

# LA MATERIA ORGÁNICA DEL SUELO Y SU MANEJO

## SOIL ORGANIC MATTER AND ITS HANDLING

M. Sc. Jorge Luis Álvarez Marqués (0000-0001-8655-2831), Universidad de Matanzas.

[jorge.alvarez@umcc.cu](mailto:jorge.alvarez@umcc.cu)

Ing. Candy Luis Prieto Hernández (0000-0003-0109-0274), Universidad de Matanzas.

### Resumen

La materia orgánica del suelo desempeña una función esencial en el mantenimiento de las funciones del suelo y su fertilidad, representa la más importante reserva de carbono de la biosfera y constituye la principal fuente de nitrógeno en los ecosistemas terrestres. El presente trabajo se propone actualizar sobre aspectos importantes de la materia orgánica de los suelos y su manejo, destacando la importancia de su conservación ante la degradación que actualmente sufre en los agroecosistemas, su influencia en las propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos, destacando las principales formas de degradación, su reciclaje y mejora en cantidad y calidad, a partir del manejo adecuado de los residuos vegetales y animales, y del empleo de los abonos orgánicos.

**Palabras claves:** *abonos orgánicos; manejo residuos agrícolas; materia orgánica del suelo*

### Abstract

Soil organic matter plays an essential role in keeping soil conditions and its fertility. It represents the most important reservoir of biosphere carbon, and constitutes the main source of nitrogen in the Earth ecosystems. The present paper is aimed at upgrading on soil organic matter and its handling, thus calling attention to the importance of its conservation before the ongoing degradation being presently suffered by ecosystems. It also upgrades knowledge on soil physical, chemical and biological properties, and highlights the main forms of degradation, its recycling, and improvement in terms of quantity and quality, stemming from the adequate handling of vegetal and animal wastes, as well as from the use of organic manure.

**Key words:** *organic manure, agricultural waste handling, soil organic matter*



Monografías 2023  
Universidad de Matanzas © 2023  
ISBN: 978-959-16-5074-0

El desarrollo cultural de la humanidad y la evolución de la especie humana han contribuido a la modificación de ecosistemas naturales en agroecosistemas; generándose conflictos con la conservación de bosques y recursos naturales que provocan desequilibrios ecológicos, debido al establecimiento de prácticas de manejo agrícola no sostenibles, como el uso excesivo de productos agroquímicos, empleo de maquinaria agrícola, quema de residuos agrícolas, monocultivo, sellado del suelo por urbanizaciones e infraestructura y el uso continuado e intensivo del suelo en la producción agropecuaria (García y Álvarez, 2021).

La materia orgánica del suelo desempeña una función esencial en el mantenimiento de las funciones del suelo y la prevención de la degradación del mismo. Los suelos constituyen el mayor reservorio de carbono orgánico en la Tierra y son fundamentales para la regulación del clima y la mitigación del cambio climático al compensar la emisión de gases de efecto invernadero y la fijación de carbono. Por esta razón, la materia orgánica del suelo es un elemento estratégico para la adaptación al cambio climático y la mitigación de sus efectos (FAO, 2017).

Los nutrientes para los cultivos agrícolas representan un componente elemental en la producción mundial de alimentos, estos pueden ser aportados por fertilizantes químicos sintéticos, fertilizantes naturales y abonos orgánicos, entre otras fuentes. Los primeros contribuyen con más de 40% de la producción mundial de alimentos y se espera que su uso aumente a medida que la población mundial se incremente y la demanda exceda la capacidad de producción de las tierras agrícolas. En los últimos años la utilización y desarrollo de abonos orgánicos ha venido creciendo, debido principalmente a los nuevos conceptos sobre conservación ecológica y contaminación, en virtud de que los fertilizantes químicos se han convertido en un problema, principalmente por la contaminación de aguas y suelos derivado de su uso indiscriminado. El incremento en la producción orgánica de alimentos exige una mayor demanda de abonos, en consecuencia, el estudio del manejo de los desechos orgánicos es continuo (García, 2019).

La materia orgánica representa la más importante reserva de carbono de la biosfera y constituye la principal fuente de carbono y nitrógeno en los ecosistemas terrestres; de su conservación depende en gran medida la vida del planeta (Peña et al., 2020), para conservarla es necesario dirigir el

proceso de transformación de los restos orgánicos hacia la formación de sustancias húmicas estables y con ello disminuir la emisión de gases nocivos a la atmósfera, contribuyendo a atenuar el efecto invernadero y elevar la productividad de los agroecosistemas terrestres.

La materia orgánica del suelo en volumen solo representa el 5 % de los componentes del mismo, está conformada por un complejo de sustancias que están sujetas a procesos de transformación por la acción de factores químicos, físicos y biológicos, que ocurren de forma sistemática, favoreciendo la transformación de dichas sustancias. En general cuando nos referimos como concepto a la materia orgánica del suelo reconocemos que está constituida por todas las uniones orgánicas que se encuentran sobre o dentro del suelo, pero que perdieron su relación con los organismos vivos, es decir una hoja desprendida del árbol que cae sobre el suelo pasa a constituir parte de la materia orgánica del mismo (Ruiz, 2006).

El suelo recibe una gran cantidad de restos de diferentes orígenes, a partir de los residuos de las plantas superiores, muchas de ellas cultivadas y resulta importante el aporte de los restos orgánicos de los animales. Estas fuentes naturales de materia orgánica constituidas por los tejidos vegetales y animales, el mayor aporte lo realizan los tejidos vegetales que pueden alcanzar el 85%. La mayoría de estos residuos orgánicos llegan a la superficie del suelo, donde se depositan, mientras que otros como las raíces y organismos vivos del suelo aportan sus componentes en los horizontes superiores (Peña et al., 2020). Por lo anterior, el contenido de materia orgánica disminuye con la profundidad, siendo el horizonte A<sub>1</sub> el de mayor contenido en el perfil del suelo, acompañado de una gran diversidad de macro y micro organismos que toman su energía de la misma y participan en los procesos de transformación de la materia orgánica.

El aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante un manejo agroecológico, cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje de la materia orgánica y nutrientes, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo, estaciándose en esto los procesos de compostaje y lombricultura. 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 (García, 2019).

La transformación de los residuos orgánicos se lleva a efecto por un complejo proceso bioquímico enzimático, bajo la acción de la actividad biológica que facilitan la alteración y descomposición de los residuos orgánicos. En estos procesos la macro fauna es la responsable de la alteración y distribución inicial de los residuos vegetales y con la participación de la micro fauna y micro flora (bacterias, los hongos y los actinomicetos) se desarrollan los procesos de descomposición y transformación más complejos, donde resaltan los procesos de amonificación y nitrificación que aportan el nitrógeno asimilable para las plantas, así como la liberación de los elementos nutrientes contenidos en los residuos, mediante el proceso de mineralización. En la transformación de los compuestos orgánicos en el suelo se desarrollan dos tipos de procesos: la mineralización y la humificación, la primera consiste en la liberación en forma de moléculas inorgánicas o de iones de los elementos que primitivamente formaban parte de la materia orgánica. En la humificación se forman polímeros y macromoléculas complejas de carácter coloidal por la policondensación de sustancias orgánicas regidos por la actividad biológica bajo las condiciones del medio. (Ruiz, 2006)

La materia orgánica del suelo se puede caracterizar en dos grupos fundamentales según Ribadeneira (2015):

- Restos orgánicos, plantas, animales y microorganismos que representa los grupos de descomposición y metabolismo de la población viva.
- Sustancias húmicas. Los organismos del suelo metabolizan la materia orgánica y la transforman en humus, que es un compuesto de sustancias coloidales amorfas y el mismo después de complejos procesos permite que las sustancias nutritivas se vayan mineralizado y estén disponibles para ser de esta manera asimiladas por las raíces de las plantas.

Los compuestos orgánicos, donde los nutrientes se encuentran fuertemente retenidos son los que forman el cuerpo de los organismos vivos, así como productos de síntesis secundaria como el humus, este último está representado por tres grupos: los ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y huminas. También pueden estar presentes formando compuestos generalmente móviles que participan en la nutrición de los cultivos como:

- Compuestos órgano-minerales representados por sales complejas resultantes del desplazamiento del ion H<sup>+</sup> de los cationes de la solución del suelo.
- Compuestos orgánicos absorbidos y retenidos en la superficie de las partículas del suelo.

Cualquier acción degradativa que ocurre en el medio edáfico tiende estar relacionada con la disminución de los residuos orgánicos que llegan a los suelos, la pérdida de la actividad biológica y el incremento de la mineralización de muchos compuestos orgánicos, que deprimen la fertilidad del suelo.

Según reportan Martínez y Gómez (2015), la acción intensiva de los sistemas de fertilización mineral, los sistemas de laboreo y el monocultivo producen reducción sensible de los niveles de captura de carbono y en la composición del complejo orgánico del suelo, provocando la disminución de las reservas orgánicas de los suelos hasta niveles degradantes, aspectos que, entre otros factores han provocado que el 60 % de los suelos cubanos tengan contenidos de materia orgánica de bajo a muy bajo. La degradación del componente orgánico del suelo provoca la obtención de productos cada vez más escasos y con menor calidad para su consumo, por lo cual la introducción de métodos de control y mejoramiento del medio edáfico constituye una práctica fundamental en el sistema de producción agropecuaria.

Los sistemas productivos basados en la fertilización mineral, la intensidad de laboreo y el monocultivo producen reducción sensible de los niveles de captura de carbono y en la composición del complejo orgánico del suelo, hasta niveles degradantes, donde el uso indiscriminado de estas prácticas provoca una disminución sensible de las reservas orgánicas de los suelos. Se estima que el uso reiterado de estas prácticas ha provocado que el 60 % de los suelos cubanos tengan contenidos de materia orgánica de bajo a muy bajo. Todo este proceso provoca la obtención de productos cada vez con menor calidad para su consumo, la contaminación del ambiente y demuestra la necesidad de tomar acciones urgentes para detener el proceso de degradación en los suelos (Martínez et al., 2017).

Bajos ciertos esquemas de manejo degradativos, los suelos agrícolas suelen perder gradualmente parte de su contenido de materia orgánica, provocando con una disminución gradual del rendimiento con el paso de los ciclos de cultivo y las labores intensivas de preparación de suelo (Intagri, 2018),

pero cuando a estos suelos se les incorpora materia orgánica en la fertilización la respuesta del cultivo es extraordinaria, elevándose los rendimientos agrícolas.

Arango (2017), García (2019) y Ortiz (2020), exponen que los abonos orgánicos influyen en las propiedades del suelo al aumentar la fertilidad de este, al mejorar las propiedades químicas, físicas y biológicas, sobre las cuales se detalla a continuación su influencia:

**Propiedades químicas.** Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste, protegiendo la estabilidad de la actividad biológica del suelo y la asimilabilidad de muchos nutrientes. Una forma de regular estos cambios sucede cuando la urea y el sulfato de amonio se aplican al suelo, donde se produce nitrógeno amoniacal ( $\text{NH}_4^+$ ), que bajo condiciones de buena aireación se nitrifican liberando hidrógenos que incrementan la acidez del suelo, es aquí justo cuando la materia orgánica del suelo constituye un amortiguador disminuyendo la acidez generada por los dos fertilizantes. Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad mediante el aumento de la capacidad de adsorción de las bases cambiables, reflejada en una mayor capacidad para retener y aportar nutrientes a las plantas elevando su estado nutricional.

**Propiedades físicas:**

- > El abono orgánico mejora la estructura del suelo, haciendo más friables a los suelos arcillosos y más firmes a los arenosos, condicionando un mejor balance de la macro porosidad y micro porosidad del suelo.
- > Incrementa la estabilidad de la estructura del suelo y la resistencia a la degradación de la estructura, conservando la porosidad y mejorando la permeabilidad del suelo.
- > Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve y la retienen durante mucho más tiempo. La materia orgánica, debido a su alta porosidad, es capaz de retener una cantidad de agua equivalente a 20 veces su peso.
- > Disminuyen la erosión del suelo, al mejorar el drenaje y la estabilidad de la estructura del horizonte superior del suelo.
- > **Propiedades biológicas:**
- > Los abonos orgánicos favorecen la aireación del suelo, por lo que hay mayor actividad biológica en la rizosfera de las plantas y mayor acción de los microorganismos aerobios.

- La materia orgánica constituye una fuente de materia y energía para los macro y microorganismos, por lo que incrementan su población.
- Estimula el desarrollo radicular de las plantas, debido a un mayor aporte de materia orgánica, permitiendo a las raíces de las plantas explorar un mayor volumen de suelo para satisfacer sus necesidades de nutrientes y agua.
- La materia orgánica del suelo aumenta la población de microorganismos eficientes o benéficos disminuyendo notablemente la acción de los patógenos, ya que establecen una competencia con los microorganismos no patógenos del suelo.

Además de los beneficios anteriores, la materia orgánica del suelo tiene influencia en la protección del medio ambiente, primeramente se reporta una acción muy importante en el control del efecto de invernadero, que tanto influye en el cambio climático, que es la captura o secuestro de carbono dentro del perfil del suelo, consiguiendo la regulación de gases de efecto invernadero (GEI), originado a través del proceso de fotosíntesis y las redes tróficas biodiversas ligadas a la materia orgánica, cuyos residuos muertos en el suelo se humifican y favorecen que la materia orgánica pueda permanecer más tiempo en el suelo, demorando su mineralización y liberación del CO<sub>2</sub>, y otros GEI, mitigando sus efectos sobre el cambio climático (Sánchez et al., 2012, citados por Ribadeneira, 2015), también la materia orgánica ejerce una función de protección ambiental al fijar contaminantes aplicadas a las plantas en el control de plagas o en la acumulación de minerales pesados provenientes de la fertilización química, disminuyendo su toxicidad.

Entre las practicas agroecológicas para mantener o incrementar la materia orgánica y los macro y micronutrientes del suelo es importante considerar el mantenimiento de la cobertura y la condición estructural del suelo. La cobertura está constituida por la biomasa de las plantas vivas y los residuos muertos en la superficie del suelo, los cuales protegen el suelo de la erosión y coadyuvan a mejorar la estructura y aumentar la fertilidad, al facilitar el incremento de la materia orgánica del suelo y participar en el ciclo del nitrógeno, también mejora la infiltración del agua, disminuye la evapotranspiración y evaporación, mejorando el almacenamiento y retención del agua, todo lo cual disminuye las perdidas por erosión minimizando las escorrentías. Las coberturas muertas en el trópico resultan importantes, ya que protegen de la acción golpeante de la lluvia la estructura superficial del suelo, evitando la formación de la costra superficial disminuyendo la escorrentía,

regulando la temperatura y evitando el sobrecalentamiento. A su vez participa de forma notable en el control de las plantas arvenses que tanto daño causan por su competencia con los cultivos y facilitando la presencia de las plagas (Ribadeneira, 2015).

El mantenimiento de la condición estructural del suelo permite mantener la fertilidad física del suelo, evitando la degradación de la estructura, la cual trae consigo la compactación y reducción de la macro porosidad del mismo, disminuyendo su drenaje y aireación, al mismo tiempo que limita el adecuado desarrollo de las raíces de las plantas. La nutrición de las plantas no depende únicamente de la concentración de nutrientes en el suelo, sino también, de la posibilidad que tenga la raíz para poder explorar un espacio suficientemente amplio para alcanzar estos nutrientes y el agua. Las raíces nunca penetran en un suelo compactado y mucho menos cuando está seco (García, 2019).

La descompactación y creación de una cobertura vegetal muerta (*much*), se consigue fundamentalmente con labores que no inviertan el prisma de suelo (laboreo mínimo), por lo cual no entierran los residuos orgánicos y al romper la capa compacta, facilita la mejora de la estructura al desagregar los terrones y abriendo grietas que permiten la entrada de agua y el aire (Ribadeneira, 2015).

Entre las acciones que deben considerarse para evitar el proceso de degradación y la pérdida de las reservas orgánicas, ocupan un lugar de importancia en la actualidad, la disminución de la fertilización química y su combinación con la fertilización orgánica, así como la disminución de la intensidad de las labores de suelo. Según la FAO (2017), el incremento del contenido de materia orgánica del suelo constituye uno de los aspectos fundamentales para aumentar la capacidad productiva de los suelos y con este fin se pueden desarrollar muchas practicas agronómicas en el manejo del mismo tales como:

- Incrementar la producción de biomasa mediante el desarrollo de diferentes prácticas como son: la mayor disponibilidad de agua para las plantas, empleando métodos de riego, el control de la humedad del suelo, evitando la pérdida de agua por evaporación superficial con la utilización de cultivos de cobertura, la aplicación equilibrada de fertilizantes y el uso eficaz de enmiendas orgánicas, evitar las tierras ociosas y promocionar la vegetación permanente como la agroforestería, la reforestación y la forestación. Realizar prácticas de manejo de los rastrojos y residuos orgánicos de la producción industrial, proporcionándole al suelo una cobertura permanente o reciclando los



mismos a partir de la producción de abonos de buena calidad como el compost y el humus de lombriz, que serán posteriormente aplicados como abonos orgánicos (FAO, 2017).

- Evitar y controlar los incendios, los cuales consumen y eliminan la biomasa existente que ya no va a llegar a enriquecer al suelo, por lo que deben tomarse medidas para evitarlo y controlarlo para reducir sus daños y fomentar, en la medida de lo posible, el restablecimiento de la vegetación tras este fenómeno degradativo (Martínez et al., 2017)
- Hacer un uso óptimo de todas las fuentes de insumos orgánicos, para ser utilizados como abonos.
- Reducir los índices de descomposición de la materia orgánica del suelo mediante la labranza mínima o cero, para garantizar que el suelo tenga una suficiente cubierta orgánica.
- Evitar el desarrollo de monocultivos y llevar a cabo rotaciones de cultivos, plantaciones de leguminosas o mejorar la combinación de cultivos de ciclos cortos y largos.

En Cuba, según Martínez et al. (2017), se han realizado desde hace tiempo diferentes acciones de capacitación con los productores agrícolas y directivos para el uso y manejo de los abonos orgánicos y en el año 2001 se creó el programa nacional emergente de abonos orgánicos, a través del cual se realizaron acciones encaminadas a lograr la máxima popularización de la tecnología, su implantación en todas las unidades productivas del país y su uso en la mayoría de los cultivos. Con este objetivo se priorizó la capacitación de los productores a todos los niveles en los sistemas de tratamiento de los residuales sólidos orgánicos a partir de la lombricultura y el compostaje y una adecuada labor divulgativa sobre las características de estos sistemas, de manera que se garantizara elevar su eficiencia y la aplicación óptima de los mismos. Como resultado de estas acciones, en el país se han establecido 168 centros municipales de producción de abonos orgánicos, donde se realiza un fuerte trabajo de generalización de estas tecnologías.

Según Socorro y Parets (2000), la "Biotierra" es el compost obtenido por la inoculación de la mezcla de materiales orgánicos con microorganismos que descomponen la materia orgánica a través de diferentes procesos bioquímicos naturales para facilitar el proceso de descomposición. La producción del compost "Biotierra" se popularizó en Cuba hace muchos años por la Universidad Central de las Villas, como una alternativa de fertilización de suelos, realizándose un conjunto de investigaciones en distintos cultivos con excelentes resultados, fundamentalmente cuando se combinó su uso con el de fertilizantes minerales balanceados.

Ceballos (2020) establece algunas ventajas y desventajas del uso de los fertilizantes orgánicos, donde expone con relación a las ventajas: permiten aprovechar los residuos orgánicos y recuperan la materia orgánica del suelo, facilitan la fijación de carbono, mejoran la capacidad de absorber agua y suelen necesitar menos energía, ya que no la necesitan para su fabricación y suelen utilizarse cerca de su lugar de origen. Entre las principales desventajas: pueden ser fuentes de patógenos y plantas arvenses si no están adecuadamente tratados y deben ser utilizados en lugares cercanos a la fuente de los abonos, para que sean costeables.

La importancia de realizar una fertilización orgánica, no es sólo incrementar la cantidad de nutrientes, además, mejora las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, haciéndolo más fértil, permeable y productivo, mejorando la salud de las plantas que cultivamos en él. La base de la fertilidad de los suelos, está representada por el “humus” que se produce por la transformación de la materia orgánica por los organismos del suelo. (Cevallos, 2020).

El uso de los abonos orgánicos en cualquier tipo de cultivo es una alternativa favorable para recuperar los efectos negativos por el uso de productos químicos, además ayuda a mejorar la fertilidad del suelo, restableciendo los nutrientes que son necesarios para que las plantas puedan absorberlos, también es un factor muy importante porque nos permite recuperar el medio ambiente y el ecosistema (Gamboa, 2020)

La materia orgánica del suelo constituye un componente esencial y los compuestos húmicos garantizan en gran medida la fertilidad y capacidad productiva del mismo frente a los procesos degradativos que ocurren por un manejo inadecuado del agroecosistema, donde el manejo adecuado de los residuos y la fertilización orgánica resultan imprescindibles para evitar su degradación. La fertilización orgánica de forma exclusiva resulta eficaz, pero también crea las bases para el uso exitoso de los fertilizantes minerales, donde la combinación del abono orgánico y los fertilizantes minerales, ofrecen condiciones ambientales ideales para el desarrollo de los cultivos, si esto se combina a su vez con el uso de microorganismos eficientes, se logra incrementar las condiciones de disponibilidad de nutrientes y de sustancias bioestimuladores del crecimiento vegetal.

## Referencias bibliográficas

- Arango M.J. (2017). Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos. Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Gerencia Agropecuaria. Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias. Corporación Universitaria Lasallista. Colombia.
- Cevallos E. (2020). Elaboración de abonos orgánicos a partir de los residuos vegetales en la finca Tóala León en la comunidad JOÁ-JIPIJAPA. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en Medio Ambiente. Universidad estatal del Sur de Manabí. Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura Carrera de Ingeniería Ambiental.
- FAO. (2017). Directrices voluntarias para la gestión sostenible de los suelos. Roma. 26 p.
- Gamboa D. (2020). Efecto de la aplicación de dos abonos orgánicos, con microorganismos eficientes en la producción de cacao y su contribución económica en los productores agrícolas del Recinto Islas de Río Chico. Trabajo de titulación, que se presenta como requisito para optar por el grado de Magister en Economía, mención Desarrollo rural. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Económicas.
- García G. A. (2019). Influencia de los abonos orgánicos sobre las propiedades de los suelos en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Ejercicio práctico como requisito previo para la obtención del título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Técnica de Babahoyo.
- García, M. y Álvarez, B. (2021). Preservación del medio natural en los Reales Sitios del entorno de Madrid. *Investigaciones Geográficas*, 76, 1– 22.
- Intagri (2018). Los Abonos Orgánicos. Beneficios, Tipos y Contenidos Nutrimientales. <https://www.intagri.com/articulos/agriculturaorganica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidosnutrimientales>.
- Martínez F. y Gómez L. (2015). La fertilización de los cultivos bajo una perspectiva agroecológica. En: *Sembrando en tierra viva. Manual de agroecología* (Martínez Oliva E, ed). La Habana. p 65-83.
- Martínez, F.; García, C.; Gómez, I.; Aguilar, Y.; Martínez-Viera, R.; Castellanos, N. y Riverol, M. (2017). Manejo sostenible de suelos en la agricultura cubana. *Agroecología*. 12(1): 26-38.

- Ortiz C. (2020). Prácticas para la mejora en el proceso de compostaje de abonos orgánicos elaborados a base de estiércol y su efecto en el suelo: Revisión de literatura. Requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado Académico de Literatura. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras.
- Peña E., Carrión M., Companioni N., Rodríguez G. y Martínez F. (2020). Manual técnico para la producción de abonos orgánicos. Ministerio de la Agricultura. La Habana.
- Ribadeneira M.B. (2015). Agroecología: Aportes para la Conservación de los Recursos Naturales. Monografía previa a la obtención del título de Licenciada en Ciencias Biológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Escuela de Ciencias Biológicas.
- Ruiz N. (2006). Capítulo 8. La materia orgánica del suelo. En: Disciplina Ciencias del Suelo. Tomo I: Pedología. Universidad Agraria de La Habana UNAH. San José de Las Lajas. Provincia La Habana.
- Socorro A. y Parets E. (2000). Capítulo V. Manejo agroecológico de suelos y nutrición vegetal. En: Modelo alternativo para la racionalidad agrícola. Cienfuegos. Cuba.