

10. Relevancia de los abonos orgánicos en la agricultura convencional



DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.299.10>

Laura Stephanie Flores Carrera*

Delfina de Jesús Pérez López**§

Andrés González Huerta***

Martín Rubí Arriaga****

Aurelio Domínguez López*****

Francisco Antonio Avila Granados*****

Resumen

En México la producción orgánica de alimentos es relativamente nueva; representa una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional. Debido al incremento del costo, de los insumos agrícolas y a la contaminación que algunos propician en el ambiente, es necesario encontrar opciones de fertilización, económicas y más eficientes. La aplicación de abonos orgánicos se considera como una práctica benéfica y eficaz para los pequeños productores, así mismo son indispensables para el uso y manejo del suelo y sus propiedades, ya que ayudan a mejorar y mantener su componente orgánico, su fertilidad y su productividad.

Palabras clave: *fertilización, compostas, producción orgánica.*

§ Autor para correspondencia: djperezl@uaemex.mx

* Doctora en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8518-9636>

** Doctora en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. Profesora de tiempo completo de la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1621-5690>

*** Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6055-7597>

**** Doctor en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales por la Universidad Autónoma del Estado de México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7547-5017>

***** Doctor en Ciencia de los Alimentos. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2781-1597>

***** Ingeniero Agrónomo Fitotecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de México.

Introducción

En la actualidad, el uso de abonos orgánicos se ha convertido en tendencia, debido a que se han realizado diversas investigaciones y los resultados son satisfactorios en cuanto a rendimientos, características físicas y químicas de los alimentos, así como de los suelos, contribuyendo significativamente a la mejora de estos gracias al aporte de materia orgánica que al mineralizarse desempeñan la función de un fertilizante.

Se sabe que los abonos orgánicos se utilizan porque contienen cantidades importantes de nitrógeno mineral y oligoelementos que favorecen el crecimiento y desarrollo de las plantas; aumentan la cantidad de material orgánico del suelo y mejoran la cantidad de potasio, calcio y magnesio disponibles (Courtney y Mullen, 2008).

La producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional; además la fertilización orgánica balanceada tiene un efecto significativo en la producción y calidad de hortalizas (Márquez et al., 2010; Reyes et al., 2023).

Debido al incremento en el costo de los fertilizantes sintéticos y a la contaminación que algunos propician en el ambiente cuando se utilizan irracionalmente, es necesario encontrar alternativas de fertilización, económicas y más eficientes (Soria et al., 2001; Moreno et al., 2009).

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que sustenta la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa en procesos ecológicos, biodiversidad y ciclos adaptados a las condiciones locales, en lugar del uso de insumos con efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para beneficiar el medio ambiente compartido, promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los involucrados (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica [IFOAM, por sus siglas en inglés], 2018).

La producción orgánica en México es relativamente nueva, sin embargo, el sistema de producción de alimentos de nuestros antepasados era la agricultura orgánica; dicha forma de producir alimentos comenzó a desarrollarse en el mundo moderno como una respuesta a la agricultura intensificada e industrial, el uso de fertilizantes sintéticos, pesticidas químicos, la introducción de monocultivos en grandes áreas, la separación de la cría de animales de la producción vegetal y el uso de maquinaria pesada (Márquez et al., 2010; Rembiałkowska et al., 2012). Ésta a su vez brinda beneficios agronómicos y ambientales, como la preservación de los recursos naturales y la reducción de la contaminación del aire, agua, suelo y alimentos (Soltoft et al., 2010; Herencia et al., 2011; Domagała y Gastoł, 2012).

En la actualidad, diversos factores de carácter ambiental, social, económico, cultural y político han motivado el interés por el desarrollo de la agricultura orgánica, reconociéndose como una alternativa económicamente eficiente, socialmente justa y ecológicamente sostenible con potencial para atenuar los impactos negativos atribuidos a la agricultura convencional (Gómez et al., 2010).

De igual manera el aumento del consumo de alimentos cultivados orgánicamente se asocia con el interés generalizado de los consumidores en la seguridad y calidad de los alimentos (Domagała y Gastoł, 2012), esto debido a que las regulaciones específicas que determinan las condiciones de producción de los cultivos orgánicos son muy estrictas, lo cual se traduce en una alta calidad de los productos agrícolas (Rembiałkowska et al., 2012).

Hay que considerar que los nutrientes orgánicos contribuyen directamente a la nutrición de los cultivos puede parecer poco ortodoxo a la luz de la gran cantidad de literatura que demuestra que la adición de nutrientes minerales mejora con éxito el crecimiento de los cultivos y los mecanismos bien descritos para su absorción y asimilación. Sin embargo, existe una gran cantidad de literatura olvidada y reciente que propone una visión más completa de la nutrición vegetal, bajo un esquema orgánico y sustentable (Paunfoo et al., 2012).

En general la agricultura orgánica favorece el desarrollo de los agroecosistemas, lo cual implica una serie de ventajas medioambientales, tales como, el aumento de la biodiversidad que le da estabilidad al sistema, el equilibrio de los distintos elementos que los componen, el uso eficiente de los recursos,

la mantención de la fauna y flora, el estímulo al reciclaje, la protección de las aguas subterráneas, dentro de los más importantes. Cabe mencionar que contribuye al fortalecimiento de la cultura del medio rural, ya que recupera el conocimiento ancestral (Servicio Agrícola y Ganadero [SAG], 2013).

Abonos orgánicos

El uso de abonos orgánicos y órgano-minerales, principalmente a través del reciclaje de residuos de cultivos, estiércol u otras biomásas, está surgiendo para superar los inconvenientes de los fertilizantes inorgánicos. El desarrollo de abonos orgánicos que no dependen de la disponibilidad de recursos minerales o procesos intensivos en energía y basados en el uso de materiales renovables, es un avance significativo hacia la economía circular que reincorpora los materiales de desecho al ciclo de producción (Paungfoo et al., 2019).

En las últimas décadas, la importancia de los abonos orgánicos en el crecimiento de las plantas ha llamado nuevamente la atención tanto de consumidores como de productores (Bolan et al., 2010; Kumar y Maiti, 2015); esto se debe a que los abonos orgánicos no solo suministran nutrientes a las plantas, sino que también proporcionan efectos benéficos sobre la salud del suelo debido a su contenido de materia orgánica, un factor clave para la fertilidad, estructura, procesos biológicos y el ciclo de nutrientes (Haynes et al., 1998; Manlay et al., 2007; Johnston et al., 2009).

La aplicación de residuos orgánicos, como desechos orgánicos y estiércol, era una práctica agrícola tradicional antes de cambiar a fertilizantes sintéticos en cultivos de alta producción (Paungfoo et al., 2012). Los fertilizantes ricos en materia orgánica permiten mejorar la fertilidad del suelo reintegrando las sustancias orgánicas que sufren procesos de mineralización natural desde el punto de vista físico, químico y biológico, activa los procesos de los organismos y asegura a las plantas elementos esenciales (Bertsch, 2003; Pedraza et al., 2011; SAG, 2013; Cucci et al., 2019), esto a su vez se traduce en la reducción de costos para los agricultores, restauran y recuperan los suelos degradados manteniendo la materia orgánica y la fertilidad del suelo para la producción agrícola (Tejada et al., 2009; Mohanty et al., 2011).

A pesar de que los abonos orgánicos contienen una concentración baja de nutrientes en comparación con los fertilizantes químicos, la disponibilidad podría ser más constante durante el desarrollo del cultivo debido a la mineralización gradual que ocurre en los materiales orgánicos en función de la textura y aporte de carbono orgánico (Figueroa y Cueto 2003; Soliva et al., 2004; Vázquez et al., 2011).

Aunque los compuestos orgánicos se han considerado como fuentes de nutrientes y promotores de crecimiento para las plantas durante más de un siglo, el enfoque de la nutrición de las plantas se ha mantenido principalmente en los nutrientes inorgánicos. Con la necesidad de mejorar la eficiencia de los nutrientes en la producción de cultivos y el reciclaje de los nutrientes contenidos en los desechos de la agricultura y otras industrias, los nutrientes orgánicos son prometedores para su uso en los sistemas de cultivos modernos y garantizan nuevos enfoques para la nutrición de las plantas (Paungfoo et al., 2012).

Cabe mencionar que el tipo de manejo debe ayudar a mantener o incrementar la fertilidad del suelo usando una serie de estrategias tales como incorporación de estiércol compostado, uso de abonos verdes, establecimiento de rotaciones de cultivos y realizar un mínimo laboreo del suelo. Aunque la materia orgánica es sólo un pequeño porcentaje del peso de la mayoría de los suelos (generalmente de 1% a 6%), la cantidad y el tipo influyen en casi todas las propiedades que contribuyen a su calidad. Así mismo, la cantidad y calidad de la materia orgánica puede cambiar las propiedades del suelo, mejora su estructura y disponibilidad de nutrientes (SAG, 2013).

Según Enríquez (2022) dentro de las características deseables de los abonos orgánicos se encuentran la protección del suelo a la erosión y lixiviación, la reducción de pérdidas de agua y la escorrentía, regula las temperaturas del suelo, también ayudan a eliminar las hierbas o plantas que suelen competir con el cultivo. Así mismo menciona que la calidad de éstos es una característica relativa, ya que su desempeño depende de una serie de factores como el clima, tipo de suelo, bases o sustratos, mezclas, el manejo en su elaboración, el tipo de microorganismos que contiene, entre otros; y la cantidad a aplicar debe ser calculada de acuerdo a cada zona y a las condiciones de fertilidad del suelo.

El uso de abonos orgánicos es una práctica que se ha llevado a cabo desde hace mucho tiempo, así mismo se han mejorado, combinado y reinventado la forma de elaborarlos, aplicándolos en su forma sólida y líquida; se han probado con nuevas fuentes de materia orgánica disponible, combinados con minerales como harina de rocas (diatomeas, roca fosfórica, zeolita), extractos vegetales con función insecticida o fungicida, residuos orgánicos de la industria agroalimentaria, entre otros.

De acuerdo con Herrera (2008) e Infante (2011), la composta es un tipo de procedimiento que aprovecha la descomposición de los desechos orgánicos por una diversidad de microorganismos, en un medio aeróbico que se mantiene húmedo y caliente, que da como resultado final un material de alta calidad que finalmente será utilizado para fertilizar y acondicionar los suelos. La elaboración de composta a partir de los desechos domésticos y rastrojos, como también la de otros residuos orgánicos disponibles localmente, puede proporcionar una mejora valiosa del suelo, ayuda a disminuir el volumen de material, a matar las semillas de malezas y las enfermedades que causan los organismos, disminuye las emanaciones putrefactas posiblemente nocivas y estabiliza los nutrientes.

Ortiz (2010) menciona que una composta bien realizada, tendrá una buena proporción de nutrientes por kilogramo de peso, ya que los microorganismos que intervienen en el proceso de composteo, consumen una gran cantidad de azúcares, aminoácidos y lípidos, dejando finalmente los minerales que la planta necesita cuando la composta se ha humificado; la regla es mientras más tiempo de composteo, mayor humificación, aunque dependiendo del manejo que se le dé, una buena composta puede realizarse en 6 meses. Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA, 2017) los materiales vegetales o animales compostados se deben producir a través de un proceso que establezca una relación inicial de carbono a nitrógeno (C:N) entre 25:1 y 40:1, así mismo deben alcanzar una temperatura entre 130°F y 168°F (54.4-75.6°C). Dicha relación C:N es un factor de control en el proceso de compostaje. Así mismo las actividades de compostaje establecidas bajo un sistema de hileras, deben mantener una temperatura dentro del rango prescrito, por un mínimo de 15 días y los materiales deben girarse cuatro o cinco veces durante este periodo.

La composta de champiñón es un subproducto de la industria de los hongos comestibles (*Agaricus bisporus*) y representa el sustrato de cultivo que queda después de que ha sido cosechado. Dichos residuos presentan potencial para ser compostados, debido a que poseen biomoléculas que se liberan lentamente durante la mineralización de la materia orgánica, dando lugar a niveles apreciables de nitratos, fosfatos y sulfatos en el suelo durante largos periodos de tiempo. Se ha demostrado que la composta de champiñón tiene nutrientes esenciales para las plantas y posee una variedad de usos, como enmienda para el suelo y como fertilizante aplicado en techos verdes, jardines, césped, así como cultivos de campo (Fidanza et al., 2010; Pardo et al., 2010; Castelo et al., 2016; American Mushroom Institute, 2017).

Por otro lado, la lombricomposta o también conocida como vermicomposta o humus de lombriz, es el producto de la acción de las lombrices sobre restos orgánicos, como residuos vegetales de hortalizas, estiércol de animales y restos de cocina. En general se utilizan lombrices del tipo roja californiana (*Eisenia foetida*), debido a su rápida reproducción y gran capacidad de transformar los restos orgánicos a través de su tracto digestivo en humus, el cuál se encuentra libre de organismos patógenos tanto para el cultivo como para el ser humano; además de que son fuertes, resistentes y fáciles de manejar (Infante, 2011). En condiciones óptimas de producción aporta más nitrógeno, fósforo y potasio que otros abonos orgánicos, una parte de los nutrientes son absorbidos por los cultivos y otra parte se queda como reserva en el suelo, beneficia al suelo con millones de microorganismos, que procesan los nutrientes que ayudan a incrementar la producción de los cultivos, además aumenta entre 5 a 30% la capacidad de retención del agua en el suelo (Bazán et al., 2014).

Dentro de los abonos orgánicos se encuentra el bocashi, producido por la descomposición y fermentación de residuos orgánicos vegetales y animales, que en condiciones adecuadas de humedad y temperatura incorpora al suelo macro y micronutrientes como N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu y B (Weindorf et al., 2011; Boechat et al., 2013; Footer, 2014; Ramos et al., 2014; Bertoli et al., 2015). Contribuye positivamente en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, proporciona materia orgánica humificada o humus y es una importante fuente de carbohidratos para los microorganismos favoreciendo el desarrollo normal de las cadenas tróficas

del suelo, también favorece la formación de agregados en el suelo, lo que mejora su permeabilidad (Osman, 2013; Tan, 2014; Paul, 2015). Este abono puede ser enriquecido con la inclusión de microorganismos eficaces; la tecnología de los microorganismos eficaces (EM), desarrollada en Japón, es una combinación de varios microorganismos benéficos usados en la producción de alimentos de alta calidad y libres de agroquímicos; su aplicación directa sobre la materia orgánica que se agrega a los cultivos o a la composta reduce el tiempo requerido para la preparación del fertilizante biológico (Sharma et al., 2016; Hu et al., 2018).

Cotrina et al. (2020) mencionan que el bocashi contribuye al mejoramiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo a través de la incorporación de nutrientes por medio de la regulación del balance hídrico de éste, mejora la concentración de macronutrientes en el suelo, especialmente el nitrógeno y reduce la acidez de mismo.

El uso de estiércoles es otra forma de aportar materia orgánica al suelo, y de cierta manera la más común para abonar la tierra entre los pequeños productores del medio rural, debido a que la mayoría los obtiene de sus propios animales. La USDA (2017) establece que el estiércol animal crudo debe ser compostado, aplicarse a la tierra utilizada para un cultivo no destinado al consumo humano, o incorporarse al suelo por lo menos 90 días antes de cosechar un producto comestible que no entra en contacto con el suelo o las partículas de éste, y al menos 120 días antes de cosechar un producto comestible que sí entra en contacto con el suelo o sus partículas. Así mismo menciona que el estiércol fresco a diferencia del estiércol compostado tendrá un mayor contenido de nitrógeno, lo que puede conducir a pérdidas por lixiviación cuando se aplica en exceso, además puede contener altas cantidades de semillas de malezas viables, por su parte el uso de estiércol compostado contribuirá más al contenido de materia orgánica en el suelo.

La gallinaza es un estiércol que se han aplicado durante siglos a las tierras para aumentar la producción de cultivos, si se gestiona de manera adecuada, esta es una opción efectiva (Williams, 2012). Sin embargo, un inapropiado manejo en cualquier parte del flujo, ya sea en la generación, procesamiento o disposición de la gallinaza, puede llegar a contaminar fuentes de agua, suelos y aire; también es susceptible a generar crecimiento

de vectores, malos olores y polvo (Molaey, 2017). Generalmente posee concentraciones altas de nitrógeno y la relación C:N es baja, lo cual promueve una liberación rápida de nitrógeno, haciéndolo disponible para la planta. Una parte del nitrógeno en la gallinaza es orgánico y la cantidad liberada generalmente es menor comparado con los fertilizantes sintéticos; aproximadamente de 30 a 50% del nitrógeno total en la gallinaza queda disponible para el cultivo, ésta contiene una amplia variedad de nutrientes para la planta y es considerada una buena fuente de magnesio (Prakesh, 1990; Mengbo et al., 1997).

El Biol es un abono foliar orgánico, producto de la fermentación anaeróbica (sin oxígeno) de restos orgánicos de animales y vegetales (estiércol, residuos de cosecha). Se caracteriza por ser una fuente orgánica de fitoreguladores, los cuales en pequeñas cantidades son capaces de promover actividades fisiológicas y estimular el desarrollo de las plantas. Puede ser utilizado en una gran variedad de cultivos, complementando la nutrición e incrementando la calidad de los cultivos. Se aplica preferentemente a las hojas y tallos mezclado con agua, el aplicarlo solo es muy fuerte y puede quemar las plantas, también puede aplicarse directamente al cuello de la raíz y al suelo. Aplicado a la semilla permite una germinación más rápida y buen crecimiento de las raíces, por su riqueza en compuestos orgánicos que estimulan el crecimiento. Aplicado al suelo mejora la actividad microbiana y estructura, incrementando el desarrollo radicular de las plantas gracias a las hormonas y precursores hormonales que contiene (Infante, 2011; Bazán et al., 2014). Es en general una forma de incorporar nutrientes a la planta es a través de la fertilización foliar; su instrumentación es necesaria cuando se presentan limitantes para que los nutrientes del suelo entren a la raíz y se transloquen a los tejidos aéreos (hojas, frutos, etc.) en la cantidad y momento oportuno. Las situaciones más comunes son: (a) condiciones de estrés que reduzcan la actividad de la planta (sequía, inundación, aplicación de pesticidas al suelo, heladas, otros); (b) cuando en el suelo existe algún bloqueo químico o físico que reduce la disponibilidad de los nutrientes (pH, sales, competencia entre nutrientes); y (c) cualquier condición que limite la actividad radicular (sequía, compactación del suelo, inundación, patógenos, elementos tóxicos, temperaturas, extremas altas o bajas, etc.) y que reducen parcialmente la toma de nutrientes del suelo (Gómez y Gómez, 2017).

Díaz et al. (2024) reportaron que la aplicación de biol más Consorcio Microbiano en la variedad de maíz Marginal 28t, contribuyó a tener mayor altura de planta (164.17 cm) y mazorca (65.83 cm), mayor área foliar (361.17 cm²); mejorando también el rendimiento de grano (3.42 t ha⁻¹).

Alcalán et al. (2023) evaluaron la capacidad de germinación y emergencia de cuatro especies de hortalizas en condiciones *in vitro*, al ser expuestas a diferentes biofertilizantes líquidos (BFL) producidos a partir de halófitas. En todas las especies evaluadas hubo reducciones significativas ($p \leq 0.05$) en el crecimiento relativo de radícula (CRR), índice de germinación (IG) y longitud de las plántulas (LT), conforme aumentaba la concentración de biofertilizante líquido; por tanto, concentraciones de BFL superiores a 10% disminuyen considerablemente la germinación y emergencia de las especies evaluadas (IG <80%); mientras que a dosis bajas de BFL (entre 5 y 10%) no representan un riesgo (IG >80%).

Por otro lado en la comunidad Andina de las Pampas, se evaluó la aplicación de biol elaborado a base de desechos de pescado en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), considerando las variables de peso de cabeza, altura de plantas y número de hojas por planta. El tratamiento de Biol 3 reportó los más altos valores en cuanto al volumen final, obteniendo mayor rendimiento de producción de biol, peso de cabeza, altura y cantidad de número de hojas de lechuga (Chávez et al., 2024).

Ventajas

Las ventajas que obtenemos al aplicar abonos orgánicos son diversas, las cuales podemos considerar como fortalezas dentro de nuestra unidad de producción. Las ventajas agronómicas del uso de abonos orgánicos de mayor importancia es la posibilidad de elevar el potencial productivo de los suelos, generando condiciones para una mayor actividad biológica, mejorando su estructura y perfil químico, así mismo contribuye a la disminución de la erosión. Además, existe un enriquecimiento genético donde interactúan distintas especies animales y vegetales, lo que logra un equilibrio ecológico que permite disminuir el ataque de plagas y enfermedades. Por otra parte, los productos agrícolas presentan mejor poscosecha y algunos

estudios demuestran que tienen mejor calidad nutricional y organoléptica (SAG, 2013).

De acuerdo con Gómez y Gómez (2017) el uso de composta como abono orgánico proporciona altas cantidades de humus al suelo, los materiales que se utilizan son generalmente disponibles y baratos, mejora las características físicas, químicas y biológicas del suelo. Por otro lado, el bocashi, es considerado como un abono orgánico que se elabora en poco tiempo y que contiene una alta diversidad de nutrientes disponibles rápidamente para las plantas. Por su parte la lombricomposta brinda otro tipo de ventajas, entre las cuales destacan que la lombriz es un organismo muy prolífero, adaptable a diferentes estiércoles y desperdicios, puede manejarse en altas densidades de lombrices por metro cuadrado, permite la transformación de los desechos orgánicos en abonos ricos en nutrientes, los cuales se emplean para la fertilización de cualquier cultivo, además de contar con un beneficio adicional que consta en la alimentación de peces, patos, camarones, cerdos, gallinas, etcétera.

Los lixiviados o abonos foliares como los bioles pueden ser aplicados de manera foliar a las plantas, estos permiten complementar la nutrición del cultivo y del suelo en momentos específicos de la producción. La aplicación de abonos verdes facilita el reciclaje y movilización de nutrientes lixiviados de las capas más profundas del suelo a las capas superiores, enriquece al suelo con nitrógeno, propicia un mullimiento biológico del suelo y se puede obtener una cosecha adicional según la variedad seleccionada.

Se han realizado estudios comparando el efecto de la aplicación de fertilizantes y abonos orgánicos, reportándose que estos últimos mejoran la fertilidad del suelo e incrementan significativamente el rendimiento de varios cultivos (Afreh et al., 2018; Gai et al., 2018).

Scherer (2013) y Doan et al. (2013) han adelantado estudios para evaluar el efecto del compost en parámetros productivos del cultivo de maíz y frijol asociados o individualmente, en producciones de agricultura familiar.

Luna et al. (2016) en sus estudios han concluido que, la aplicación de los abonos orgánicos favorece la producción del cultivo del tomate, alcanzando valores mayores en el número total de frutos (23.88) con el tratamiento humus de lombriz más ácido húmico; así mismo el peso total de frutos (3249.93 g) y diámetro del fruto (74.61 cm) fue superior en el tratamiento bocaschi más ácido húmico.

Castelo et al. (2016) realizaron estudios con composta de residuos de champiñón en su presentación sólida, así como los extractos acuosos, té de vermicompost y extracto de compost, aplicados al cultivo de tomate. Todos los tratamientos mostraron potencial para servir como mejoradores de suelo, especialmente la composta y extracto de compost, que influyeron directamente para mejorar las características físicoquímicas del suelo como la materia orgánica, la densidad aparente y la CIC del suelo. Además, lograron satisfacer los requerimientos nutricionales del cultivo en macro y micronutrientes, manteniendo los rendimientos del cultivo con respecto al tratamiento control (químico).

Por otro lado, Coles et al. (2020) en un ensayo de maíz aplicaron composta fresca de champiñón a diferentes dosis (0, 5, 10, 20 y 40 t/acre), demostrando en sus resultados que la composta a razón de 10 t/acre (24.71 t ha^{-1}) alcanza rendimientos de 17.23 libras por 100 pies cuadrados (2.562 t ha^{-1}). El mayor aumento de rendimiento se observó en parcelas que recibieron 40 t/acre (98.84 t ha^{-1}) con 25 libras por 100 pies cuadrados (3.710 t ha^{-1}), aunque no se detectó ninguna diferencia estadística entre los rendimientos en parcelas que recibieron 20 y 40 t/acre (49.42 y 98.84 t ha^{-1}).

Cruz et al. (2018) evaluaron el efecto de la aplicación de abonos orgánicos (composta, bocashi, biol, humus y un testigo químico) en diferentes dosis (1, 2 y 3 kg/m²; biol-1, 2 y 31/7.2 m²) sobre la producción de brócoli; sus resultados demostraron que la aplicación Compost al suelo en el cultivo de brócoli fueron positivos, en la variable altura de la planta a los 60 días alcanzo 52.25 cm, diámetro de la pella de 19.91 cm, peso de la pella con 0.97 kg y el rendimiento más alto con 23.10 kg/tratamiento. De las dosis y tipos de abonos orgánicos evaluados, la dosis media D2 (2 kg/m²) de composta, obtuvo un diámetro de la pella de 19.11 cm, peso de la pella de 0.93 kg, con un rendimiento de 22.45 kg/tratamiento.

Sarmiento et al. (2019) determinaron el efecto de bocashi y microorganismos eficaces (EM) en el rendimiento del cultivo de fresa (*Fragaria x ananassa* Duch) cv. Selva, evaluando tres niveles de bocashi (4, 6 y 8 t ha⁻¹) y dos niveles de EM (1 y 2 l/t de bocashi). Los resultados refieren que el mayor rendimiento total de frutos de fresa cv Selva fue 6942 t ha^{-1} , producto de la interacción entre 8 t de bocashi ha⁻¹ y 1 l de EM/t de bocashi; logrando la mejor clasificación de frutos según su calibre: 30% de categoría A (2.083 t

ha⁻¹), 35% categoría B (2.430 t ha⁻¹), 25% categoría C (1.736 t ha⁻¹), 6% categoría D (0.417 t ha⁻¹) y 4% de categoría E (0.276 t ha⁻¹).

Salinas et al. (2007) evaluaron el rendimiento y calidad de espigas del maíz dulce variedad Bright Jean en función a cinco dosis de gallinaza (0, 10, 20, 30 y 40 t ha⁻¹); los resultados obtenidos indican que la dosis de 20 t ha⁻¹ permitió obtener las mayores medias para longitud y diámetro de espigas, masa de granos, masa de espigas y rendimiento.

Desventajas

Aunque el uso de abonos orgánicos posee un sin número de ventajas, es importante mencionar las posibles desventajas de su uso. Sin embargo, dichos puntos pueden ser considerados como áreas de oportunidad, en los que se pueden proponer mejoras en los procesos o ejecuciones para su optimización y desempeño.

Bazán et al. (2014) consideran como gran desventaja el tiempo en que demora la transformación de la materia orgánica, procesos como la lombricomposta o el biol que tardan de 3 a 6 meses, dependiendo de la materia prima y las condiciones climáticas. Así mismo por la limitada cantidad de materia prima disponible por área de producción y la mano de obra que requiere para su elaboración no puede ser aplicado en grandes extensiones de terreno.

En la aplicación de compostas, los nutrientes pueden permanecer inaccesibles para la planta durante las primeras semanas; en el caso de abonos verdes el terreno es ocupado parte del tiempo en un cultivo que no siempre proporciona ganancias económicas, además se debe dedicar tiempo y labores para su desarrollo (Gómez y Gómez, 2017). Rembiałkowska et al. (2012) mencionan que los agricultores orgánicos están obligados a mantener el ambiente en buen estado y deben tratar de apoyar el enfoque de ciclo cerrado; a su vez, deben tener la capacidad de obtener productos orgánicos que cumplan con las características que exige el mercado, por lo cual los métodos de producción orgánica se centran en la protección de todos los componentes del medio ambiente, contra la presión de las técnicas agrícolas.

Por su parte Vega et al. (2006), señalan que la aproximación al mercado de productos orgánicos ha generado problemas respecto a la regularización de la oferta y demanda, sobre todo si éstos no se perciben como una aportación significativa a la agricultura sustentable, sino como un plus para ofertar los productos a mayor precio. De igual manera mencionan que técnicos y productores deben ser capacitados de forma adecuada para trabajar bajo un esquema de producción orgánica, ya que una de las desventajas que más afectan al productor es el decremento del rendimiento con respecto a la producción convencional.

Conclusiones

Debido a los efectos favorables que los abonos orgánicos aportan al suelo y sus propiedades, pueden ser considerados como indispensables en el uso y manejo de dicho recurso, para optimizar y en el mejor de los casos mantener su componente orgánico, fertilidad y productividad.

La producción orgánica es una alternativa que beneficia tanto a productores como a consumidores, debido a la reducción de contaminantes del agrosistema, así mismo asegurando el consumo de un producto libre de químicos, saludable y de alto valor nutritivo.

Referencias

- Afreh, D., Zhang, J., Guan, D., Liu K., Song, Z., Zheng, C., Deng, A., Feng, X., Zhang, X., Wu, Y., Huang, Q., y Zhang, W. (2018). Long-term fertilization on nitrogen use efficiency and greenhouse gas emissions in a double maize cropping system in subtropical China. *Soil and Tillage Research*, 180(1), 259-267. <https://doi.org/10.1016/j.still.2018.03.016>
- Alcalán, L. L. A., Lastiri, H. M. A., y Álvarez, B. D. (2023). Efecto de biofertilizantes líquidos, obtenidos a partir de halófitas, en la germinación y emergencia de cuatro especies de hortalizas (*Daucus carota* L., *Lactuca sativa* L., *Raphanus sativus* L. y *Cucumis sativus* L.). *Biotecnia*, 25(3), 197-207. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v25i3.2127>
- American Mushroom Institute (2017). *Information on the benefits and uses of mushroom compost*. <http://www.mushroomcompost.org/>

- Bazán, B. F., León, S. R., Ling, L. A. M., Alarcón, M. P., Linares, P. G., Zuiko, F. A., Pérez, S. J., Canales, S. L., Valer, B. F., y Mora, A. A. (2014). *Producción y Uso de Abonos Orgánicos: Biol, Humus y Compost. Manual técnico No. 5*. Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social.
- Beltrán, M. F. A., Fenech, L. L., Ruiz, E. F. H., Zamora S. S., Murillo, A. B., García, H. J. L., y Troyo, D. E. (2004). *Tópicos Selectos de Agronomía*. CIBNOR-UABCS.
- Bertoli, H. M. P., Terry, A. E., y Ramos, A. D. (2015). *Producción y Uso del Abono Orgánico Tipo Bokashi. Una Alternativa para la Nutrición de los Cultivos y la Calidad de los Suelos*. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Bertsch, F. (2003). Abonos Orgánicos. Manejo de la Fracción Orgánica y de los Aspectos Biológicos del Suelo. *Memoria del Curso de Capacitación, Fertilizantes: Características y Manejo* (pp. 112-130). Universidad de Costa Rica, Centro de Investigaciones Agronómicas. <http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Curso%20Fertilizantes.pdf>
- Boechat, C., Gonzaga, S. J., y De Aguilar, A. (2013). Net mineralization nitrogen and soil chemical changes with application of organic wastes with fermented bokashi compost. *Acta Scientiarum-agronomy*, 35(2), 257-264. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v35i2.15133>
- Bolan, N. S., Szogi, A. A., Chuasavathi, T., Seshadri, B., Rothrock Jr., M. J., y Panneerselvam, P. (2010). Uses and management of poultry litter. *World's Poultry Science Journal*, 66(4), 673-698. <https://doi.org/10.1017/S0043933910000656>
- Brust, G. E. (2019). *Management strategies for organic vegetable fertility. Safety and Practice for Organic Food* (pp. 193-212). University of Maryland, Academic Press.
- Buchanan, M., y Gliessmann, S. R. (1991). How compost fertilization affects soil nitrogen and crop yield. *BioCycle*, 32(12), 72-77.
- Castelo, G. A. A., García, M. H. A., Castro, E. L., Lares, V. F., A. G. M., Figueroa, L. P., y Gutiérrez, C. M. A. (2016). Compost de residuos de champiñón como mejorador de suelo y biofertilizante en producción de tomate. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 22(2), 83-93. <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsh.2015.06.012>
- Chávez, M. I. P., Gutiérrez, C. J. E., Saldaña, C. C. F., Palomino, S. E. R., Chavarría, M. E. Y., y Pantoja, M. B. (2024). Empleo de biol con desechos de pescado en el cultivo de lactuca sativa en Huancavelica. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales, Bolivia*, 11(2), 30-36. <https://doi.org/10.53287/iddb9973jm14n>
- Coles, P. S., Nogin, G., Fidanza, M., y Roth, G. (2020). Evaluation of Fresh Mushroom Compost in a Field Corn Production System. *Compost Science & Utilization*, 28(2), 1-11. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2020.1749184>
- Cotrina, C. V. R., Alejos, P. I. W., Cotrina, C. G. G., Córdova, M. P., y Córdova, B. I. C. (2020). Efecto de abonos orgánicos en el suelo agrícola de Purupampa Panao, Perú. *Centro Agrícola*, 47(2), 31-40.
- Courtney, G. y Mullen, J. (2008). Soil quality and barley growth as influenced by the land application of two compost types. *Bioresour. Technology*, 99(8): 2913-2918.
- Cruz, T. E., Vega, C. J., Gutiérrez, A. A., González, R. M., Saltos, E. R., y González, R. V.

- (2018). Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la producción de brócoli (*Brassica oleraceae*). *Revista de Investigación Talentos*, 5(1), 1-8.
- Cucci, G., Lacolla, G., Summo, C., y Pasqualone, A. (2019). Effect of organic and mineral fertilization on faba bean (*Vicia faba* L.). *Scientia Horticulturae*, 243(12)- 338-343. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.08.051>
- Díaz, C. H., Díaz, C. P., y Arévalo, A. Y. G. (2024). Respuesta del maíz a la aplicación de consorcio microbiano y su combinación con biol, en condiciones de trópico seco. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 27(70), 1-70.
- Domagała, I., y Gastoł, M. (2012). Estudio comparativo sobre el contenido mineral de zanahorias, apio y zumos de remolacha orgánica y convencional. *Ciencia de las plantas*, 11, 173-183.
- Doan, T. T., Ngo, P. T., Rumpel, C., Van Nguyen, B., y Jouquet, P. (2013). Interactions between compost, vermicompost and earthworms influence plant growth and yield: a one-year greenhouse experiment. *Science Horticulture*, 160(1), 148-154. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.042>
- Enríquez, G. A. (2022). *Manual de buenas prácticas para la elaboración de abonos orgánicos*. IICA.
- Escobar, N. E., Mora, D. J., y Romero N. (2013). Respuesta agronómica de Zea mays L. y Phaseolus vulgaris L. a la fertilización con compost. *Revista Luna Azul*, 37: 18-29.
- Fidanza, M. A., Sanford, D. L., Beyer, D. M., y Aurentz, D. J. (2010). Analysis of fresh mushroom compost. *HortTechnology*, 20(2), 449-53. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.2.449>
- Figuroa V. U., y Cueto W. J. A. (2003). *Uso Sustentable del Suelo y Abonos Orgánicos. Abonos Orgánicos y Platicultura* (pp. 1-20). Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED.
- Footer, A. (2014). *Bokashi Composting: Scraps to Soil in Weeks*. New Society Publishers.
- Gai, X., Liu, H., Liu, J., Zhai, L., Yang, B., Wu, S., Ren, T., Lei, Q., y Wang, H. (2018). Long-term benefits of combining chemical fertilizer and manure applications on crop yields and soil carbon and nitrogen stocks in north china plain. *Agricultural Water Management*, 208, 384-392. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.07.002>
- Gómez, C. M. A., Schwentesius, R. R., Ortigoza, R. J., y Gómez, T. L. (2010). Situación y desafíos del sector orgánico de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(4), 593-608.
- Gómez, T. L., y Gómez, C. M. A. (2017). *Agricultura orgánica: Bases técnicas*. Universidad Autónoma Chapingo. Centro de Investigaciones Interdisciplinarias para el Desarrollo Rural Integral.
- Haynes, R., y Naidu, R. (1998). Influence of Lime, Fertilizer and Manure Applications on Soil Organic Matter Content and Soil Physical Conditions: a Review. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 51(2), 123-137. <https://doi.org/10.1023/A:1009738307837>
- Herencia, J., García, P., Dorado, J., y Maqueda, C. (2011). Comparación de la calidad nutricional de los cultivos cultivados en un suelo fertilizado convencional y orgánico. *La Ciencia de Horticultura*, 129, 882-888.

- Herrera, I. F. (2008). *Manual de Agricultura Orgánica: Verdes Gotas de Vida*. FUNDAR-Galápagos. Instituto Nacional Galápagos.
- Hu, C., Xia, X., Chen, Y., y Han, X. (2018). Soil carbon and nitrogen sequestration and crop growth as influenced by long-term application of effective microorganism compost. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 78(1), 13-22. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392018000100013>
- Infante, L. A. (2011). *Manual de Biopreparados para la Agricultura Ecológica*. Programa Territorial Orgánico. Fundación para la Innovación Agraria. Trama Impresores.
- International Federation of Organic Agriculture Movements (2018). *Organic Agriculture & Healthy Soils*. <https://www.ifoam.bio/organic-agriculture-healthy-soils>
- Johnston, A. E., Poulton, P. R., y Coleman, K. (2009). Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *Advances in Agronomy*, 101(1), 1-57.
- Kumar, A., y Maiti, S. K. (2015). Effect of organic manures on the growth of cymbopogon citratus and chrysopogon zizanioides for the phytoremediation of chromite-asbestos mine waste: a pot scale experiment. *International Journal of Phytoremediation*, 17(5), 437-447. <https://www.ifoam.bio/organic-agriculture-healthy-soils>
- López, M. J. D., Salazar, S. E., Zúñiga, T. R., Martínez, P. P., Trejo, E. H. I., y Chavarria, G. J. A. (2009). *Generalidades sobre Construcción, Mantenimiento, Fertilización y Preparación del Suelo para Cultivo en Invernaderos*. *Agricultura Orgánica* (2ª ed.). Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, CO-CyTED.
- Luna, M. R. A., Reyes, P. J. J., Espinosa, C. K. A., Luna, M. M. V., Luna Q. F. V., Celi, M. M. V., Espinoza, C. A. L., Rivero, H. M., Cabrera, B. D. A., Alvarado, M. A. F., y González, R. J. C. (2016). Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum L.*). *Universidad de Sonora. Biotecnia*, 18(3), 33-36.
- Manlay, R. J., Feller, C., y Swift, M. J. (2007). Historical evolution of soil organic matter concepts and their relationships with the fertility and sustainability of cropping systems. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 119(3-4), 217-233. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.07.011>
- Márquez, H. C., Cano, R. P., García, H. J. L., Rodríguez, D. N., Preciado, R. P., Moreno, R. A., Salazar, S. E., Castañeda, G. G., y De La Cruz, L. E. (2010). *Agricultura Orgánica: El Caso de México. Agricultura orgánica, Tercera parte*. Universidad Juárez del Estado de Durango.
- Mengbo, L., Hue, N. V., y Hussain, S. K. (1997). Changes of metal forms by organic amendments to Hawaii soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 28(3-5), 381-394. <https://doi.org/10.1080/00103629709369797>
- Miller, F. P., Vandome, A. F., y Mc Brewster, J. (2009). *Organic Farming*. Alphascript Publishing.
- Molaey, A. R., Bayrakdar, R. S., y Çalli, B. (2017). Anaerobic digestion of chicken manure: Mitigating process inhibition at high ammonia concentrations by selenium supplementation. *Biomass and Bioenergy*, 108(1), 439-446. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.10.050>

- Mohanty, M., Reddy, S. K., Probert, M. E., Dalal, R. C., Rao, S. A., y Menzies, N. W. (2011). Modelling N mineralization from green manure and farmyard manure from a laboratory incubation study. *Ecological Modelling*, 222(3), 719-726. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2010.10.027>
- Moreno, R. A., Cano, R. P., y Rodríguez, D. N. (2009). Producción orgánica de melón bajo condiciones de invernadero. En R. P. Cano, C. I. Orona y J. I. Reyes (Eds.), *Simpósio nacional sobre producción moderna de melón y tomate. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Torreón, Coahuila México* (pp. 17-21).
- Ortiz, C. F. G. (2010). *Manual Básico para la Producción Agrícola Orgánica I: Bases para la Elaboración de un Plan de Trabajo en un Huerto Orgánico. México Tradición Orgánica (Metrocert)*. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas.
- Osman, K. T. (2013). *Soils: Principles, Properties and Management*. Springer.
- Pardo, G. A., Cunha, Z. D., y Pardo, G. J. E. (2010). Utilización de compost agotado de champiñón como capa de coberturas en nuevos ciclos de producción. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 45(10), 1164-1171. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010001000016>
- Paungfoo, L. C., Visser, J., Lonhienne, T. G. A., y Schmidt, S. (2012). Past, present and future of organic nutrients. *Plant Soil*, 359, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s11104-012-1357-6>
- Paungfoo, L. C., Redding, M., Pratt, C., y Wang, W. (2019). Plant growth promoting rhizobacteria increase the efficiency of fertilisers while reducing nitrogen loss. *Journal of Environmental Management*, 233, 337-341. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.052>
- Paul, E. A. (2015). *Soil microbiology, ecology, and biochemistry* (4ª ed.). Eldor A. Paul (ed.), Natural Recourse Ecology Laboratory and Department of Soil and Crop Sciences, Colorado State University.
- Pedraza, L. A., Pérez, T. M. M., Cortés, S. I., y Arias, G. L. (2011). Evaluación de un biofermento de preparación local para el abonamiento orgánico del tomillo (*Tymus vulgaris*), romero (*Rosmarinus officinalis*) y orégano (*Origanum vulgare*). *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 17(1)- 10-31. <https://doi.org/10.18359/rfcb.2107>
- Prakesh, V. (1990). *Leafy spines* (pp. 3-11). CRC Press.
- Ramos, A. D., Terry, A. E., Soto, C. F., y Cabrera, R. J. A. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del toro, Panamá. *Cultivos Tropicales. Revista del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas*, 35(2), 90-97.
- Rembiałkowska, E., Załęcka, A., Badowski, M., y Ploeger, A. (2012). *The Quality of Organically Produced Food* (pp. 65-93). Organic Farming and Food Production. <http://dx.doi.org/10.5772/54525>
- Restrepo Rivera, J. (2007). *El ABC de la Agricultura Orgánica y Harina de Rocas*. Servicio de Información Mesoamericano sobre Agricultura Sostenible.
- Reyes Hernández, R., Carrillo Rodríguez, J. C., Chávez Servia, J. L., Perales Segovia, C., Vera Guzmán, A. M., Hernández Delgado, S., Mayek Pérez, N., Aquino Bolaños, E. N., y Alba Jiménez, J. E. (2023). Fertilización orgánica y su respuesta en caracteres de

- planta y fruto de tomate en cultivo sin suelo. *Revista Mexicana de Agrosistemas*, 10(1), 1- 17. <https://doi.org/10.60158/rma.v10i1.375>
- Salinas, G. O. N., Enciso, G. C. R., y Ríos, A. R. (2007). Respuesta del maíz dulce (*Zea mays L. var Saccharata*) a la aplicación de dosis crecientes de gallinaza. *Investigación Agraria*, 9(1), 67-72.
- Santamaría, R. S., Ferrera, C. R., Almaraz, S. J. J., Galvis, S. A., y Barois, B. I. (2001). Dinámica y relaciones de microorganismos, C-orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. *Agrociencia*, 35(4), 377-384.
- Sarmiento, S. G. J., Amézquita, M. A., y Mena, C. L. M. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. *Scientia Agropecuaria*, 10(1), 55-61. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.01.06>
- Servicio Agrícola y Ganadero (2013). *Agricultura Orgánica Nacional: Bases Técnicas y Situación Actual*. Ministerio de Agricultura. División de Protección de Recursos Naturales Renovables, Subdepartamento de Agricultura Orgánica.
- Sharma, A., Singh, S., Sharma, R., Chaudhary, P., y Pandey, A. (2016). Enhanced biodegradation of pahs by microbial consortium with different amendment and their fate in in-situ condition. *Journal of Environmental Management*, 181, 728-736. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.08.024>
- Scherer, E. E. (2013). Doses e formas de aplicação do composto de dejetos suínos no cultivo orgânico de milho e feijão. *Revista Agropecuaria Catarinense*, 26(2), 74-78.
- Soltoft, M., Bysted, A., Madsen, K. N., Mark, A., Bügel, S., Nielsen, J., y Knuthsen, P. (2010). Efectos de los sistemas de crecimiento orgánico y convencional sobre el contenido de carotenoides en raíces de zanahoria, y sobre la ingesta y el estado plasmático de los carotenoides en humanos. *Revista de la Ciencia de la Alimentación y la Agricultura*, 91(4), 767-775.
- Soliva, M., López, M., Huerta, O., Valero, J., y Felipó, M. T. (2004). Waste organic matter quality versus soil amendment effects. Murcia, Spain. *Sustainable organic waste management for environmental protection and food safety*, 1(1), 201-204.
- Soria, F. M. J., Ferrera, C. R., Etchevers, B. J., Alcántar, G. G., Trinidad, S. J., Borges, G. L., y Pereyda, P. G. (2001). Producción de biofertilizantes mediante biodigestión de excreta líquida de cerdo. *Terra latinoamericana*, 19(4), 353-362.
- Tan, K. H. (2014). *Humic Matter in Soil and the Environment: Principles and Controversies*. CRC Press a Taylor & Francis Group.
- Tejada, M., Hernández, M. T., y García, C. (2009). Soil restoration using composted plant residues: Effects on soil properties. *Soil and Tillage Research*, 102(1), 109-117. <https://doi.org/10.1016/j.still.2008.08.004>
- United States Department of Agriculture (2017). *Program Handbook: Guidance and Instructions for Accredited Certifying Agents & Certified Operations*. Agriculture Marketing Service, National Organic Program. <https://www.ams.usda.gov/services/organic-certification>
- Vega, L. S., Coronado, H. m., Gutiérrez, T. R., García, H. L. A., y Díaz, G. G. (2006). Un aporte

- te sobre la industria láctea orgánica y la innovación tecnológica. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 10(19), 1-19.
- Vázquez, V. C., García, H. J. L., Salazar, S. E., López, M. J. D., Valdez, C. R. D., Orona, C. I., Gallegos, R. M. A., y Preciado, R. P. (2011). Aplicación de estiércol solarizado al suelo y la producción de chile jalapeño (*Capsicum annuum L.*). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(Especial 1), 69-74.
- Weindorf, D. C.; James, P.; Muir, J. P. and Landeros, S. C. (2011). Organic compost and manufactured fertilizers: Economics and ecology. En W. Campbell y S. López Ortiz (Eds.), *Integrating Agriculture, Conservation and Ecotourism: Examples from the Field. Issues in Agroecology – Present Status and Future Prospectus* (pp. 27-53). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1309-3_2
- Williams, C. M. (2012). *Gestión de Residuos de Aves de Corral en los Países en Desarrollo*. North Carolina State University, Department of Poultry Science.