

# LA VERMICOMPOSTA ORGÁNICA: UNA COMPILACIÓN LITERARIA ENCAMINADA HACIA LA SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL EN EL ESTADO DE MICHOACÁN, MÉXICO.

*THE ORGANIC VERMICOMPOST: A LITERARY COMPILATION TOWARDS  
ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY IN THE STATE OF MICHOACÁN, MEXICO.*

Mario Figueroa Cárdenas<sup>1</sup>  
María del Socorro Figueroa Béjar<sup>2</sup>  
Gildardo Cornejo Saucedo<sup>3</sup>

## RESUMEN

El objetivo del trabajo es proponer una alternativa de sustentabilidad ambiental mediante el uso de vermicomposta orgánica en el estado de Michoacán, México. El estudio se desarrolló del 01 de agosto al 30 de septiembre de 2018. Se realizó una revisión documental para el análisis sobre la eficiencia agronómica de la vermicomposta orgánica utilizada como fertilizante en suelos agrícolas y su importancia en los sistemas de producción agropecuaria. Para la interpretación de los resultados se analizó el desempeño de la vermicomposta para contrastar su eficiencia agronómica con insumos orgánicos derivados de residuos de cosecha procedentes del maíz y de alfalfa; para probar la hipótesis se emplearon modelos estadísticos y matemáticos que sustentan la confiabilidad del diseño experimental. Con este trabajo se expone la analogía que existe entre el desarrollo sustentable en términos ambientales al utilizar vermicomposta orgánica, como una información válida para el manejo de los sistemas de producción agropecuaria.

**Palabras clave:** Vermicomposta, lombriz de tierra, sustentabilidad ambiental, residuos de cosecha de maíz y de alfalfa.

---

Artículo recibido el 18 de septiembre de 2018 y aprobado el 17 de enero de 2019.

- 1 Posdoctorando en el Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental (CIGA-UNAM-CONACyT) y en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IIAF-UMSNH-CONACyT).
- 2 Tutor de la Licenciatura en Herbolaria y Fitoterapia. Universidad Virtual del Estado de Michoacán (UNIVIM). E-mail: tutor18658@univim.edu.mx
- 3 Estudiante de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Morelia. E-mail: gillor32@hotmail.com

## ABSTRACT

In order to propose an alternative of environmental sustainability through the use of organic vermicompost in the state of Michoacán, Mexico, the study was carried out from August, 01 to September, 30. A documentary review was made for the analysis of the agronomic efficiency of organic vermicompost used as fertilizer in agricultural soils and its importance in agricultural production systems. For the interpretation of the results; experimental design of the vermicompost was analyzed to compare its agronomic efficiency with organic inputs derived from corn and alfalfa harvest residues; to test the hypothesis, statistical and mathematical models were used to support the reliability of the experimental design. This paper exposes the analogy that exists between sustainable developments in environmental terms when using organic vermicompost, as a valid information for the management of agricultural production systems.

**Keywords:** Vermicompost, earthworm, environmental sustainability, harvest residues of corn and alfalfa.

**Clasificación JEL:** Q10, Q50, Q59.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo del trabajo es proponer una alternativa de sustentabilidad ambiental mediante el uso de vermicomposta orgánica en el estado de Michoacán, México. Se comparó el desempeño de la vermicomposta con rastrojo de maíz y paja de alfalfa utilizados como insumos orgánicos fertilizantes aplicados en tres tipos de suelo (34%, 45% y 64 % de arcilla). Se parte de la hipótesis de que las lombrices de tierra influyen de forma significativa en las propiedades físicas, químicas y biológicas del sistema edáfico y tienen un papel crucial en la modificación de la estructura del suelo, en la aceleración de la descomposición de la materia orgánica y del reciclado de nutrientes (Ibáñez, 2011), independientemente del tipo de suelo utilizado como sustrato (Figueroa, 2010).

La humanidad en su conjunto todavía enfrenta debilidades que deben desafiarse, enfrentarse, revolverse para convertirlas en oportunidades de desarrollo social, económico y ambiental, particularmente para los operadores de los sistemas agroalimentarios de todo el mundo, en donde el sentimiento sobre el compromiso social e histórico conduzca a los especialistas a diseñar estudios sobre los procesos de cambio en la cobertura

y uso del suelo, que actualmente se encuentran en el centro de la atención de la investigación ambiental contemporánea (Bocco *et al*; 2001); tal es el caso de la utilización de insumos orgánicos como compostas, vermicompostas, residuos de cosecha de gramíneas y leguminosas; ello implica la reducción de costos ambientales cuando aquéllos se manejan de manera racional, responsable y eficaz en los diferentes sistemas edáficos, particularmente en el estado de Michoacán, México (Galvis y Hernández, 2004).

Estos sistemas de producción se encuentran amenazados debido al deterioro ambiental, a la falta de mercados para sus productos y a la presión de tecnologías externas y especies inducidas (Ortiz y Astier, 2003). La mayoría de los proyectos de investigación se siguen desarrollando a través de enfoques predominantemente tecnológicos que no hacen nada por ir al centro de los problemas ambientales, ni cuestionan la estructura social y económica del monocultivo que es la base ecológica de la inestabilidad de la agricultura moderna (Altieri, 1994).

De ahí nace importancia para la conservación de suelos agrícolas mediante prácticas de manejo ambientalmente armónicas, económicamente rentables y socialmente sustentables (Valenzo *et al.*, 2016), en donde éstos se manifiestan de manera natural mediante mecanismos bien determinados en las condiciones físicas del medio, con componentes químicos y biológicos específicos que aseguran integralmente su organización, generación y reproducción propias dentro de entornos, espacios, ambientes, ciclos y tiempos perfectamente delimitados (Sánchez *et al.*, 2012).

La fertilidad física, química y biológica de un suelo están relacionadas con la calidad de los insumos orgánicos utilizados (Galvis, 1990 y Galvis, 1998); es por ello que la agricultura moderna debe basarse en prácticas de manejo racional, responsable y eficaz que cubran las necesidades humanas contemporáneas, conservando la calidad del medioambiente y los recursos naturales de tal suerte que ofrezcan oportunidades de desarrollo a las futuras generaciones.

Una alternativa la ofrece la laboriosidad de las lombrices en suelos agrícolas que modifican la actividad de la biomasa microbiana y acelera la descomposición bioquímica de los restos vegetales, incrementando la tasa de transformación de nutrientes mineralizados; promueve además la agregación del suelo y su porosidad, aumenta la capacidad de infiltración del agua y la velocidad del transporte de solutos nutritivos, en donde la mineralización de nitrógeno está regulada básicamente por la disponibilidad del nitrógeno orgánico disuelto y del nitrógeno amoniacal presente en el sistema edáfico: así mismo hace más eficiente la actividad de los microorganismos y sus exigencias relativas a la relación carbono

nitrógeno (R C/N) (Ibáñez, 2011). El alcance del trabajo es proponer una alternativa de sustentabilidad ambiental con base a los principios científicos y tecnológicos contemporáneos aplicables a la agricultura orgánica mediante el uso de vermicomposta, paja de maíz y forraje de alfalfa como fertilizantes orgánicos aplicados en tres tipos de suelo con diferente porcentaje de arcilla.

Es por ello necesario proponer opciones racionales que se funden en la ciencia y la tecnología, que hagan eficientes los sistemas de producción y que impidan impactos ambientales mediante estrategias de diversificación agroecológica que tienden a incrementar la biodiversidad funcional de los agroecosistemas (Altieri y Nicholls, 2007), aplicando racionalmente insumos orgánicos al sistema edáfico, como base para la formación de variados compuestos físico químicos que mantienen la actividad de la biomasa microbiana (Félix *et al.*, 2008).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Con el objetivo de proponer una alternativa de sustentabilidad ambiental en base a los principios científicos y tecnológicos contemporáneos aplicables a la agricultura orgánica al utilizar vermicomposta orgánica en sistemas edáficos del estado de Michoacán, México, se realizó una compilación literaria bibliográfica (seis artículos, dos ensayos, una tesis de maestría y dos tesis de doctorado). El estudio se desarrolló del 31 de agosto al 30 de septiembre de 2018 mediante la exploración y el análisis sobre la eficiencia agronómica de la vermicomposta orgánica incorporada como fertilizante en suelos agrícolas para explicar su importancia en la fertilidad química, física, biológica y ambiental en los sistemas de producción agropecuaria. Para la interpretación de los resultados se revisó el desempeño y la importancia que tiene el uso de la vermicomposta analizando modelos estadísticos y matemáticos que sustentan la confiabilidad de los diseños experimentales para compararla con otros compuestos orgánicos aplicados al sistema edáfico, a efecto de relacionar el crecimiento vegetativo de la especie sembrada (ryegrass) con el desempeño nutrimental de los insumos aplicados al sustrato (residuos de cosecha de maíz y alfalfa), en donde la pendiente del modelo es una medida indirecta de la tasa de crecimiento y el valor del término independiente se asocia con valor calculado por el modelo y el valor observado del testigo (Figuroa *et al.*, 2017). El diseño experimental (Figuroa, 2010) fue en bloques al azar con tres tratamientos de materiales orgánicos incorporados al sustrato (vermicomposta madura y estabilizada, paja de alfalfa cortada antes de la floración y rastrojo de maíz); se aplicaron

cinco dosis equivalentes (1, 3, 6 y 12 t ha<sup>-1</sup>), cinco repeticiones respectivamente a cada tratamiento y se tomó como referencia un testigo. Se sembró pasto anual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam) en contenedores de plástico con capacidad de 2.5 l (2.5 dm<sup>3</sup>), con 1/3 de tezontle y 2/3 de mezcla homogénea compuesta de tezontle, vermiculita, *peat-moss*, perlita y suelo agrícola en rotación 2:1 (alfalfa: maíz nativo). Se midió la longitud de crecimiento del cultivo a los 30 días después de la siembra (dds) para relacionarlo con los procesos dinámicos del desarrollo vegetativo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se sistematizó la información obtenida del diseño experimental y se verificaron los resultados experimentales de Figueroa *et al.*, 2017 para verificar la eficiencia en el desempeño nutrimental de la vermicomposta, los cuales se expresan en la Tabla 1. Se obtuvieron gráficos polinomiales de segundo grado (Figs. 1, 2 y 3) (Figueroa, 2010), que corroboran la hipótesis al correlacionar la tendencia del crecimiento vegetativo de la especie sembrada (rye grass) con el desempeño nutrimental de los insumos aplicados al sustrato (vermicomposta, rastrojo de maíz y paja de alfalfa), independientemente del tipo de suelo utilizado.

**Tabla 1**  
**Tratamientos, dosis y valores de crecimiento vegetativo.**

| <b>Repeticiones</b> | <b>Tratamientos (*)</b>   | <b>Dosis (ton ha<sup>-1</sup>)</b> | <b>Altura planta (cm)</b> |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1                   | Rastrojo de maíz          | M(1)                               | 42.3                      |
| 2                   |                           | M(3)                               | 41.1                      |
| 3                   |                           | M(6)                               | 28.2                      |
| 4                   |                           | M(9)                               | 25.7                      |
| 5                   |                           | M(12)                              | 24.3                      |
| 6                   | Paja de alfalfa           | A(1)                               | 39.2                      |
| 7                   |                           | A(3)                               | 39.4                      |
| 8                   |                           | A(6)                               | 39.7                      |
| 9                   |                           | A(9)                               | 40.4                      |
| 10                  |                           | A(12)                              | 41.0                      |
| 11                  | Vermicomposta             | V(1)                               | 42.8                      |
| 12                  |                           | V(3)                               | 43.3                      |
| 13                  |                           | V(6)                               | 44.1                      |
| 14                  |                           | V(9)                               | 45.3                      |
| 15                  |                           | V(12)                              | 47.2                      |
| 1                   | Testigos (tipos de suelo) | 32% arcilla (arenoso)              | 36.3                      |
| 2                   |                           | 45% arcilla (arcillo-limoso)       | 44.2                      |
| 3                   |                           | 64% arcilla (arcilloso)            | 33.0                      |

Fuente: Elaboración propia con datos de Figueroa *et al.*, (2017).

Nomenclatura: M=maíz, A=alfalfa, V=vermicomposta; (dosis equivalentes ton ha<sup>-1</sup>).

En la Tabla 1, se observa que a medida que se incrementan las dosis de rastrojo de maíz, el crecimiento vegetativo del cultivo sembrado tiene una tendencia inversamente proporcional, mientras que con la utilización de alfalfa y vermicomposta el comportamiento de desarrollo es directamente proporcional a las dosis aplicadas.

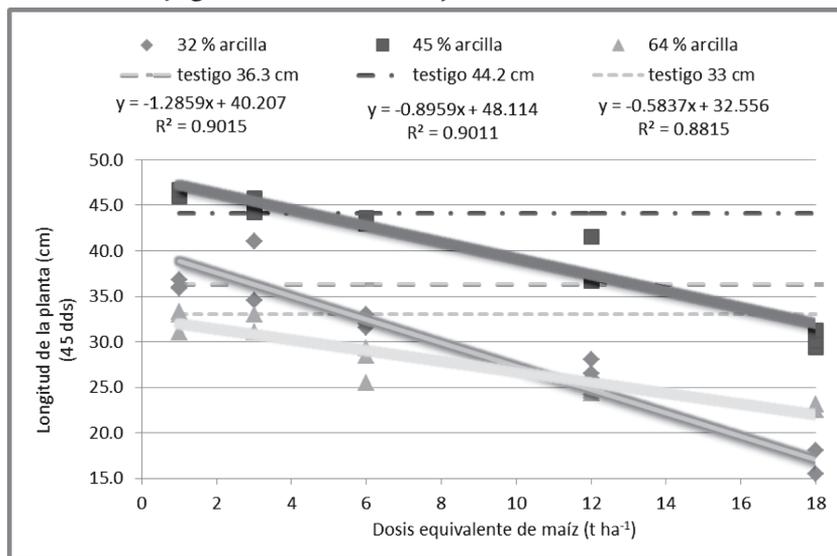
Respecto al experimento de Figueroa, 2010; en las Figs. 1, 2 y 3 se analizó la influencia que tiene el tipo de suelo con relación al material orgánico del maíz, vermicomposta y alfalfa, en un periodo de crecimiento del cultivo (45 dds) del cual se observa para el caso del suelo con 45% de arcilla sigue prevaleciendo el crecimiento del cultivo en relación a los otros tipos de suelos analizados, ello se debe a dos causas fundamentales:

- 1) Parte del material orgánico tiende a mineralizarse (fertilidad química) particularmente con bajas dosificaciones (1, 3 y 6 t ha<sup>-1</sup>), y
- 2) Porque el tamaño de las partículas que contiene este tipo de suelo es de textura media, que al contener materia orgánica en su matriz arcillosa incrementa su fertilidad física, ya que forma suelos con una porosidad y estructura (fertilidad física) que permite una mejor respiración de los organismos vivos presentes en el sistema edáfico. Al haber mayor difusión de gases se favorece las condiciones para que la biomasa microbiana (fertilidad biológica) se multiplique y desarrolle más eficientemente los procesos de mineralización del nitrógeno, que a su vez motiva el crecimiento vegetativo del cultivo establecido.

Sin embargo, la textura de los tres tipos de suelo no modifica la tendencia de crecimiento vegetativo del cultivo en función de las dosis aplicadas, observándose que el tipo de material orgánico aplicado como fertilizante (paja de maíz R C/N = 150, vermicomposta tipo de material aplicado como fertilizante orgánico (paja de maíz R C/N = 150, vermicomposta RC/N = 9 y alfalfa R C/N = 15) es significativamente más influyente que el tipo de suelo utilizado como sustrato.

De esta manera, en la Fig. 1 se muestran los resultados obtenidos del crecimiento vegetativo, en donde se observa que a medida que se incrementan las dosis del insumo (rastrojo de maíz), la línea de tendencia del crecimiento vegetativo decrece con relación al testigo, lo que se interpreta como inmovilización nutrimental del nitrógeno dentro del sistema edáfico, explicados mediante el coeficientes de determinación (0.9015, 0.9011 y 0.8815) respectivamente, lo cual expone además un alto grado de confiabilidad experimental.

**Figura 1**  
**Modelo lineal de primer grado relacionado al crecimiento vegetativo del ryegrass (insumo: rastrojo de maíz R C/N = 150).**



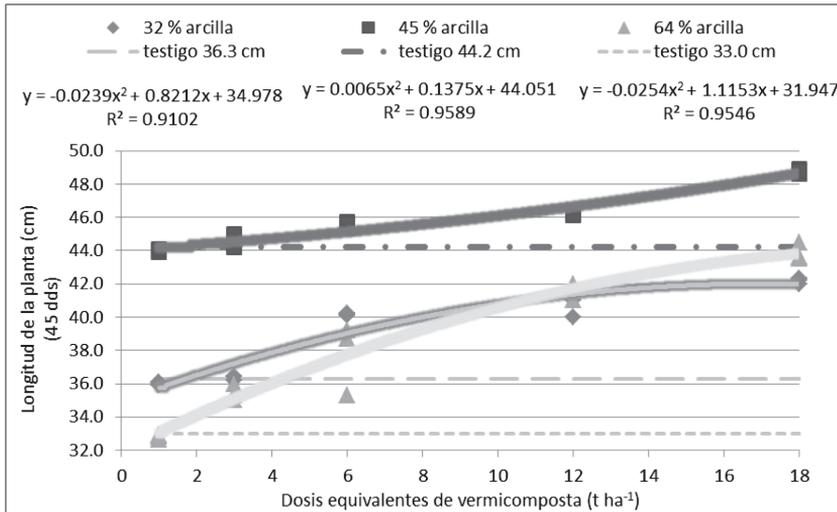
Fuente: Elaboración propia de los autores con base a Figueroa *et al.*, (2010).

Respecto al material vermicomposta (R C/N = 9) incorporada al sistema edáfico (Fig. 2); la tendencia del crecimiento vegetativo fue positivo a los 45 dds. Ello se debe principalmente a que en esa etapa de desarrollo la planta tiene una alta disponibilidad de nutrientes transformados por la lombrices (de materia orgánica a materia mineralizada), de esta manera el cultivo absorbió la mayor cantidad de nutrientes presentes en el suelo, principalmente el nitrógeno inorgánico ya disponible, porque la lombriz al consumir compuestos orgánicos los mineraliza en su tracto digestivo y los eyecta en forma de turrículos inorgánicos (Ibáñez, 2011).

Con relación al tratamiento vermicomposta, en los tres casos el signo (+ ó -) del coeficiente del término cuadrático presentan concavidad (-) y convexidad (+) de las curvas parabólicas, lo cual se interpreta que el crecimiento vegetativo del cultivo fue directamente proporcional a las dosis hasta hacer asintótica la curva, que además implica su capacidad genética de desarrollo de la especie sembrada (rye grass) y que, aunque se incorporen mayores dosis al sustrato, la planta no crecerá más.

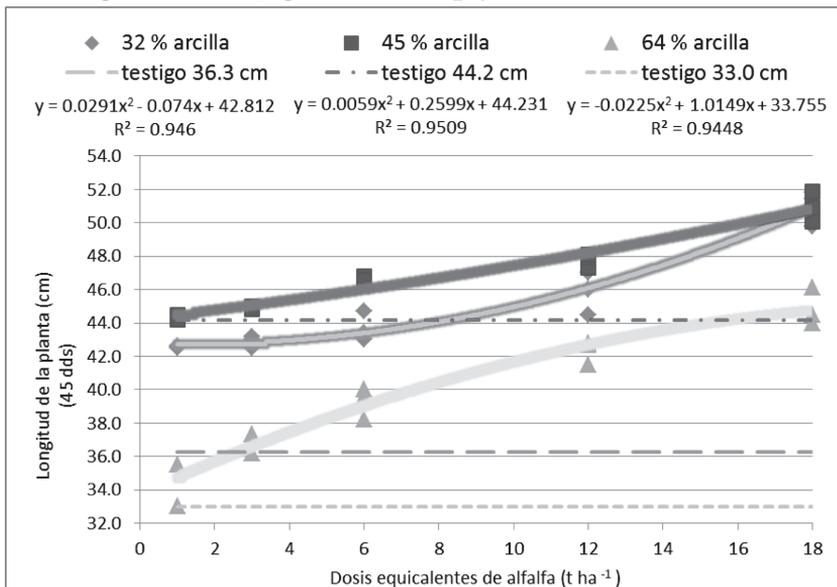
Por otra parte, en la Fig. 3 se observa la línea de tendencia positiva al aplicar paja de alfalfa R C/N = 15) en el sustrato. El coeficiente del término cuadrático presenta en todos los casos signo (-); las curvas parabólicas presentan tendencia positiva de crecimiento vegetativo con relación a los testigos.

**Figura 2**  
**Modelo polinomial de segundo grado relacionado al crecimiento vegetativo del ryegras (insumo: vermicomposta R C/N = 9).**



Fuente: Elaboración propia de los autores con base a Figueroa *et al.*, (2010).

**Figura 3**  
**Modelo polinomial de segundo grado relacionado al crecimiento vegetativo del ryegras (insumo: paja de alfalfa R C/N = 15).**



Fuente: Elaboración propia de los autores con base a Figueroa *et al.*, (2010).

Ello se explica por la labilidad que presenta la alfalfa para ser atacada por la biomasa microbiana y a la relación carbono nitrógeno ( $R\ C/N = 15$ ) que presenta este material utilizado como fertilizante agrícola natural, favorece la transformación de los materiales orgánicos a nutrientes mineralizados para ser absorbidos por el cultivo establecido.

## **CONCLUSIONES**

Al analizar los tres procesos en su dinámica de mineralización (rastrajo de maíz, vermicomposta y paja de alfalfa) con relación a los tres tipos de suelos, se observa que éstos no influyen significativamente en la tendencia de crecimiento de la especie establecida.

La tendencia de crecimiento vegetativo la define el tipo de material utilizado y su influencia es altamente significativa cuando son incorporados al sistema edáfico. Al incrementar las dosis de rastrajo de maíz se causó severa inmovilización nutrimental en el suelo, mientras que la paja de alfalfa y la vermicomposta presentan procesos dinámicos de mineralización positiva con curva asintótica en las 12 ton ha<sup>-1</sup>, incrementando así las reservas edáficas nutrimentales activas dentro del sistema de producción.

La mayor eficiencia agronómica la presentó la vermicomposta utilizada como fertilizante orgánico. Lo anterior se explica porque las lombrices se alimentaron de los materiales orgánicos y los transformaron en compuestos mineralizados disponibles como elementos nutrimentales para el cultivo (fertilidad química y biológica).

Además, utilizar vermicompostas en los cultivos agrícolas de Michoacán, mejora la estructura, disminuye la tasa de erosión del suelo al suministrar al suelo mejor porosidad, buena aireación, eficiente penetración hídrica e intercambio de gases (fertilidad física); además, se evita adquirir y aplicar al suelo fertilizantes de síntesis química, logrando así la sustentabilidad ambiental que los sistemas de producción actuales requieren para conservar los agro sistemas limpios y sanos para el beneficio de las futuras generaciones de michoacanos.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Altieri S., M.A. (1994). Bases Agroecológicas Para la Producción Agrícola Sustentable. Agricultura Técnica (Chile) 54 (4): 371 - 386.
- Altieri M.A. y Nicholls, C.I. (2007). Conversión Agroecológica de Sistemas Convencionales de Producción: estrategias y evaluación. AEET (España) Ecosistemas 16 (1): 3-12.

- Bocco, G., Mendoza, M. y Masera, O.R. 2001. La dinámica del cambio del uso de suelo en Michoacán. Una propuesta metodológica para el estudio de los procesos de deforestación. Investigaciones Geográficas No. 44; ISSN 0188-4611, México.
- Félix H., J.A., Sañudo T., R.R., Rojo M., G.E., Martínez R., R. y Olalde P., V. (2008). Importancia de los Abonos Orgánicos (ensayo). (México) Ra Ximhai 4 (1): 57-67.
- Figuroa, M., 2010. Análisis normativo y práctico de la fertilidad química y física edáfica en la agricultura orgánica y convencional. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 248.
- Figuroa *et al.*, 2017. Desempeño de ryegrass bajo diferentes insumos orgánicos locales. INCEPTUM Volumen 12, Núm. 22 (Enero-Junio 2017). pp. 29-42.
- Galvis S., A. 1998. Diagnóstico y simulación del suministro de nitrógeno edáfico para cultivos anuales. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, Instituto de Recursos Naturales, Especialidad Edafología. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 327 p.
- Galvis, S., A., 1990. Validación de las normas de fertilización de N y P estimadas con un modelo simplificado para maíz, con las dosis obtenidas en la experimentación de campo. Tesis de maestría en ciencias. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco. Estado de México. Pp 113.
- Galvis S., A. y Hernández M., T. M. 2004. Cálculo del nitrógeno potencialmente mineralizable. Interciencia 29:377-383. 2004.
- Ibáñez, J.J., 2011. Las lombrices de tierra y su importancia en el suelo. Un universo invisible bajo nuestros pies. Fundación para el conocimiento Madrid. Madrid, España. pp. 5.
- Ortiz Á., T. y Astier C., M. (2003). Sistematización de Experiencias Agroecológicas en Latinoamérica. LEISA Revista de Agroecología. Lima, Perú.
- Sánchez de P., Prager, M., Naranjo, R.E. y Sanclemente, O. (2012). El suelo, su metabolismo, ciclaje de nutrientes y prácticas agroecológicas. Agroecología 7: 19-34. España.
- Valenzo, M.A., Rodríguez, R. y Martínez, J. (2016). Estudio del desarrollo regional, desde una perspectiva bibliométrica. INCEPTUM, Vol. XI, No. 20. Enero-junio, 2016. pp. 5-25. México.