

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS PARA HUERTOS INTENSIVOS Y ORGANOPÓNICOS

EVALUATION OF SUBSTRATES FOR INTENSIVE ORCHARDS AND ORGANOPHONIC

Autores: Guillermo Pérez García¹

Mirna Morgado Martínez¹

Eulixe Vaillant Losada²

Obeydi Campos Figueredo²

Institución: ¹ Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Cuba

² Ministerio de la Agricultura. Ciego de Ávila, Cuba

Correo electrónico: guillermo@unica.cu

RESUMEN

Se evaluaron diferentes sustratos orgánicos, con el empleo de cachaza, estiércol ovino y vacuno en diferentes proporciones con el objetivo de determinar los más factibles, tanto biológica como económicamente en una asociación de habichuela y rabanito en condiciones de huertos intensivos. La utilización de las combinaciones de los tratamientos en los que se balancean proporciones ovino y vacuno se obtienen resultados comparables con la cachaza, mientras los rendimientos se favorecen tanto en la mezcla de ovino más vacuno donde se produjeron los mayores valores relacionados con el rendimiento en kg/m². Económicamente el tratamiento 1 (cachaza + suelo) resultó ser el mejor, pues el costo por peso de producción fue el más bajo, obteniéndose las mayores utilidades, no obstante, las mezclas estiércol ovino-vacuno muestran utilidades y todos los tratamientos son económicamente factibles, pues el costo/peso de producción oscila entre \$ 0.25 - \$ 0.27.

Palabras clave: Cachaza, Estiércol ovino, Estiércol vacuno, Mezclas.

ABSTRACT

Different organic substratum were evaluated, with the employment sugar cane filter mud, manure sheep and manure bovine in different proportions in order to determining the most feasible, so much biological as economically in a bean and radish association under conditions of intensive orchards. The use of the combinations of the treatments in those, that balance proportions sheep and bovine manure results comparable with the mud, while the yields are favored so

much in the mixture of more bovine and sheep manure where the bigger values related in kg/m². Economically the treatment 1(sugar cane filter mud + soil) resulted to be the best, because the cost of production was the lowest, being obtained the biggest utilities, nevertheless the mixtures ovine-bovine manure show utilities and all the treatments are economically feasible, because the production cost/peso oscillates among \$0.25 - \$0.27.

Key words: Bovine manure, Mixtures, Sheep manure, Sugar cane filter mud.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se desarrolló en Cuba un fuerte movimiento agrícola en las ciudades y asentamientos poblacionales. El objetivo de este movimiento ha sido obtener la máxima producción de alimentos diversos, frescos y sanos en áreas disponibles, anteriormente improductivas. Estas producciones se obtienen mediante prácticas orgánicas, que no contaminan el ambiente, con uso racional de los recursos de cada territorio, y una comercialización directa al consumidor. Esto ha demandado el desarrollo de un grupo de actividades y estructuras capaces de garantizar la estabilidad de este sistema productivo.

Nuestra agricultura se caracteriza por producciones de insumos residuales de la producción industrial y animal, pero las cantidades de estos materiales de forma individual no resuelven las necesidades nutritivas de los cultivos, por lo que se hace necesario realizar mezclas.

El estiércol vacuno se caracteriza por su elevado contenido de potasio. El nitrógeno y el potasio disponible en las heces de ovejas puede tener una eficacia de hasta tres años. El estiércol añadido al sustrato mejora la composición nutritiva de este, lo cual favorece el metabolismo bacteriano y por tanto la composición cuantitativa de este grupo microbiano. Los actinomicetes se benefician por el aporte de estiércol tanto bovino como ovino y se han encontrado utilidades superiores y menores costos por peso al utilizar las mezclas (Rodríguez, 2004) en el caso particular del tomate.

La materia orgánica promueve la retención de iones, además de mejorar las condiciones físicas del suelo, como la estructura y la aireación, reduce la compactación y aumenta la actividad microbiana (Primo et al., 2012; Miranda et al., 2014). Al adicionar materia orgánica al suelo, estos capturan carbono

(González et al., 2014), y se mantiene un contenido alto del mismo en el suelo (Pauli et al., 2014).

La materia orgánica deberá ocupar entre el 50% y el 75% para obtener altos rendimientos de forma estable en organopónicos, huertos intensivos, y el suelo que se debe utilizar deberá ser imprescindible de la capa vegetal, pues es aquí donde se encuentra la vida biológica y la mayor cantidad de elementos nutrientes, en forma asimilable para las plantas (MINAG, 2007).

Teniendo en cuenta lo antes expuesto, se realizó la evaluación de diferentes sustratos para la producción de hortalizas, utilizando materiales de fácil adquisición para mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo y por consiguiente aumentar la calidad de los productos cosechados y aumentar el rendimiento de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en huertos intensivos de la Empresa “La Cuba” del municipio Baraguá y “Juventud Heroica” del municipio Venezuela de la provincia Ciego de Ávila, donde se evaluaron diferentes mezclas de materia orgánica para confeccionar sustratos orgánicos. El suelo básico fue Ferralítico rojo compactado (Hernández et al., 2015), de buen drenaje y contenido medio de N P K, este constituyó el 25% de la mezcla. Los cultivos que se establecieron fueron habichuela (*Phaseollus vulgaris* L.) variedad Cantón, con marco de siembra de 0.40/0.25m a dos hileras y rabanito (*Raphanus sativus* L.) variedad Scarlet globe con un marco de 0.20/0.10 m a tres hileras, los que se establecieron asociados. El diseño experimental utilizado fue de bloques al azar con siete tratamientos.

La composición de los sustratos y los tratamientos establecidos fue la siguiente:

Tratamiento	Composición
1	75% cachaza + 25% suelo (Control en producción)
2	75% estiércol vacuno + 25% suelo
3	50% estiércol vacuno + 25% suelo + 25% ovino
4	35% estiércol vacuno + 25% suelo + 40% ovino
5	75% ovino + 25% suelo

6	50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno
7	35% ovino + 25% suelo +40% vacuno

Las evaluaciones consistieron en:

- Rendimiento de habichuela (kg/m²).
- Número de nódulos efectivos en el sistema radical de la habichuela (30 plantas) según Pommeresche y Hansen (2017).
- Rendimiento de raíces carnosas de rabanito (kg/m²).

Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico se realizó mediante el método indirecto por diluciones decimales de forma cuantitativa y siembra a profundidad en placas petri (Mayea, Novo y Valiño, 1982). Se utilizaron tres muestras para cada dilución, cada una con el nutriente adecuado lo que facilitó su desarrollo acelerado.

La agrotecnia se realizó según el manual para organopónicos y huertos intensivos (MINAG, 2007).

Análisis de sustratos:

Determinación de fósforo y potasio de acuerdo con Martín et al., (2014). El análisis económico se realizó según costo/peso y utilidades.

Los datos se sometieron a análisis estadístico mediante el utilitario Statgraphics-plus 4.1, realizándose ANOVA simple y para las diferencias entre las medias el método de Tukey, para $p \leq 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de la Habichuela.

Como se muestra en la figura 1, el rendimiento en kg/m² no muestra diferencias entre la mayoría de los tratamientos, excepto los tratamientos 2 y 5 que difieren con respecto a todos los demás y poseen la menor media. Estos tratamientos no constituyen mezclas. Los demás tratamientos poseen estiércol bovino pero combinado con ovino lo cual le ofrece un mejor comportamiento y lo ponen al mismo nivel que con el uso de la cachaza al 75%.

La presencia del estiércol ovino y vacuno, proporciona efectos directos e indirectos para el crecimiento de las plantas, ya que mejoran la textura del terreno y contribuyen a que el suelo posea buena penetración del aire, absorción de la humedad e intercambio de gases y es mayor la acción de los

microorganismos, se crean mejores condiciones para el crecimiento y desarrollo, así lo demostraron (Pinedo et al., 2018) cuando la aplicación de estiércol bovino mejoró significativamente el rendimiento, el tamaño y el peso de los frutos en plantas de camu-camu.

Rodríguez (2004) encontró resultados favorables con el estiércol vacuno y el ovino y señaló que ambos estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos cuando las dosis son de 10 o más kg/ha/año.

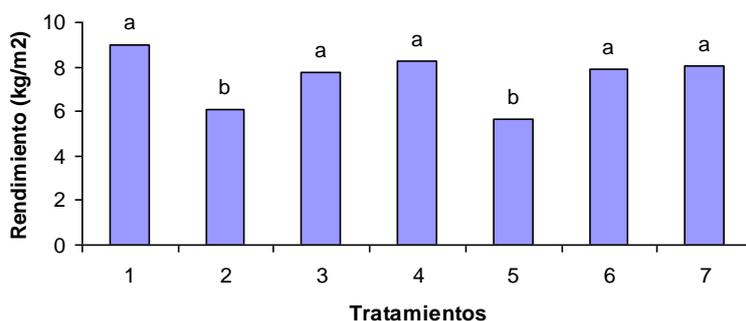


Figura 1. Rendimiento de la habichuela. Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x=0.117$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo +40% vacuno.

Al analizar el efecto de los tratamientos respecto a la nodulación (Figura 2) se aprecia que el mayor valor corresponde al tratamiento 1 que contiene un 75% de cachaza y aunque los valores son ligeramente más bajos en las mezclas no difieren respecto a este tratamiento. La aplicación de estos estiércoles de forma independiente produce los menores valores de nodulación, por lo que se infiere que tanto la cachaza como las mezclas de los estiércoles influyen decisivamente en la formación de nódulos de esta leguminosa.

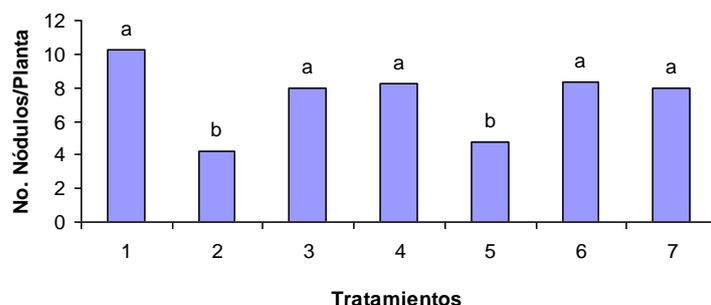


Figura 2. Número de nódulos por planta. Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x = 0.24$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

Una fuente apreciable de materia orgánica la constituye la cachaza, producto residual de la industria azucarera, la cual ha sido empleada con resultados positivos como agente mejorador del suelo y fuente de N debido a la formación de nódulos en las leguminosas.

Pommeresche y Hansen (2017) señalaron que la fijación de nitrógeno en una simbiosis leguminosa-rizobio varía ampliamente según el clima, el contenido de nitrógeno del suelo, el sistema de cultivo y el manejo. Cuando la cantidad de rizobios es pequeña, el bajo número de nódulos por planta se compensa con un aumento en el tamaño del nódulo.

Evaluación del rabanito.

Referente al rendimiento del rabanito (Figura 3) los tratamientos 2 y 5 difieren significativamente del resto, estos poseen el estiércol simple. El comportamiento es similar al de la habichuela. La cachaza representa para la planta un buen aporte de nitrógeno y de fósforo, no así de potasio, por lo que se infiere que las mezclas favorecen los niveles de NPK.

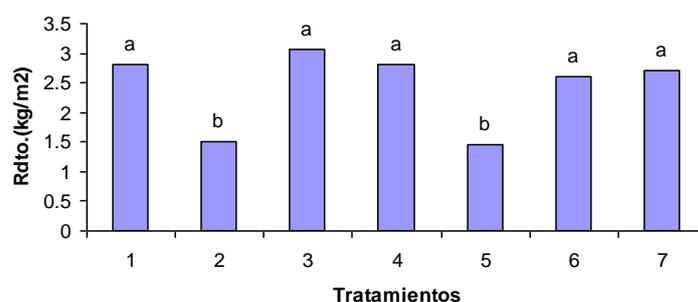


Figura 3. Influencia de los tratamientos en el rendimiento del rabanito en kg/m^2 . Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x = 0.10$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

Análisis microbiológicos.

En cuanto al comportamiento de las bacterias (Figura 4) se muestran diferencias significativas entre los tratamientos. Las medias mayores se

alcanzan en los tratamientos con niveles altos de estiércol vacuno, tanto individual como mezclado y en el tratamiento con cachaza. El estiércol añadido al sustrato, mejora su composición nutritiva y la fuente energética, lo cual favorece el metabolismo bacteriano y en virtud la composición cuantitativa de este grupo microbiano. Rodríguez (2004) encontró resultados superiores con el estiércol vacuno comparado con el ovino señalando que ambos materiales orgánicos (estiércoles) mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos cuando las dosis son de 10 o más kg/m²/año.

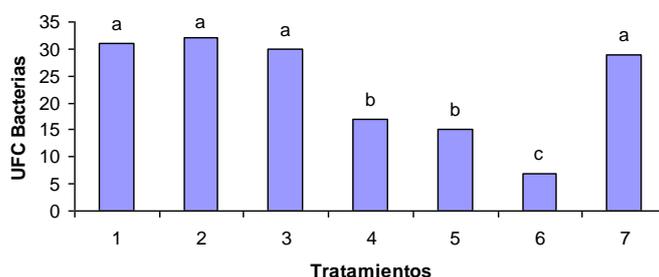


Figura 4. Número de unidades formadoras de colonias de bacterias (UFC). Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x = 1.91$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

Las bacterias benéficas de las plantas contribuyen en el crecimiento y aumento del rendimiento de los cultivos agrícolas, ya que participan en el reciclaje de los nutrientes esenciales para las mismas, pues son las que finalmente descomponen (mineralizan) los residuos y liberan los nutrientes.

Celedón et al., (2016) señalaron que las bacterias promotoras del crecimiento mediante la vía IPA (Indol-3-piruvato), lo hacen mediante diversos mecanismos que incluyen la producción de fitohormonas, en particular bacterias capaces de estimular la producción de ácido indol acético (AIA). Señala dentro de este mecanismo las restricciones al crecimiento de patógenos, lo cual provoca que las plantas crezcan más vigorosamente ocurriendo cambios en el equilibrio hormonal, lo que resulta en un mayor crecimiento y desarrollo del sistema radical.

En cuanto al comportamiento de los hongos (Figura 5) los tratamientos con mayores niveles de estiércol vacuno, así como la cachaza, presentan las

mayores medias, no difieren entre ellos y sí del resto de los tratamientos. En este caso se pone de manifiesto que el nivel alto de estiércol vacuno favorece la formación de Unidades Formadoras de Colonias (UFC), comparado con un alto nivel que se logra en el sustrato con cachaza. En tal sentido hay correspondencia con lo planteado por Rodríguez (2004) el que señala que los hongos se benefician por el aporte de estiércol tanto bovino como ovino.

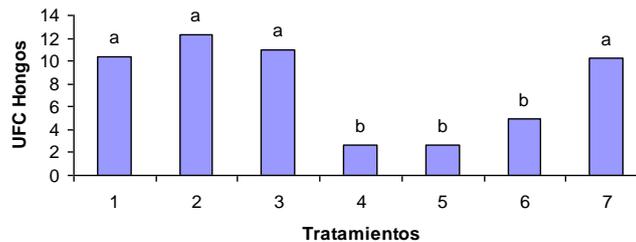


Figura 5. Número de unidades formadoras de colonias de hongos (UFC). Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x = 0.89$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

Es importante señalar que los hongos aislados del suelo son del tipo heterótrofos aeróbicos y que la adición del estiércol al suelo crea condiciones idóneas para servir de sustrato alimenticio de estos microorganismos y de esta forma con su mineralización contribuir favorablemente a la nutrición autotrófica de las plantas.

En el caso de los actinomicetes (Figura 6) el sustrato con cachaza mostró una media muy alta y muy diferenciada del resto de los tratamientos.

Los actinomicetes constituyen un grupo de microorganismos con una amplia gama de miembros, los cuales se hayan formando fracciones de la comunidad biológica de los más variados ecosistemas de la tierra.

Los actinomicetes son abundantes y están ampliamente distribuidos en el suelo. Entre ellos el género *Streptomyces* resulta el de mayor frecuencia en los aislamientos de suelo.

La proporción de los *actinomicetes* dentro de la comunidad microbiana del suelo varía entre 10 y 70% del total de los aislamientos y en particular en los

suelos Ferralíticos rojos, los *Streptomyces* constituyen del 46-48% del total de la microflora.

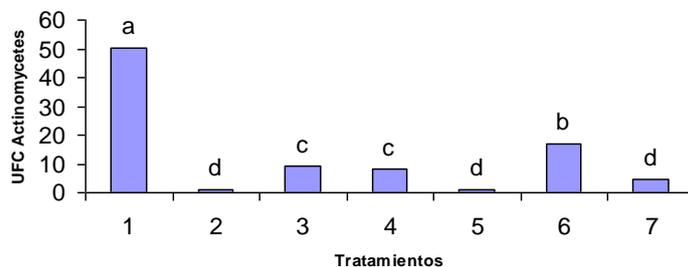


Figura 6. Número de unidades formadoras de colonias de Actinomicetes (UFC). Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x = 1.91$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

Análisis químicos de los sustratos.

Los resultados del comportamiento del potasio acorde con los sustratos utilizados se muestran en la figura 7. La cachaza muestra valores muy bajos de potasio, mientras que los estiércoles utilizados, tanto mezclados como individuales garantizan mayores niveles de este vital macronutriente.

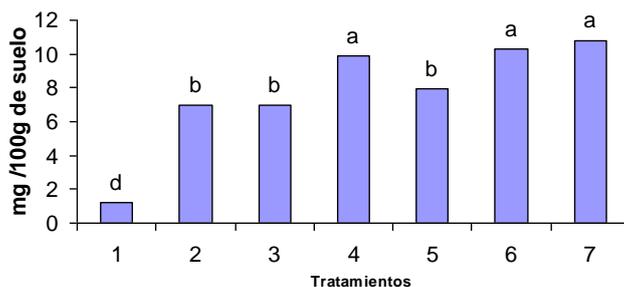


Figura 7. Niveles de potasio acorde a los sustratos utilizados. Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x = 0.84$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

Por el contrario al analizar el fósforo (Figura 8) el nivel más alto se alcanza en la cachaza al 75%. Se ha comprobado que el fósforo cedido por la cachaza

presenta una mayor disponibilidad para el cultivo de las hortalizas que el de los abonos minerales. No obstante las mezclas con niveles altos, tanto de vacuno como ovino proporcionan niveles adecuados de fósforo, el que puede ir pasando paulatinamente a formas minerales asimilables.

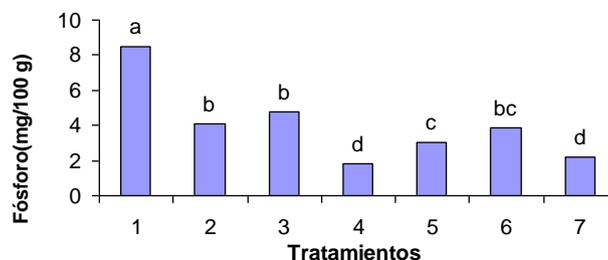


Figura 8. Niveles de fósforo acorde a los sustratos utilizados. Medias con letras desiguales difieren al 5%.

Tukey. $S_x = 0.57$. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3) 50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

Análisis económico

Como se muestra en la tabla 1 todos los tratamientos producen utilidades, la cachaza por estar relacionada con muy buenos rendimientos es la superior, no obstante las mezclas muestran altas utilidades. En un análisis económico en el cultivo de tomate y lechuga (Rodríguez, 2004) las variantes donde se utilizó estiércol bovino u ovino combinado o no, mostraron rendimientos mayores al testigo sin materia orgánica, las utilidades superiores y menores los costos por peso.

Tratamiento	Costo/peso	Utilidades
1	0.25	16.35
2	0.27	7.59
3	0.27	10.08
4	0.25	9.8
5	0.27	10.78
6	0.27	12.96
7	0.27	14.12

Tabla 1.- Análisis económico. Expresado en CUP por metro cuadrado. Tratamientos: (1) 75% cachaza + 25% suelo, (2) 75% est vacuno + 25% suelo, (3)

50% est vacuno + 25% suelo + 25% ovino, (4) 35% est vacuno + 25% suelo + 40% ovino, (5) 75% ovino + 25% suelo, (6) 50% ovino + 25% suelo + 25% vacuno, (7) 35% ovino + 25% suelo + 40% vacuno.

CONCLUSIONES

Tanto la aplicación de cachaza como las mezclas de estiércoles ovino y vacuno favorecieron el rendimiento de la habichuela y el rabanito, así como, la nodulación en la habichuela. Aumentaron las cantidades de bacterias y hongos con la aplicación de cachaza y cuando se aplicaron los mayores valores de estiércol vacuno. La cachaza mostró niveles muy bajos de potasio, mientras las mezclas poseen niveles adecuados del mismo. La cachaza mostró niveles altos de fósforo, las mezclas con alto contenido de vacuno, así como, el vacuno sólo producen niveles intermedios de este elemento. Todos los tratamientos muestran utilidades y bajos costos por peso.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- CELEDÓN, P.V.; ET AL.: «Biosíntesis de ácido indol-3-acético y promoción del crecimiento de plantas por bacterias», *Revista Cultivos Tropicales*, Vol. 37, número especial, pp. 33-39, 2016.
- GONZÁLEZ, M.L.; ET AL.: «Cambios de carbono orgánico del suelo bajo escenarios de cambio de uso de suelo en México», *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Vol. 5, Núm. 7, pp. 1275-1285, 2014.
- HERNÁNDEZ, J.A.; ET AL.: *Clasificación de los suelos de Cuba*, Ed. INCA, Cuba, 2015.
- MAYEA, S.; NOVO, R.; VALIÑO, A.: *Introducción a la Microbiología del suelo*, 187 p., Ed. Pueblo y Educación, La Habana, Cuba, 1982.
- MARTÍN, A.G. ... ET AL.: «Efecto de la aplicación de estiércol vacuno e inoculación micorrízica sobre el crecimiento y producción de semillas de *Canavalia ensiformis* en suelos ferralíticos rojos lixiviados», *Revista Cultivos Tropicales*, Vol. 35, Núm. 1, pp. 86-91, 2014.
- MINAG: «Manual técnico de organopónicos y huertos intensivos», *INFAT. GNAV*. La Habana, 2007.
- MIRANDA, R. ... ET AL.: «Influencia de la dosis de estiércol ovino y bioinsumo en la mineralización del nitrógeno», *Revista RIIARn*, Vol. 1, Núm. 1, pp. 92-98, 2014.

- PAULI, N. ... ET AL.: «Changes in soil quality indicators under oil palm plantations following application of 'best management practices' in a four-year field trial», *J. Agriculture, Ecosystems & Environment*. Vol. 195, Núm. 1, pp. 98-111. 2014.
- PINEDO, M.P. ... ET AL.: «Mejoramiento de las características agronómicas y rendimiento de fruto de camu-camu con el uso de biofertilizantes en Loreto, Perú», *Revista Scientia Agropecuaria*, Vol. 9, Núm. 4, pp. 527 – 533, 2018.
- PRIMO, D.C....ET AL.: «Contribuição da adubação orgânica na absorção de nutrientes e na produtividade de milho no semiárido paraibano», *Revista Agrária*, Vol. 7, Núm. 1, pp. 234-242, 2012.
- POMMERESCHE, R. Y HANSEN, S.: «Examining root nodule activity on legumes », *Technical Note. Research Institut of Organic Agriculture (FiBL), CH-Frick and Norwegian Centre for Organic Agriculture (NORSØK)*, Tingvoll. pp. 1-5, 2017.
- RODRÍGUEZ, C.S.: «La agricultura urbana y la producción de alimentos: la experiencia de Cuba», 2004, Disponible en INTERNET en: [http://www.Nodo50.Org/Cuba siglo XXI/economía/Castellón 4_310503. pdf](http://www.Nodo50.Org/Cuba%20siglo%20XXI/economía/Castellón_4_310503.pdf). pp. 77-102. Visitado el 20 de mayo del 2016.