cuecas*). Honduras: FHIA. 2010. 25 pp.
28. Paneque, V. M. y Calaña, J. M. Abonos orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. San José de las Lajas: Ediciones INCA. 2004. 39 pp.
29. Peña, E.; Carrión, M.; Martínez, F.; Rodríguez, R. y Companioni, N. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura urbana. La Habana, Cuba. INIFAT. 2002. 65 pp.
30. Shintani, M.; Leblac, H. y Tabora, P. Tecnología tradicional adaptada para una agricultura sostenible y un manejo de desechos modernos. 1ª ed. Guácimo (CR): Universidad EARTH. Guía para uso práctico 2000. 25 pp.
31. De Luna, V. A. y Vázquez, A. E. Elaboración de Abonos Orgánicos. México: Universidad de Guadalajara 2009. pp. 4-12.
32. Restrepo, J. A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra: Abonos orgánicos fermentados. 1ª ed. Colombia: Feriva S.A. 2010. 86 pp. ISBN 978-958-44-126-1.
33. Ángel, R. S. Un enfoque de manejo integrado para el sostenimiento de la fertilidad de los suelos y la nutrición de los cultivos. Honduras: Jesús Aguilar Paz. 2004. 35 pp.
34. Bissala, Y. Y. y Payne, W. Effect of the pit floor material on compost quality in Semiarid West Africa. *Soil Science Society of America*, 2006, vol. 70, pp. 1140-1444. ISSN 1435-0661.
35. Quevedo, J. L. y Rodríguez, M. Producción y empleo de abonos orgánicos fermentados: Algunas experiencias en el cultivo del pepino en huertos de pequeños agricultores. ANAP. 2002. 14 pp.
36. Rodríguez, M.; Soto, R. O.; Parets, E. S. y Alemán, R. P. Bocashi, una alternativa para la nutrición de la habichuela (*Vigna unguiculata* L. Walp subsp *sesquipedalis* L.), variedad cantón 1 en huertos populares. *Agroecología*, 2005, vol. 32, no. 1, pp. 75-76. ISSN 1989-4686.
37. Alexander, M. Introduction to soil microbiology. Inc. New York: Ed. John Wiley/Sons. 1977. 72 pp.
38. Lynch, J. Substrate availability in the production of compost. En: Hoitink, H; Keener, H. (eds) Science and engineering of composting. Design, environmental, microbiological and utilization aspects. Worthington, Ohio : Renaissance Publications. 1993. pp. 24-35.
39. Paul, E. A. y Clark, F. E. Soil microbiology and biochemistry. *Academic Press*, 1996, no. 2, 340 pp. ISBN 0125468067.
40. Soto, G. Abonos orgánicos: Producción y uso de compost. Taller fertilidad del suelo y manejo de la nutrición de cultivos, Ciudad de Costa Rica : Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. 2001. pp. 47-66.

41. Uribe, L. L. Calidad microbiológica e inocuidad de abonos orgánicos. En: Ed. Meléndez, G. Abonos orgánicos: principios, aplicaciones e impacto en la agricultura, San José, Costa Rica : CIA-UCR. 2003. pp. 165-184.
42. Jorge, R. H. y Olivia, R. P. El compostaje y su utilización en agricultura. Dirigido a pequeños(as) productores(as) pertenecientes a la Agricultura Familiar Campesina. 1da ed. Chile: Salviat Impresores. 2007. 35 pp. ISBN 978-956-7874-70-5.
43. Boulter, J. I.; Boland, G. J. y Trevors, J. T. Compost: a study of the development process and end-product potential for suppression of turfgrass disease. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2000, vol. 16, pp. ISSN 1573-0972.
44. Sivila de Cary, R. y Angulo, W. Efecto del descanso agrícola sobre la microbiota del suelo (Patarani-Altiplano Central boliviano). *Ecología en Bolivia*, 2006, vol. 41, no. 3, pp. 103-115. ISSN 2075-5023.
45. Atlas, R. y Bartha, R. Ecología microbiana y microbiología ambiental. Madrid: Addison Wesley. 2002. 677 pp.
46. Pérez, A.; Céspedes, C. y Núñez, P. Caracterización física-química y biológica de enmiendas orgánicas aplicadas en la producción de cultivos en República Dominicana. *J. Soil Sc. Plant Nutr.*, 2008, vol. 8, no. 4, pp. 10-29. ISSN 0718-9516.
47. Hervas, A.; Landa, B. y Jiménez, D. R. Influence of chickpea genotype and *Bacillus* spp. on protection from *Fusarium* wilt by seed treatment with nonpathogenic *Fusarium oxysporum*. *European Journal of Plant Pathology*, 1997, vol. 103, no. 6, pp. 31-42. ISSN 1573-8469.
48. Hervas, A.; Landa, B.; Datnoff, L. y Jiménez, D. R. Effects of commercial and indigenous microorganisms on *Fusarium* wilt development in chickpea. *Biol. Control*, 1998, vol. 13, no. 1, pp. 66-76. ISSN 1090-2112.
49. Lugtenberg, B. y Dekkers, L. What makes *Pseudomonas* bacteria rhizosphere competent?. *Environ. Microbiol.*, 1991, vol.1, pp. 9-13. ISSN 1462-2920.
50. Gopalakrishnan, S.; Pande, S.; Sharma, M.; Humayun, P.; Keerthi, K. B.; Sandeep, D.; Sree, V. M.; Deepthi, K. y Rupela, O. Evaluation of *Actinomyces* isolated from herbal vermicompost for biological control of *Fusarium* wilt of chickpea. *Phytopathol. Mediterr.*, 2010, vol.51, pp. 180-191. ISSN 1593-2095.