

LAS ALTERNATIVAS ORGÁNICO-MINERALES Y SU INFLUENCIA EN LA FERTILIDAD BIOLÓGICA DEL SUELO EN ALTAS DENSIDADES DE PLÁTANO

Alberto Espinosa Cuéllar*, Ernesto Espinosa Cuéllar y Osvaldo Triana Martínez.

Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales (INIVIT). Apdo. 6, Santo Domingo, CP: 53 000, Villa Clara, Cuba.

**Autor para la correspondencia: fitofer@inivit.cu.*

RESUMEN

El trabajo se realizó con el objetivo de evaluar el efecto de la aplicación de diferentes combinaciones orgánico-minerales en las que se incluye humus de lombriz, estiércol ovino y ceniza con varias dosis de NK, sobre la población microbiana en un suelo Pardo mullido carbonatado y en el plátano 'FHIA-21' en un sistema de producción extradenso, para ello se desarrollaron tres experimentos, en un diseño Completamente al Azar con cuatro réplicas. La aplicación de humus de lombriz y estiércol ovino aumentó el contenido de materia orgánica, igualmente se benefició la población microbiana. Cuando se utilizó 100 % de NK disminuyó la población de bacterias, hongos y actinomicetos en el suelo. Los mejores tratamientos fueron en los que se aplicó, 3 y 5 kg de humus de lombriz+25 % NK+5 kg de ceniza y 10 kg de estiércol ovino+25 % NK+5 kg de ceniza. El crecimiento de las poblaciones de microorganismos en el suelo se favoreció con los tratamientos orgánico-minerales.

Palabras clave: Estiércol ovino, humus de lombriz, nutrición, plátanos.

THE ORGANIC-MINERAL ALTERNATIVES AND THEIR INFLUENCE ON THE BIOLOGICAL FERTILITY OF SOIL IN HIGH DENSITIES OF BANANA

ABSTRACT

The work was carried out with the objective of evaluating the effect of the application of different organic-mineral combinations, including worm humus, sheep manure and ash with several doses of NK, on the microbial population in a carbonated soft brown soil and in the banana 'FHIA-21' in an extra-dense system, three experiments were carried out in a completely randomized design with four replicates. The application of humus of worm and sheep manure increased the content of organic matter, also benefited the microbial population. When 100 % NK was used, the population of bacteria, fungi and actinomycetes in the soil decreased. The best treatments were in which 3 and 5 kg of worm humus+25 % NK+5 kg of ash and 10 kg of sheep manure+25 % NK+5 kg of ash were applied. The growth of microorganism populations in the soil was favoured by organ-mineral treatments.

Keywords: sheep manure, worm humus, nutrition, banana.

INTRODUCCIÓN

En la gama de alternativas para la adición de materia orgánica al suelo destaca la incorporación de humus de lombriz o vermicompuesto, debido a que posee gran

estabilidad, elevado contenido en fibra bacteriana y alto contenido de nutrientes asimilables para las plantas (Manaf *et al.*, 2009).

La lombricultura es una técnica orgánica, en la que por medio del manejo de procesos naturales en el suelo permite favorecer su dinámica y como consecuencia, obtener un impacto positivo en el ámbito agrícola (Hatti *et al.*, 2010), social y económico (Gheisari *et al.*, 2010).

En Cuba se aprovecha fundamentalmente el estiércol depositado en las naves de las vaquerías. En este sentido, el estiércol y los residuales líquidos que se acumulan en las instalaciones pecuarias pueden llegar a constituir recursos valiosos para aumentar la fertilidad de los suelos (Crespo *et al.*, 2010).

Este biofertilizante o bioabono ha sido probado en varios países y en diferentes cultivos; se reportan incrementos en las cosechas y mejora en las propiedades del suelo, a diferencia de los fertilizantes químicos que reducen la productividad de la tierra (Crespo y Fraga, 2006). Esto resulta de gran importancia si se tiene en cuenta que los volúmenes de excretas que se acumulan son generalmente grandes. Según Crespo *et al.* (2010).

El cultivo del plátano es una importante fuente de alimento para gran parte de la población mundial, localizada fundamentalmente en países subdesarrollados de la región de Asia, África y América Central y del Sur.

En la actualidad se emplean tecnologías de producción basadas en las plantaciones con altas densidades por área, lo cual constituye una alternativa para la producción del cultivo del plátano, dando lugar a la obtención de altos rendimientos para un ciclo productivo (Álvarez, 2004). El suelo en sí mismo es un ecosistema donde ocurren una serie de relaciones de alimentación, muerte, degradación, y convivencia. Las propiedades del suelo dependen en gran parte del correcto mantenimiento de sus ciclos biológicos. Su complejidad es notable, y difícil de estudiar debido a la escala de trabajo y a la multitud de aspectos parciales. El objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de diferentes combinaciones orgánico-minerales en la población microbiana en un suelo Pardo mullido carbonatado en un sistema de producción extradenso.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se desarrollaron en el Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales, en un suelo Pardo mullido carbonatado (Hernández *et al.*, 2015), catalogado como *Phaeozems haplic calcaric* en correspondencia con la *World Reference Base* (WRB, 2014). Se empleó un diseño Completamente al Azar con cuatro réplicas, las parcelas tenían un área de 58 m² con 16 plantas cada una; de estas, ocho fueron evaluadas para un total 32 plantas por tratamientos. La distancia de plantación utilizada fue 3 x 2 x 1,20 m, (Álvarez, 2000), el clon utilizado fue 'FHIA-21', el mismo se plantó a partir de cormos calibrados por su peso y tamaño. El suelo donde se realizaron los experimentos tiene un contenido bajo de materia orgánica, así como un pH ligeramente alcalino en KCl y en H₂O. Los contenidos de P₂O₅ y K₂O asimilables pueden catalogarse como muy altos, según los criterios de Fundora y Yepis (2000).

Se tomaron cuatro muestras por tratamiento en un radio entre 40-50 cm con respecto al pseudotallo de la planta a una profundidad de 30 cm, lugar donde se encuentra el mayor número de raíces, las mismas se homogenizaron hasta formar una que fue la representativa para los respectivos análisis. En el caso de las muestras del campo

inicial se tomaron cinco puntos en el mismo de forma transversal, se homogenizaron y se entregaron al laboratorio de química agrícola del INIVIT.

Las evaluaciones realizadas fueron las poblaciones de hongos, bacterias y actinomicetos en el suelo.

Las determinaciones microbiológicas se realizaron en el laboratorio de Microbiología del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP). Se utilizó el método de conteo en placas con diluciones de 1 g de suelo a diferentes concentraciones en medio de cultivo sólido.

Bacterias: Se aplicó 1 ml de la dilución de concentración al medio de cultivo: Glicerina Peptona Agar.

Hongos: Se aplicó 1 ml de la dilución de concentración al medio de cultivo: Agar Rosa Bengala.

Actinomicetos: Se aplicó 1 ml de la dilución de concentración al medio de cultivo: almidón Amoniacal Agar.

Experimentos desarrollados

Se desarrollaron tres experimentos los cuales fueron los siguientes:

Experimento 1. Determinación del efecto del humus de lombriz sobre la fertilidad biológica del suelo Pardo mullido carbonatado.

Tratamientos:

1. Testigo sin fertilización
2. Testigo con 5 kg de ceniza por planta
3. Testigo de producción 6 kg estiércol ovino+25 % NK por planta (75 g N y 180 g K₂O) en plantación y a los 6 meses: 3 kg estiércol ovino de manera superficial a los 50 cm del pseudotallo (Álvarez, 2000)
4. 100 % NK por planta (300 g N y 720 g K₂O) (MINAG, 2008)
5. 7 kg humus de lombriz por planta
6. 5 kg humus de lombriz+25 % NK (75g N y 180g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta
7. 3 kg humus de lombriz+25 % NK (75g N y 180g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta
8. 1 kg humus de lombriz+25 % NK (75g N y 180g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta

Experimento 2. Determinación del efecto del estiércol ovino sobre la fertilidad biológica del suelo Pardo mullido carbonatado.

Tratamientos:

1. Testigo sin fertilización
2. Testigo con 5 kg de ceniza por planta
3. Testigo de producción (6 kg estiércol ovino + 25 % NK por planta (75 g N y 180 g K₂O) en plantación y a los 6 meses: 3 kg estiércol ovino de manera superficial a los 50 cm. del pseudotallo
4. 100 % NK por planta (300 g N y 720 g K₂O)
5. Estiércol ovino 18 kg por planta
6. Estiércol ovino 14 kg+25 % NK (75 g N y 180 g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta
7. Estiércol ovino 10 kg+25 % NK (75 g N y 180 g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta
8. Estiércol ovino 6 kg+25 % NK (75 g N y 180 g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta

Experimento 3. Efecto de la fertilización química sobre la fertilidad biológica del suelo Pardo mullido carbonatado.

Tratamientos:

1. Testigo sin fertilización
2. Testigo con 5 kg de ceniza por planta

3. Testigo de producción (6 kg estiércol ovino+25 % NK por planta (75 g N y 180 g K₂O) en plantación y a los 6 meses: 3 kg estiércol ovino de manera superficial a los 50 cm del pseudotallo)
4. 100 % NK por planta (300 g N y 720 g K₂O)
5. 75 % NK (225 g N y 540 g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta
6. 50 % NK (150 g N y 360 g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta
7. 25 % NK (75 g N y 180 g K₂O) + 5 kg de ceniza por planta

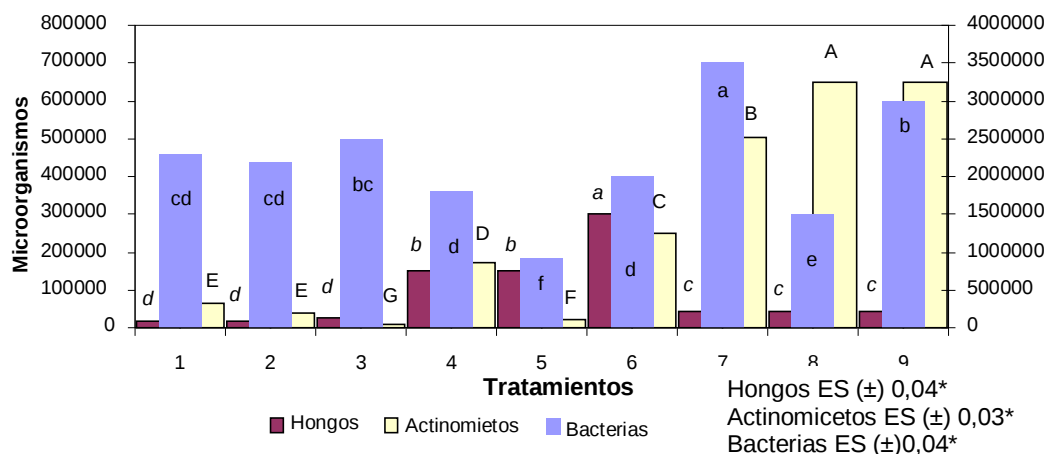
Se realizaron pruebas paramétricas, para ello se utilizó el paquete estadístico STATGRAPHICS-5. Se aplicó ANOVA de clasificación simple y la prueba de comparación de medias por Tukey (HSD) a $p < 0,05$ y en los casos donde no se observó homogeneidad de varianza se utilizó Dunnett C.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos contienen una amplia variedad de formas biológicas, con tamaños muy diferentes, como los virus, bacterias, hongos, algas, colémbolos, ácaros, lombrices, nemátodos, hormigas y, por supuesto, las raíces vivas de las plantas superiores.

En cuanto a la población microbiana en el suelo y el comportamiento de la microflora en el mismo, los mejores tratamientos fueron aquellos en los cuales se aplicó materia orgánica, lo que aumentó la población de hongos, bacterias y actinomicetos.

En la variante donde se utilizó humus de lombriz como alternativa, los mejores resultados se observan con la utilización de 3 kg y 5 kg de humus de lombriz+25 % NK+5 kg de ceniza, con diferencias significativas en comparación con el testigo de producción en cuanto a la población de bacterias y actinomicetos (Figura 1).



Leyenda: 1- Muestra de campo, 2- Testigo sin Fertilizar, 3- 5 kg ceniza, 4- 6 kg estiércol+25 % NK+3 kg estiércol, 5-100 % NK, 6- 7 kg humus de lombriz, 7- 5 kg humus de lombriz+25 % NK+5kg ceniza, 8- 3 kg humus de lombriz+25 % NK+5kg de ceniza, 9- 1 kg humus de lombriz+25 % NK+ 5 kg ceniza.

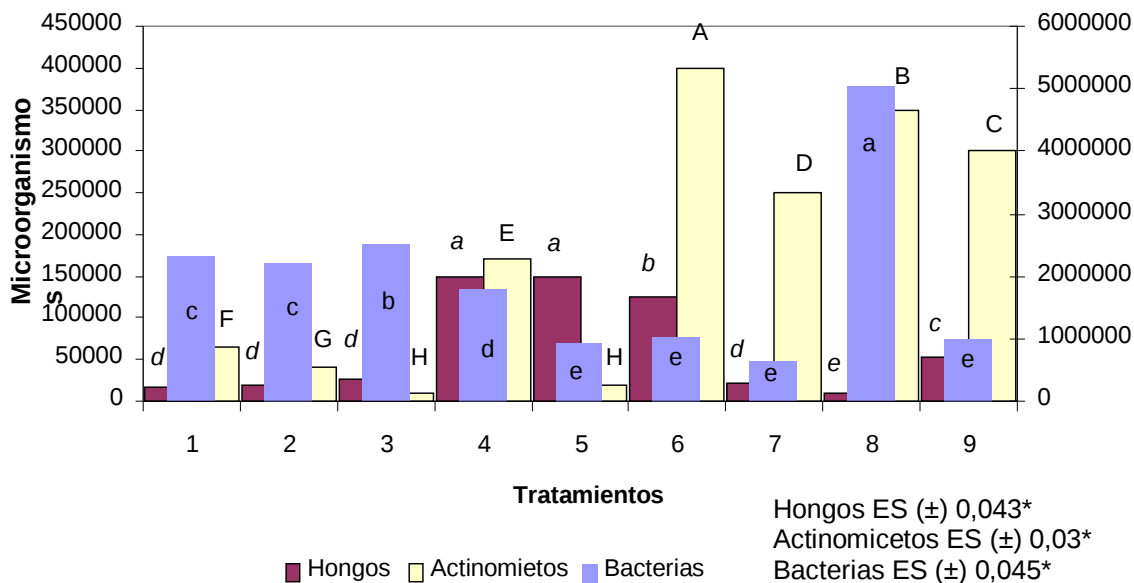
* (a,b,c,d,e) medias con letras en cursiva no comunes difieren por Dunnett C para ($p < 0,05$) (hongos).

*(A,B,C,D,E) medias con letras mayúsculas no comunes difieren Dunnett C para ($p < 0,05$) actinomicetos).

* (a,b,c,d,e) medias con letras no comunes difieren por Dunnett C para ($p < 0,05$)(bacterias).

Figura 1. Comportamiento de la población de hongos, bacterias y actinomicetos en el suelo a partir de la aplicación de humus de lombriz.

En el experimento 2 los mejores resultados corresponden al tratamiento donde se utilizó la vinculación de 10 kg estiércol + 25 % NK + 5 kg ceniza, el cual muestra un incremento superior en la población de estos microorganismos, seguido de los tratamientos 18 kg estiércol y 6 kg estiércol+25 % NK + 5 kg ceniza, con respecto a los demás tratamientos (Figura 2).



Leyenda: 1- Muestra de Campo, 2- Testigo sin Fertilizar, 3- 5kg ceniza, 4- 6 kg estiércol+25 % NK+3 kg estiércol, 5- 100 % NK, 6- 18 kg estiércol, 7- 14 kg estiércol+25 % NK+5 kg ceniza, 8- 10 kg estiércol+25 % NK+5 kg ceniza, 9- 6 kg estiércol+25 % NK + 5 kg ceniza.

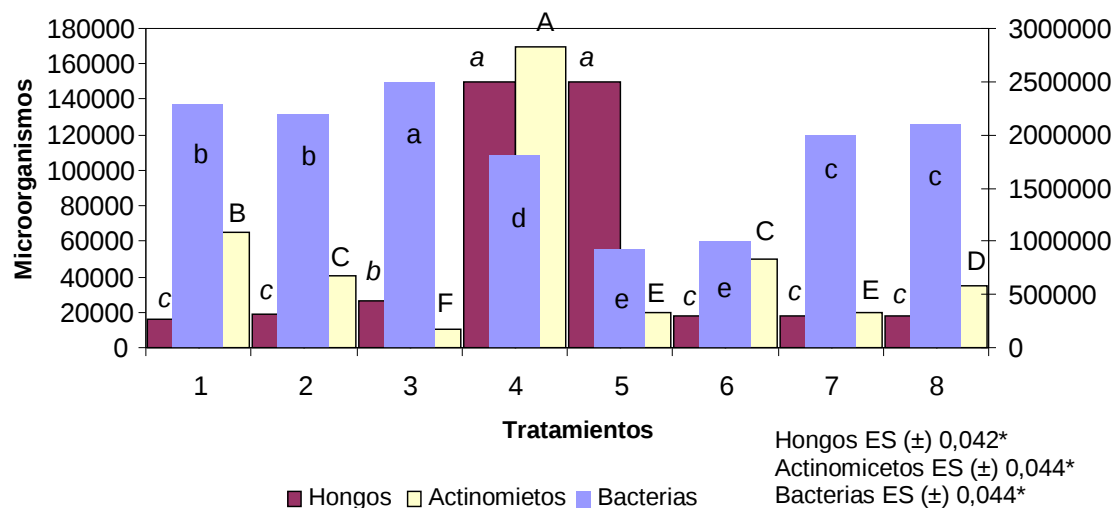
* (a,b,c,d,e) medias con letras en cursiva no comunes difieren por Dunnett C para ($p < 0,05$) (hongos).

* (A,B,C,D,E) medias con letras mayúsculas no comunes difieren Dunnett C para ($p < 0,05$) (actinomietos).

* (a,b,c,d,e) medias con letras no comunes difieren por Dunnett C para ($p < 0,05$) (bacterias).

Figura 2. Comportamiento de la población de hongos, bacterias y actinomicetos en el suelo a partir de la aplicación de estiércol ovino.

La reducción de fertilizantes químicos es una alternativa utilizada en varios cultivos para que el mismo sea más sostenible económicamente y a su vez no se comprometan los rendimientos del mismo. Cuando aplicamos fertilización química sin vincular con alternativas orgánicas se observa una disminución de la fertilidad biológica del suelo con respecto a aquellos tratamientos en los cuales se utilizaron alternativas orgánicas en combinación con fertilización NK. Siendo el de mejor resultado el testigo de producción donde se utilizó 6 kg estiércol ovino+25 % NK por planta (75 g N y 180 g K₂O) en plantación y a los 6 meses: 3 kg estiércol ovino de manera superficial, con diferencias significativas en cuanto a la población de hongos y actinomicetos sobre los demás tratamientos (Figura 3).



Leyenda: 1- Muestra de Campo, 2- Testigo sin fertilizar, 3- 5 kg ceniza, 4- 6 kg estiércol + 25 % NK + 3 kg estiércol, 5- 100 % NK, 6- 75 % NK+5 kg ceniza, 7-50 % NK+ 5 kg ceniza, 8- 25 % NK+5 kg ceniza.

* (a,b,c,d,e)medias con letras en cursiva no comunes difieren por Dunnett C para ($p < 0,05$) (hongos).

*(A,B,C,D,E)medias con letras mayúsculas no comunes difieren Dunnett C para ($p < 0,05$) (actinomicetos).

* (a,b,c,d,e)medias con letras no comunes difieren por Dunnett C para ($p < 0,05$) (bacterias).

Figura 3. Comportamiento de la población de hongos, bacterias y actinomicetos en el suelo a partir de la aplicación de fertilizantes químicos.

Según Thompson y Troeh (1988) las bacterias son organismos procariotas unicelulares; la mayor parte de ellas presenta forma esférica (cocos) o de bastón (bacilos) y son importantes debido a que algunas realizan funciones específicas como la oxidación del amoníaco a nitratos, mientras que otras intervienen en el proceso general de descomposición de materiales orgánicos y los actinomicetos son menos numerosos que las bacterias y uno de los factores favorables para su presencia es la abundancia de calcio, que proporciona una condición neutra o ligeramente alcalina. Además, los actinomicetos son organismos procariotas filamentosos; sus hifas son cenocíticas, tienen el diámetro de las bacterias y de la arcilla gruesa y están con frecuencia ramificadas y entrelazadas, por lo cual son difíciles de contar.

Los hongos, según Wild (1992), pueden representar el 70 % de la población microbiana y constituyen el segundo de los dos grandes grupos de microorganismos del suelo. Todos son eucariotas heterótrofos y se incluyen entre las especies que necesitan nitrógeno, ya sea en forma de sales minerales o de compuestos orgánicos nitrogenados, pues están desprovistos de capacidad fijadora.

Resultados similares fueron reportados por Cepeda (1993) y Ruiz (1996) quienes demostraron que el suelo pierde su dinámica biológica debido al efecto nocivo generado por el uso de los agroquímicos, el impacto sobre el suelo de las láminas pesadas del agua procedente de los sistemas de riego, las cuales posteriormente provocan una lixiviación o lavado de base, acidificando el suelo y con ello dan lugar efectos tóxicos en este. También se incluye la pérdida de materia orgánica por procesos de oxidación y de erosión, así como la tasa de extracción de nutrientes por los cultivos

que influyen en la disminución de la fertilidad del suelo. Debido a esto los abonos orgánicos o materia orgánica ganan un mayor protagonismo en los momentos actuales pues pueden restituir la dinámica biológica y la fertilidad perdida.

Según resultados obtenidos por Kennedy y Smith (1995) los suelos que mantienen un alto nivel de biomasa microbiana son capaces no solamente de almacenar más nutrientes, sino de reciclar más nutrientes a través del sistema. Varias capacidades anabólicas y catabólicas son ampliamente distribuidas dentro de las poblaciones del suelo y si estas son alteradas, entonces organismos de grupos taxonómicamente diferentes son capaces de reemplazarse unos a otros en los ciclos de descomposición sin aparentes pérdidas en el funcionamiento del sistema suelo.

CONCLUSIONES

La fertilidad biológica del suelo se vio favorecida con la utilización de alternativas orgánicas de fertilización vinculadas con el 25 % de fertilización mineral en un sistema de producción extradenso del plátano 'FHIA-21'.

BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, J.M. 2004. Instructivo técnico "Tecnología del futuro". 20 p.
- CEPEDA REY, J. 1993. Fertilización con abono orgánico. Seminario Taller Internacional sobre fertilidad y nutrición en banano y plátano. Santa Maria, Colombia. pp. 18-22.
- CRESPO, G. y col. 2010. Utilización de residuales de las instalaciones pecuarias para la producción de pastos y forrajes tropicales. Resúmenes. Congreso 45 Aniversario del Instituto de Suelo y VII Congreso de la Sociedad Cubana de la Ciencia del Suelo. Ciudad de La Habana, Cuba. p. 41.
- CRESPO, G. y S. FRAGA. 2006. Avances en el conocimiento del reciclaje de los nutrientes en sistemas silvopastoriles. IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la producción pecuaria sostenible. III Simposio sobre sistemas silvopastoriles para la producción ganadera sostenible. EEPF "Indio Hatuey". Matanzas, Cuba. p. 104
- FAO. 2014. FAO Statistical Databases. Agricultural Production result.
- FUNDORA, O. y O. YEPIS. 2000. Ahorro de fertilizantes en empresas de cultivos varios y la limitación de la contaminación ambiental. XIII Forum Municipal de Ciencia y Técnica. Villa Clara.
- HATTI, S.S.; R.L. LONDONKAR; S.B. PATIL; A.K. GANGAWANE y C.S. PATIL. 2010. Effect of *Eisenia foetida* vermiwash on the growth of plants. *Journal of Crop Science*, 1(1): 6-10.
- HERNÁNDEZ, J. A.; J.J.M. PÉREZ; I.D. BOSCH y S.N. CASTRO. 2015. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba. 2015, 93 p. ISBN: 978-77-7-959-7023.
- GHEISARI, S.; S. DANESH y S.M. MOUSAVI. 2010. Growth and Reproduction of *Eisenia foetida* in Vermicomposting of Organic Fraction of Municipal Solid Wastes. *Asian Journal of Chemistry*, 22 (2): 1266-1274.
- KENNEDY, A.C. y K.L. SMITH. 1995. Soil microbial diversity and the sustainability of agricultural soils. *Plant Soil*, 170, 75-86.
- MANAF, L.A.; JUSOH, M.L.C. and YUSOFF, M.K. 2009. Influences of Bedding Material in Vermicomposting Process. *International Journal of Biology*, 1 (1): 81-91.
- MINAG. 2008. Instructivo técnico del cultivo del plátano. 24 pp.

- NAVARRO PEDREÑO, J.; R. MORAL HERRERO; I. GÓMEZ LUCAS y J. MATAIX BENEYTO. 1995. Residuos orgánicos y agricultura. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. Alicante. España, 108 pp. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/235941169_Residuos_organicos_y_agricultura.
- RUIZ, J.F. 1996. Los fertilizantes y la fertilización orgánica bajo la óptica de un sistema de producción orgánica. Primer Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, México, D.F. pp. 23-47.
- THOMPSON, L. M. y F.R. TROEH, F. R. 1988. Los suelos y su fertilidad. Revert S.A. Barcelona. España, pp. 135-169.
- WILD, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell. Versión Española de P. Urbano Terrón y C. Rojo Fernández. Mundi-Prensa. Madrid. España, 1045 p.
- WRB (World reference base for soil resources). 2014. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Reports no. 106. FAO, Roma, Italy. 2014, 81 p. ISSN: 0532-0488.