

# Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales

Laura Álvarez-Palomino\*, MVZ, Esp.<sup>1</sup>, Javier Enrique Vargas-Bayona, MVZ, MSc.<sup>2,3</sup>, Leidy K. García-Díaz, Mg.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.

<sup>2</sup>Universidad Santo Tomás, Floridablanca.

<sup>3</sup>Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga.

---

**Recibido:** 3 de noviembre de 2018

**Aprobado:** 10 de diciembre de 2018

---

**\*Autor de correspondencia:** Laura Álvarez Palomino. Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, Colombia, correo electrónico: mvzlauraalvarez@gmail.com

---

**Cómo citar este artículo:** Álvarez-Palomino L, Vargas-Bayona JE, García-Díaz LK. Abono orgánico: aprovechamiento de los residuos orgánicos agroindustriales. *Spei Domus*. 2018;14(28-29):1-10. doi: <https://doi.org/10.16925/2382-4247.2018.01.04>

---

**Resumen.** *Tema y alcance:* las actividades agropecuarias a nivel mundial, generan gran cantidad de residuos orgánicos que en general no reciben un adecuado proceso y tratamiento de disposición final, y ocasionan contaminación y degradación del medio ambiente. Una alternativa en crecimiento es su transformación para obtener nuevos productos, como los abonos orgánicos. *Características:* se realizó una revisión sistemática de literatura, en 150 publicaciones entre libros, artículos científicos y bases de datos Scielo, Scopus y ScienceDirect, comprendidos entre 2000 y 2017. Fueron seleccionadas 55 referencias para el análisis teniendo como criterio su utilidad y relevancia en términos del aprovechamiento, transformación y uso de residuos orgánicos, utilizables como abono orgánico. Se consideró la solidez interna y externa de los artículos incluidos. *Hallazgos:* se encontró, principalmente, que los procesos de fermentación como el compostaje y el bocashi resultan alternativas sustentables y sostenibles para la elaboración de abono orgánico, a partir de residuos agroindustriales de origen animal y vegetal. Su impacto mayor ocurre sobre el componente suelo, que recibe macro y micronutrientes y mejoran sus propiedades físicas, químicas, biológicas; con el consecuente mejoramiento del suelo y en la productividad y salud de los cultivos. *Conclusiones:* se encontró que el compostaje y la elaboración de bocashi son los métodos más frecuentemente utilizados para la obtención de abonos orgánicos, con impacto sobre la agricultura, principalmente por su acción en términos de la incorporación de materia orgánica a los suelos, la corrección de carencias nutricionales, y la potencialización de sus cualidades para los cultivos.

**Palabras clave:** biotransformación, bocashi, compostaje, materia orgánica.



## Organic fertilizer: agro-industrial organic residue usage

**Abstract.** *Theme and scope:* agricultural activities worldwide produce a great amount of organic residue that doesn't receive an adequate process and treatment for final disposal and cause contamination and degradation of the environment. An increasing strategy consist of its transformation in order to obtain new products, like organic fertilizers. *Characteristics:* a systematic review of the literature was carried out, including 150 publications between books, scientific articles and Scielo, Scopus, and ScienceDirect databases from 2000 to 2017. Fifty-five references were selected for analysis considering their usefulness and relevance in terms of usage and transformation of organic residue, re-usable as organic fertilizer. Internal and external validity of the articles included were considered. *Findings:* it was found that fermentation processes like composting and bokashi result in sustainable alternatives for the elaboration of organic fertilizer from animal and vegetal agro-industrial residues. Its biggest impact relies on soil component, that receives macro and micro nutrients improving its physical, chemical and biological properties, along with the resulting soil, productivity and crop health improvement. *Conclusions:* it was found that composting and bokashi elaboration are the most frequent methods used for the production of organic fertilizers, with impact over agriculture, mainly because its actions in terms of the incorporation of organic matter to soils, the correction of nutritional needs, and the enhancement of its qualities for cultivation.

**Keywords:** bio-transformation, bokashi, composting, organic matter.

## Adubo orgânico: aproveitamento dos resíduos orgânicos agroindustriais

**Resumo.** *Tema e alcance:* as atividades agropecuárias em todo o mundo geram grande quantidade de resíduos orgânicos que, em geral, não recebem adequado processo e tratamento de disposição final, poluindo e degradando o meio ambiente. A transformação deles para obter novos produtos, como os adubos orgânicos, é uma alternativa em ascensão. *Características:* foi realizada revisão sistemática da literatura, a qual abrangeu 150 publicações entre livros, artigos científicos, bases de dados Scielo, Scopus e ScienceDirect, de 2000 a 2017. Foram selecionadas 55 referências para a análise tendo como critério sua utilidade e relevância em termos do aproveitamento, transformação e uso dos resíduos orgânicos utilizados como adubo orgânico. Foi considerada a solidez interna e externa dos artigos escolhidos. *Achados:* foi verificado, principalmente, que os processos de fermentação como a compostagem e o bokashi são alternativas duradouras e sustentáveis para a elaboração de adubo orgânico a partir de resíduos agroindustriais de origem animal e vegetal. Seu maior impacto ocorre sobre o componente solo, que recebe macro e micronutrientes e melhoram suas propriedades físicas, químicas, biológicas, com o consequente melhoramento do solo e da produtividade e saúde dos cultivos. *Conclusões:* a compostagem e a elaboração de bokashi são os métodos utilizados com mais frequência para obter adubo orgânico, com impacto sobre a agricultura, principalmente por sua ação em termos da incorporação de matéria orgânica no solo, da correção de carências nutricionais e da potencialização de suas qualidades para os cultivos.

**Palavras-chave:** biotransformação, bokashi, compostagem, matéria orgânica.

## Introducción

Desde la evolución de la economía de la humanidad de la caza a la agricultura, los agricultores en el mundo han dado gran importancia al estudio de diversos procedimientos para una agricultura sustentable, pero no fue sino hasta finales del último siglo que desde la investigación se fortaleció la búsqueda de alternativas de fertilización para mejorar los suelos, producir en condiciones controladas [1], garantizar rentabilidad en las cosechas y aportar a la salud de los consumidores [2].

El uso de compuestos y fertilizantes sintéticos en la agricultura ha repercutido en el deterioro del suelo y su desequilibrio ecológico por la disminución de la fracción orgánica ante el intenso uso agrícola, que contamina la tierra, los alimentos y los agricultores, esto afecta la calidad de los productos y la salud de quienes los cosechan y consumen [3].

La agricultura actual busca alternativas para mejorar las condiciones del suelo, en las que sobresale el abordaje orgánico en algunos sectores productivos y de interés [4]. Esta estrategia se orienta a mejorar las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo para regenerar su estructura y promover un rendimiento más eficiente de sus cultivos. Esta labor parte del aprovechamiento y reciclaje de residuos orgánicos [5] y aplicación de métodos de transformación como el compostaje, en busca de su adecuada descomposición. A su vez, se espera impactar el componente de costos y mejor condición del recurso suelo, gracias al aumento en la concentración de materia orgánica y nutrientes [6]; la restauración en la deficiencia de minerales en el suelo (relación C/N) mejora su capacidad productiva, lo cual contribuye a la vez con el desarrollo económico y social de los productores.

Estos avances son propios de la agroecología, y surgen como una alternativa para el aprovechamiento de insumos internos, tales como estiércol de animales, residuos de poscosecha, rocas, harinas y elementos disponibles en la naturaleza [7], este modelo agrícola difiere del patrón tradicional no orgánico, donde se utilizan fertilizantes sintéticos, pesticidas y reguladores del crecimiento [8] para la adecuación de terrenos, siembra y manejo de cultivos.

El aprovechamiento de estos residuos como reciclaje racional de nutrientes, mediante su transformación en abonos orgánicos (compostaje y bocashi), ayuda al crecimiento de las plantas y

contribuye a corregir y potencializar las propiedades físicas, químicas y orgánicas del suelo [9], lo que permite, a su vez, la simbiosis de las plantas con algunos microorganismos benéficos propios de la tierra que le facilitan la toma de nutrientes de baja disponibilidad o poca movilidad, evitan la acción de microorganismos patógenos en la raíz y aumentan la tolerancia de la planta a condiciones de estrés abiótico en el suelo (10), además se obtienen mejores cosechas y se preserva el suelo.

## Materiales con potencialidad - residuos orgánicos

Por lo general, se denomina desecho o basura a los remanentes de actividades domésticas, empresariales o industriales. En la actualidad el término basura se modifica y bajo el nombre de residuos, incluye el material que puede ser utilizado nuevamente para generar subproductos de aprovechamiento [11]. Clasificados de acuerdo con su naturaleza, pueden ser sólidos, líquidos o gaseosos y, a su vez, orgánicos (todos aquellos que tiene su origen en los seres vivos, animales o vegetales) e inorgánicos (incluye todos aquellos residuos de origen mineral y sustancias o compuestos sintetizados por el hombre) [12]. Esta clasificación simplificada abarca la diversidad y heterogeneidad en la composición química de los materiales y sus interrelaciones con las actividades generadoras [13].

La cantidad mundial anual de residuos sólidos orgánicos en las actividades agropecuarias y agroindustriales oscila alrededor de 76 millones de toneladas [14], las cuales no reciben un manejo adecuado de disposición final, y generan contaminación y estragos ambientales [15]. Por ello, se hace necesario incorporar procesos de reciclaje y transformación para mitigar la contaminación, a la vez que se aprovechan en las mismas actividades agrícolas que las originan.

Cabe resaltar que la mayor cantidad de residuos orgánicos en las actividades agropecuarias corresponde a 5,5 a 11 toneladas por hectárea en los desechos poscosecha del maíz [16] y al estiércol de los animales, principalmente de dos especies, ganado vacuno (promedio de 9,25 kg/día/animal) y porcino (promedio 1,5 kg/día/animal) [17], esta materia es depositada directamente sobre las tierras de cultivo para mejorar sus condiciones. Sin embargo, la degradación de estos materiales es lenta

(hasta un año para disponer nutrientes de manera asimilable) [18]. Por eso se hace necesaria la implementación de sistemas de descomposición y aprovechamiento, en especial como abono orgánico.

## Abono orgánico

Es materia orgánica que proviene de animales y vegetales, sola o mezclada, que se somete a procesos de descomposición [19] o fermentación según sea el tipo de abono que se quiera preparar. Con la finalidad de disminuir el uso de fertilizantes químicos [20] y aumentar la fertilidad del suelo y la producción de cultivos, incrementar la biodiversidad del suelo para que los ecosistemas sean más resistentes al estrés [21].

Los abonos orgánicos son enmiendas que se incorporan al suelo para mejorar sus propiedades físicas, químicas, biológicas y, con ello, su fertilidad; utilizados según las propiedades del suelo [22], con el fin de mejorar su capacidad productiva y hacer un uso eficiente del mismo [23], ya que los cambios positivos o negativos en los parámetros de fertilidad del suelo están significativamente relacionados con los factores biológicos en su ecosistema. El abono orgánico se encuentra más frecuentemente como compostaje o bocashi [24], que no solo se utiliza como fertilizante, sino como sustratos de crecimiento, ya que permite la nutrición a través de los macroelementos (nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre) y microelementos, (hierro, zinc, manganeso, boro, cobre, molibdeno y cloro), estos mejoran la calidad del suelo e inmovilizan los elementos tóxicos como el aluminio y promueven la actividad de los microorganismos [25], con el consecuente impacto positivo en el desarrollo sostenible de las producciones.

La mayoría de abonos orgánicos están fabricados a base de estiércol de animales, debido a su alto potencial nutricional, ya que permite aumentar el rendimiento de productos de cosecha y controlar las enfermedades de las plantas [26], además, la adecuada disposición de estiércol posibilita reducir la emisión de gases de efecto invernadero [27], que representan entre un 20 % y 35 % del total de las emisiones mundiales [28], junto a esto, el uso de abonos orgánicos propicia la implementación de sistemas de producción limpia y ecológica que se van a ver reflejados en el desarrollo agrícola mundial de manera sostenible y sustentable [29].

## Características de la materia prima para la elaboración de abono orgánico

La elaboración de los abonos orgánicos se puede hacer con una variedad de materias primas, incluyendo residuos agrícolas, forestales, alimentarios o industriales, biosólidos (lodos de depuradora tratados), guarniciones de hojas y jardines, estiércol, árbol de madera o residuos sólidos separados o mezclados en fuente [30]. La calidad de un abono orgánico se aprecia según su composición y de la capacidad para incorporar nutrientes al suelo.

Los abonos orgánicos tienen tres características importantes en términos de su capacidad para mejorar el suelo.

### Características físicas

El contenido de humedad óptimo del abono debe oscilar entre el 30 % y 35 %, si se encuentran valores por debajo pueden afectar la actividad microbiológica y, por ende, la tasa de mineralización, si, por el contrario, la tasa de humedad es más alta, genera pérdida de nitrógeno por desnitrificación [31]. El tamaño de las partículas debe ser de fácil aplicación para una distribución homogénea (entre 5 y 20 cm), debe estar libre de materiales extraños y con una adecuada microbiología del suelo y un efecto en la nutrición, ya que la presencia de amoníaco y ácidos orgánicos volátiles contribuyen al efecto invernadero y pueden afectar la salud humana [32].

### Características biológicas

Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y de los microorganismos aerobios, esto mejora su multiplicación. Los microorganismos influyen en muchas propiedades del suelo y también ejercen efectos directos en el crecimiento de las plantas [33].

### Características químicas

Estas se basan principalmente en la relación carbono-nitrógeno [34], la cual debe ser equilibrada, ya que cuando hay mayor cantidad de carbono, el proceso tiende a enfriarse y ser torna más lento, y cuando hay un exceso de nitrógeno el proceso tiende a calentarse y libera mayor cantidad de

amoníaco, con el consecuente incremento de olores ofensivos.

Otra característica especial es el pH, este depende de la materia prima y de la fase del proceso de compostaje, pero debe oscilar entre 5,8 a 7,2 [35] para evitar que alcalinice o acidifique el proceso y termine por deteriorar el abono.

Por último, hay que tener en cuenta la composición de las materias para conocer sus niveles de aporte de elementos mayores y menores al suelo; entre otros N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Cu, B, Se y Zn [36].

Algunos de los componentes que reúnen estas características y son base para la elaboración de los abonos orgánicos por su función se muestran en la tabla 1 [37].

## Características de los abonos

### Normatividad

Algunas experiencias indeseables por parte de los agricultores que aplican residuos orgánicos frescos en sus cultivos, tanto por aspectos sanitarios (propagación de enfermedades transmisibles a humanos y animales domésticos, como el tétano) cómo fitosanitarios (plagas, enfermedades, arvenses, entre otros), lo mismo que su impacto ambiental, han llevado a la aparición de normativas que regulan el uso de estos materiales cuando se aplican sin tratamiento previo [38]. La norma técnica colombiana sobre parámetros de inocuidad (NTC) 5167 de 2011 indica los requisitos y las características específicas que deben poseer los productos de origen orgánico utilizados como abonos o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo [39], así mismo la Resolución 375 de 2004 dicta las disposiciones sobre registro y control de los bioinsumos y extractos vegetales de uso agrícola en Colombia, con el propósito de que estos resulten benéficos para los agricultores y exentos de riesgos para los consumidores, en términos de su inocuidad.

### Requisitos generales para abonos en Colombia

Los productos deben presentarse en forma sólida como granulados, polvos o agregados, o líquida como concentrados solubles, suspensiones o dispersiones [39]. Todo producto cuyo origen sea materia

**Tabla 1.** Ingredientes\* y función de los componentes más utilizados en la elaboración de abonos orgánicos

Ingrediente	Función
Microorganismos sólidos	Son una fuente de inoculación microbiológica al inicio del proceso de fermentación y facilitan que los materiales se transformen gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponible para la tierra, las plantas y la propia rehabilitación de la actividad biológica (ejemplo: los microorganismos de montaña en sustratos de arroz).
Microorganismos líquidos	Aportan microorganismos benéficos como las levaduras y algunos nutrientes, ayudan a minimizar los malos olores y aportan humedad a la mezcla (ejemplo: los microorganismos eficientes).
Estiércol	Dependiendo de la especie y su producción, aporta nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, magnesio, zinc, cobre y boro. Mejora las condiciones físicas y químicas del suelo.
Carbón vegetal	Mejora las características físicas del suelo, como su estructura, facilita la distribución de las raíces, la aireación y la absorción de humedad y calor (energía).
Cal agrícola	Regula la acidez que se presenta durante todo el proceso de fermentación y proporciona condiciones ideales para el buen desarrollo de la actividad.
Tierra común	Tiene la función de darle una mayor homogeneidad física al abono y distribuir su humedad; con su volumen, aumenta el medio propicio para el desarrollo de la actividad microbiológica de los abonos y, consecuentemente, lograr una buena fermentación.
Cascarilla de arroz, café o limadura de madera. Depende de la fuente.	Mejora las características físicas de la tierra y de los abonos orgánicos, facilita la aireación, la absorción de humedad y el filtrado de nutrientes. Es fuente rica en silicio, lo que favorece a los vegetales, pues los hace más resistentes a los ataques de insectos y enfermedades.
Melaza	Es la principal fuente energética para la fermentación de los abonos orgánicos. Favorece la multiplicación de la actividad microbiológica; es rica en potasio, calcio, fósforo y magnesio; y contiene micronutrientes, principalmente boro, zinc, manganeso y hierro.
Agua	Tiene la finalidad de homogeneizar la humedad de todos los ingredientes que componen el abono.

\* Estos ingredientes pueden usarse todos o solo algunos de ellos, dependiendo de los bromatológicos de las materias y la finalidad de uso.

Fuente: [37].

orgánica fresca debe ser sometido a procesos de transformación que aseguren su estabilización agronómica, tales como: compostaje o fermentación. Deberá declararse el origen (clase y procedencia) de las materias primas y los procesos de transformación empleados [39].

## Requisitos específicos

Los productos orgánicos empleados como abonos o fertilizantes y enmiendas (acondicionadores del suelo) deben cumplir con los requisitos establecidos en la tabla 2 [39], correspondientes a la Norma Técnica Colombiana 5167 para productos orgánicos.

Niveles máximos de patógenos: los fertilizantes y acondicionadores orgánicos debe estar libres de riesgos sanitarios y deben cumplir algunos estándares, como los siguientes:

- (1) *Salmonella* sp.: ausentes en 25 gramos de producto final.
- (2) Enterobacterias totales: menos de 1000 UFC/g de producto final.

Además, si alguna de las materias primas es de origen vegetal, deberá estar libre de fitopatógenos de los géneros: *Fusarium* spp., *Botrytis* sp., *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp. y de nemátodos fitopatógenos. De igual manera, se deben garantizar la sanidad del material, en relación con fitopatógenos específicos que pudieran estar presentes por el origen de las materias primas; por ejemplo: los subproductos de rechazo de la industria bananera deben estar libres de *Pseudomonas solanacearum* cepa II y *Micosphaerella fijiensis* [39]. Si el producto presenta contenidos de microorganismos benéficos debe declararse el recuento de microorganismos mesófilos aerobios, mohos y levaduras [39].

## Métodos de descomposición de la materia orgánica

### Compostaje

El compostaje es el proceso biológico aerobio de descomposición de material orgánico, que mediante condiciones controladas y procesos de

**Tabla 2.** Requisitos específicos de calidad para productos utilizados como fertilizantes o abonos orgánicos en Colombia

Fertilizantes o abonos orgánicos			
Clasificación del producto	Indicaciones relacionadas con la obtención y los componentes principales	Parámetros para caracterizar	Parámetros para garantizar (en base húmeda)
Abono orgánico	Producto sólido obtenido a partir de la estabilización de residuos de animales y/o vegetales, o residuos sólidos urbanos (separados en la fuente) o mezcla de los anteriores, que contiene porcentajes mínimos de materia orgánica expresada como carbono orgánico oxidable total y los parámetros que se indican.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pérdidas por volatilización %*.</li> <li>• Contenido de cenizas, máximo 60 %*.</li> <li>• Contenido de humedad:* - Para materiales de origen animal, máximo 20 %.</li> <li>- Para materiales de origen vegetal, máximo 35 %.</li> <li>- Para mezclas, el contenido de humedad está dado por el origen del material predominante.</li> <li>• Contenido de carbono orgánico oxidable total: mínimo 15 %.</li> <li>• N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O totales (declararlos si cada uno es mayor de 1 %)</li> <li>• Relación C/N.</li> <li>• Capacidad de intercambio catiónico: mínimo 30 meq/100 g</li> <li>• Capacidad de retención de humedad: mínimo su propio peso.</li> <li>• pH mayor de 4 y menor de 9.</li> <li>• Densidad máxima 0,6 g /cc</li> <li>* límites máximos de metales pesados en mg/Kg (ppm): arsénico (As) 41, cadmio (Cd) 39, cromo (Cr) 1200, mercurio (Hg) 17, níquel (Ni) 420, plomo (Pb) 300.</li> <li>• Se indicará la materia prima de la cual procede el producto.</li> </ul>	Contenido de nitrógeno total (% N). Contenido de carbono orgánico oxidable total (%C). Contenido de cenizas. (%) humedad máxima (%) pH densidad (g / cc). Capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g) Capacidad de retención de humedad (%).

\* La suma de estos parámetros debe ser 100.

Fuente: [39].

humificación da como resultado el compost [40]. Durante el proceso, los residuos orgánicos son degradados con la intervención de microorganismos propios del ambiente, y generan un nuevo compuesto orgánico revalorizado, con propiedades fisicoquímicas beneficiosas para el crecimiento de las plantas [41].

El compostaje se caracteriza típicamente por una fase de alta temperatura (no debe superar los 65-70 °C), que desinfecta el producto y permite una alta descomposición [42], seguida por una fase de temperatura más baja que permite al producto estabilizarse (llegar a temperatura ambiente) mientras se descompone todavía a una velocidad más lenta.

### Fases de la elaboración del compostaje

Sobre una superficie plana, diseñar una capa base de material absorbente (cascarillas o aserrín) para evitar olores, proliferación de insectos y exceso de agua. Sobre esta, elaborar capas material orgánico previamente triturado, mezclado y homogenizado. A medida que se van apilando las capas, se debe determinar la humedad, de ser necesario se adiciona moderadas cantidades de agua, finalmente se esparce una capa del material absorbente y se cubre la pila de material.

La frecuencia de volteo del compostaje, es un factor importante, ya que permite la aireación para propiciar la liberación de gases y proporcionar oxígeno al sistema, esto se logra removiendo la pila o haciendo un vaciado de un lugar a otro. Dependiendo de la naturaleza de los residuos orgánicos que están directamente influenciados de diferentes variables como la humedad, temperatura, aireación y materias primas, entre 60 y 90 días estos se convertirán en compost [43], viéndose como un producto homogéneo (café oscuro y desmenuzado).

Se recomienda cernir el compost a los dos meses de elaborado para hacer un uso eficiente del abono, el sobrante que queda en el cernidor se puede incorporar como materia orgánica a otro compostero.

### Ventajas

Se reduce la cantidad de residuos sólidos que se destinan a vertederos o a la incineración, de modo que se evitan problemas como la contaminación de suelos y las emisiones provenientes de la descomposición [44]. Así mismo, incorpora materia orgánica y, con ello, nutrientes al suelo

mejorando su calidad y la de los cultivos a través de la agregación y proliferación de microorganismos benéficos [45].

### Desventajas

Se pueden presentar residuos de partículas no orgánicas a falta de una adecuada clasificación y tamizaje de residuos, de igual manera se debe disponer de un terreno apropiado y de capacidad para la cantidad de material a compostar, finalmente existe competencia en el mercado con la presencia y variedad de fertilizantes químicos que ocupan menos espacio y se han usado por tradiciones y generaciones [45].

### Bocashi

Proviene de una palabra japonesa que significa “materia orgánica fermentada”. Es producto de un proceso de fermentación (proceso anaerobio) que acelera la degradación de la materia orgánica (animal y vegetal) y también eleva la temperatura permitiendo la eliminación de patógenos. Su uso activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y suple a las plantas con nutrientes [46] esenciales como, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro; los cuales mejoran las condiciones físicas y químicas del suelo [47], con la finalidad de brindar nutrición a la planta con la estimulación microbiana del suelo y, así mismo, contribuir a la sostenibilidad de los agroecosistemas.

La elaboración del bocashi se puede entender como un proceso de semidescomposición aeróbica de 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 [48]. Su proceso de elaboración consiste en la mezcla uniforme de ingredientes con agregados fermentativos (melaza), con un manejo de volteo diario y que deben estar bajo cubierta alrededor de 15 días [49].

### Ventajas

Reduce el volumen de desechos inicial de los procesos agrícolas y agroindustriales y se genera un producto agronómico útil y potencial para un medio

agropecuaria de supervivencia [50], esto mejora la calidad del suelo mediante el establecimiento y reproducción de microorganismos benéficos en los terrenos de siembra, protege la flora, fauna y biodiversidad [51].

## Desventajas

Requiere el empleo de otras sustancias diferentes a las propias de la materia orgánica, así mismo existe poca demanda de los productos a nivel de las producciones y en ocasiones pueden ser fuentes de patógenos, si los ingredientes no se tratan adecuadamente [51].

## Consideraciones finales

Cualquiera que sea el abono orgánico, se debe evitar la presencia de agentes patógenos, en razón a los riesgos de contaminación biológica que pueden afectar la inocuidad de las cosechas [52].

La fabricación y uso de abonos es importante para los cultivos, estos permiten cerrar el ciclo biológico de los residuos orgánicos, y posibilitan su regreso, ya transformados, al suelo, para continuar nuevos ciclos productivos [53].

Se recomienda un adecuado acopio de los abonos, teniendo una debida etiqueta con fecha de fabricación, lote y fecha de almacenamiento, para evitar enfermedades y alteraciones posaplicación.

En la preparación del abono se debe evitar la penetración de los rayos solares y del agua lluvia, por lo que se recomienda hacerlo bajo techo y si es posible en piso de cemento, lo que facilita el volteo de los materiales.

El uso de abonos orgánicos debe realizarse acompañado de obras de conservación de suelos, (encamado, terrazas individuales, barreras vivas y muertas, acequias de ladera) para evitar que el agua de las lluvias arrastre el abono, con lo cual se pierde el esfuerzo realizado [54].

La aplicación de los abonos orgánicos está condicionada principalmente a los factores de fertilidad del suelo donde está el cultivo, el clima y la exigencia nutricional de la planta [55].

## Conclusiones

En las actividades propias del sector agropecuario se generan cantidades considerables de desechos,

que en general no tienen un adecuado manejo de disposición final, con la consecuente contaminación del medio ambiente.

Estos desechos pueden ser utilizados como materia prima para la elaboración de abonos orgánicos, que permitirán la incorporación de estos residuos al suelo y fortalecerán la actividad agrícola.

Los abonos orgánicos contribuyen a disminuir el uso de fertilizantes de síntesis, con sus beneficios sobre los costos de producción, a la vez que mejoran la calidad característica de fertilidad de los suelos.

La calidad de los abonos orgánicos se determina desde de su contenido nutricional y de su capacidad de proveer nutrientes a un cultivo; esto se logra a partir de las propiedades físicas, químicas y biológicas y de la calidad de las materias orgánicas que se emplean.

En la elaboración de los abonos, los materiales más usados con frecuencia son los residuos agrícolas y agroindustriales, microorganismos eficientes, estiércol, carbón vegetal, cal agrícola, tierra común, cascarilla de arroz, café o aserrín, melaza y agua.

Los dos métodos de descomposición de la materia orgánica de fácil manejo y uso son el compostaje y el bocashi.

Los abonos orgánicos se deben hacer bajo condiciones inocuas donde se evite la inoculación de patógenos humanos como consecuencia de la manipulación incorrecta.

La aplicación de los abonos orgánicos es una solución ecológica a los índices de productividad de suelos y cultivos y amigable con el medio ambiente; sin embargo, está condicionada principalmente a los factores de fertilidad del suelo donde está el cultivo, el clima y la exigencia nutricional de la planta.

## Referencias

- [1] Muñoz J, Velázquez M, Salvador E, Macías H. El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. *Chapingo serie zonas áridas*. 2013;13:27-32. doi: 10.5154/r.rchsza.2012.06.022
- [2] Pacheco A, Pagliarini M, De Freitas G, Silva R, Serrão J, Zanuncio J. Mineral composition of pulp and production of the yellow passion fruit with organic and conventional fertilizers. *Food Chem*. 2017;217:425-30. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.08.068
- [3] Meneses N. Agrohomeopatía como alternativa a los agroquímicos. *Revista Médica Homeopatía*. 2017;10:9-13. doi.org/10.1016/j.homeo.2017.04.004

- [4] Mediana L, Monsalve O, Forero A. Aspectos prácticos para utilizar materia orgánica en cultivos hotícolas. *Ciencias Hortícolas*, 2010;4(1):109-25. doi: <https://doi.org/10.17584/rcch.2010v4i1.1230>
- [5] Odlare M, Lindmark J, Ericsson A, Pell M. Use of organic wastes in agriculture. *Energy Procedia*. 2015;75: 2472-76. doi.org/10.1016/j.egypro.2015.07.225
- [6] Renaud M, Chelinho S, Alvarenga P, Mourinha C, Palma P, Sousa J, et al. Organic wastes as soil amendments – effects assessment towards soil invertebrates. *Journal Hazardous Materials*. 2017;330:149-56. doi.org/10.1016/j.jhazmat.2017.01.052
- [7] Salamanca S. Compostaje de residuos industriales en Colombia. *Revista Tecnicaña*. 2012; 28:13-18.
- [8] Terence E, Robin C, Akkari C, Daouda O. Can organic fertilizers set the pace for a greener arable agricultural revolution in africa? *Analysis, synthesis and way forward. Land use policy*. 2015;47:179-87. doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.033
- [9] Ramos D, Terry E. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales*. 2014; 35(4):52-9.
- [10] Barrer S. El uso de hongos micorrizicos arbusculares como una alternativa para la agricultura. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*. 2009;7:123-32.
- [11] Mambeli R. Residuos sólidos. En Silva-Capaz R, Horta-Nogueira LA, organizadores. *Ciências ambientais para engenharia*. Río de Janeiro: Elsevier; 2015. p. 157-191.
- [12] Alves M, Ueno M. Identificação de fontes de geração de resíduos sólidos em uma unidade de alimentação e nutrição. *Rev Ambient Água*. 2015;10(4):874-888. doi.org/10.4136/ambi-agua.1640
- [13] Gordillo F, Guzmán M, Casilla I, Rubira A. Efecto de residuos de producción de azúcar en la altura del compost. *Revista científica ecociencia*. 2017;4(3): 75-90.
- [14] González M, Pérez S, Wong A, Bello R, Yañez G. Agroindustrial wastes methanization and bacterial composition in anaerobic digestion. *Rev Argent Microbiol*. 2015;47(3):229-335. doi: 10.1016/j.ram.2015.05.003
- [15] Chávez A, Rodríguez A. Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. *Academia & virtualidad*. 2016;9(2):90-107. doi.org/10.18359/ravi.2004
- [16] Martínez F. Gestión y tratamiento de residuos agrícolas. *Revista Técnica de Medio Ambiente*. 2006;111:62-74.
- [17] Vera I, Martínez J, Estrada M, Ortiz A. Potencial de generación de biogás y energía eléctrica. Parte I. Excretas de ganado bovino y porcino. *Ingeniería Investigación Tecnología*. 2014;15(3):429-36. doi.org/10.1016/S1405-7743(14)70352-X
- [18] Vadas P, Aarons S, Butler D, Dougherty W. A new model for dung decomposition and phosphorus transformations and loss in runoff. *Soil Research*. 2011;49(4):367-75. doi: 10.1071/SR10195
- [19] Recalde C, Echeverría M, Castro R. Descomposición de materia orgánica con microorganismos beneficios magnetizados. *Inf tecnol*. 2013;24(6):9-16. doi.org/10.4067/S0718-07642013000600003
- [20] Delgado R, Salas A. 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 Trop*. 2006; 56(3):289-323.
- [21] Liu T, Chen X, Hu F, Ran W, Shen Q, Li H, et al. Carbon-rich organic fertilizers to increase soil biodiversity: evidence from a meta-analysis of nematode communities. *Agriculture, ecosystems & environment*. 2016;232:199-207. doi.org/10.1016/j.agee.2016.07.015
- [22] Taylor J. *Advances in biorefineries*. Oxford: Woodhead Publishing; 2014. 936p.
- [23] Yilmaz E, Sönmez M. The role of organic/bio-fertilizer amendment on aggregate stability and organic carbon content in different aggregate scales. *Soil tillage research*. 2017;168:118-24. doi.org/10.1016/j.still.2017.01.003
- [24] Lima R, Severino L, Sampaio L, Sofiatti V, Gomes J, Beltrão N. Blends of castor meal and castor husks for optimized use as organic fertilizer. *Industrial crops products*. 2011;33(2):364-68. doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.11.008
- [25] Resende L, Nascentes C. A simple method for the multi-elemental analysis of organic fertilizer by slurry sampling and total reflection x-ray fluorescence. *Talanta*. 2016;147:485-92. doi.org/10.1016/j.talanta.2015.10.007
- [26] Tao R, Liang Y, Wakelin S, Shu G. Supplementing chemical fertilizer with an organic component increases soil biological function and quality. *Applied Soil Ecology*. 2015;96:42-51. doi.org/10.1016/j.apsoil.2015.07.009
- [27] Kang Y, Hao Y, Shen M, Zhao Q, Li Q, Hu J. Impacts of supplementing chemical fertilizers with organic fertilizers manufactured using pig manure as a substrate on the spread of tetracycline resistance genes in soil. *Ecotoxicology Environmental Safety*. 2016;130:279-88. doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.04.028
- [28] Yuan J, Sha Z, Hassani D, Zhao Z, Cao L. Assessing environmental impacts of organic and inorganic fertilizer on daily and seasonal greenhouse gases

- effluxes in rice field. *Atmos Environ.* 2017;155:119-28. doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.02.007
- [29] Altieri M. *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable*. Montevideo: Nordan-comunidad; 1999. 325p.
- [30] International A. Standard test method for particle size range of peat materials for horticultural purposes withdrawn; 2012.
- [31] Gómez J. *Abonos orgánicos*. Cali, Colombia: Feriva S.A; 2000. 107 p.
- [32] Brentrup F, Küsters J, Kuhlmann H, Lammel J. Environmental impact assessment of agricultural production systems using the life cycle assessment methodology: I. Theoretical concept of a lca method tailored to crop production. *Eur J Agron.* 2014;20(3):247-64. doi.org/10.1016/S1161-0301(03)00024-8
- [33] López J, Ferrera C, Alcalde S. Efecto de la fertilización orgánica sobre la población microbiana en el suelo de Ando de la Sierra Tarasca Chapingo. En: Trinidad-Santos A, Miranda J, editores. *Los suelos de ando y sus implicaciones en el desarrollo agrícola de Sierra Tarasca*. Chapingo, México: INIA-CIAP, Colegio de postgraduados; 1979.
- [34] Rong Y, Yong-Zhonga S, Tao W, Qin Y. Effect of chemical and organic fertilization on soil carbon and nitrogen accumulation in a newly cultivated farmland. *J Integr Agric.* 2016;15(3):658-66. doi.org/10.1016/S2095-3119(15)61107-8
- [35] Roman P, Martínez M, Pantoja A. *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América latina*. Santiago de Chile: Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura; 2013.
- [36] Castro A, Henríquez C, Bertsch F. Capacidad de suministros de N, P y K de cuatro abonos orgánicos. *Agronomía Costarricense.* 2009;33(1):31-43.
- [37] Agrícola E. *Erp Agrícola*. [Internet]; 2017 [citado 2017 agosto 11]. Disponible en: <http://sistemaagricola.com.mx/blog/guia-para-la-elaboracion-de-bocashi/>
- [38] Barreto J. *Materiales orgánicos utilizados como fertilizantes o acondicionadores de suelos*. *Técnicaña.* 2005;9(17):33-40.
- [39] Internacional I. *Norma técnica colombiana 5167*. 2011 marzo 23.
- [40] AASHTO. *Standard specifications for transportation materials and methods of sampling and testing*. 34a ed.; Estados Unidos: 2014.
- [41] Lett L. Global threats, waste recycling and the circular economy concept. *Rev Argent Microbiol.* 2014; 46(1):1-2. doi: 10.1016/S0325-7541(14)70039-2
- [42] Sztern D, Pravia M. *Manual para la elaboración de compost: bases conceptuales y procedimientos*. Uruguay: Organización panamericana de la salud (OPS), Oficina de planeamiento y presupuesto; 1999.
- [43] Geisel P, Unruh C. *Compost in a hurry*. *UC Agriculture & Natural Resources.* 2007;8037:1-4. doi: 10.3733/ucanr.8037
- [44] Greenpeace. *Greenpeace*. [Internet] [citado 2017 agosto 12]. Disponible en: <http://www.greenpeace.org/espana/global/espana/report/contaminacion/incineradoranavarraweb.pdf>
- [45] Amigos de la tierra. *Calameo*. [Internet] [citado 2017 agosto 12]. Disponible en: <http://es.calameo.com/read/001442734b7481065c3f5>.
- [46] Bertolí M, Terry E, Ramos D. *Producción y uso del abono orgánico tipo bocashi. Una alternativa para la nutrición de los cultivos y la calidad de los suelos*. Mayabeque: INCA; 2015.
- [47] Ramírez V, Naidu N. Respuesta del lulo la selva (*Solanum tomentosum* x *Solanum hirtum*) a la aplicación de fermentados aeróbicos tipo bocashi y fertilizante químico. *Acta Agron.* 2010;59(2):155-61.
- [48] Restrepo J. A, B, C de la agricultura orgánica y panes de piedra: abonos orgánicos fermentados. Managua: Feriva S.A; 2010. 262p.
- [49] Irías O. *Manual práctico para la elaboración y aplicación del bocashi*. Honduras: Secretaría de Agricultura y Ganadería; 2004. 13p.
- [50] Aulinas M, Bonmatí A. Evaluation of composting as a strategy for managing organic wastes from a municipal market in Nicaragua. *Bioresource Technology.* 2008;99(11):5120-124. doi: 10.1016/j.biortech.2007.09.083
- [51] Cano M. Interacción de microorganismos benéficos en plantas: micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. Una revisión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 2011;14(2):15-31.
- [52] Matthews K, Sapers G, Gerba C. *The produce contamination problem: causes and solution*. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos: Elsevier; 2009. 496p.
- [53] Canet R, Pomares F. Changes in physical, chemical and physico-chemical parameters during the composting of municipal solid wastes in two plants in Valencia. *Bioresource Technology.* 1995; 51(2-3):259-64. doi.org/10.1016/0960-8524(94)00132-K
- [54] FAO *Odlnuplayla. Elaboración y uso del bocashi*. San Salvador: FAO; 2011. 16p.
- [55] Restrepo J. *Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares*. San José: Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura (IICA); 2001. 157p.