**IX SIMPOSIO DE AGRONOMÍA**

**Efecto de compost y humus de lombriz a partir de hojarasca de Marabú (Dichrostachys cinerea L.) sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado**

***Compost and earthworm humus effect from Marabú litter (Dichrostachys cinerea L.) on an Inceptisol***

Yamisey Yera Yera1*,* Alianny Rodriguez Urrutia 2, Carlos AlbertoMontes de Oca García 1, Oralia Rodríguez López 2, Sirley Gattorno Muñoz 2

1 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Santa Clara, Cuba. yamiseyyy@uclv.edu.cu

2 Centro de Investigaciones Agropecuarias, Santa Clara, Cuba.

**Resumen:**

El marabú es una planta invasora, sin embargo aporta grandes beneficios al suelo, destacándose en la materia orgánica. Los abonos orgánicos derivados de restos de plantas y estiércoles son fuentes considerables de nutrientes y mejoran las propiedades de los suelos degradados. El objetivo fue evaluar el efecto de la utilización de abonos orgánicos a partir de la hojarasca de marabú, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado. Se montó un experimento en condiciones semicontroladas con 3 réplicas y 9 tratamientos de compost y humus de lombriz. Se realizaron análisis físicos y químicos al suelo como pH, materia orgánica, factor de estructura y agregados estables. Los resultados demuestran un gran impacto en las propiedades del suelo, especialmente en los tratamientos con dosis de 8 t ha-1. La materia orgánica y el factor de estructura aumentan, con mayores valores en 8 t ha-1 compost de marabú sin moler y en 8 t ha-1 humus de lombriz obtenido con marabú molido + estiércol vacuno descompuesto.

**Palabras Clave:** Abonos orgánicos, Crecimiento, Estructura, Materia orgánica, Mejorador.

***Abstract:***

*The marabou is an invasive plant; nevertheless, it brings great benefits to the soil, especially the redistribution of organic materials* *within the soil. Organic fertilizers derived from plant remains and manures are considerable sources of nutrients and improve the properties of degraded soils. The present study was conducted to evaluate the effect of different organic fertilizers elaborated from remains of the marabou, in an Inceptisol soil. Experiment in the greenhouse was performed which the earthworms humus and compost were combined in nine treatments and three repetitions. After 35 days, differents chemical and physical soil´s properties were determined, including soil pH, organic matter, structure factor and stable aggregates. The results show a great impact on soil properties and corn growth, especially in treatments with doses of eight t ha-1. The organic matter and the structure factor increase, with higher values ​​in eight t ha-1 compost of unharvested marabou and in eight t ha-1 earthworm humus obtained with ground marabou + bovine degraded manure.*

***Keywords:*** organic fertilizers, growth, structure, organic matter, improver.

**1. Introducción**

El marabú (*Dichrostachys cinerea* L.) es originario de África del sur y no existe fecha exacta de su introducción en Cuba. Es sabido que el ganado vacuno gusta mucho de los frutos del marabú, cuya vaina digiere devolviendo la semilla en sus heces fecales (Muñoz *et al.,* 2002). El marabú se reproduce por semillas. La fuente principal de infestación de áreas libres es el arrastre de las semillas por las aguas o su diseminación con las heces del ganado luego ingeridas. En las áreas infectadas se propagan principalmente de sus raíces, éstas penetran en el terreno hasta una profundidad de varios metros y donde quiera que quedan expuestas a la luz del sol, o se le practique el corte más insignificante, enseguida brotan retoños (Olazábal *et al.,* 2006).

En la agricultura orgánica no podemos olvidar de la importancia que tiene mejorar diversas características químicas, físicas y biológicas del suelo y en este sentido los abonos orgánicos juegan un papel fundamental y se debe restaurar el suelo con la materia orgánica que necesite para aumentar su fertilidad (Cervantes, 2004).

Existe consenso entre investigadores, académicos y productores de que la actividad agropecuaria, en diversas latitudes del universo, es responsable de la degradación de los suelos. Cuba no escapa de esta problemática, la degradación de los suelos, como resultado histórico del mal uso y manejo de las tierras por el hombre, combinado con los ambientes secos y sub-húmedos secos han originado que del área total de tierras, el 53,8 % está afectada por la salinidad; el 23,9 % por la erosión, la ONEI (2017) refleja que el 40,3% de los suelos en el país están afectados por mal drenaje, el 44,8 % por baja fertilidad, 23,9% por compactación y el 69,6% por muy bajo contenido de materia orgánica. De todo esto, surge la necesidad de tomar medidas a corto, mediano y largo plazo contra las prácticas que no tengan en cuenta las leyes de la naturaleza (Altieri, 2009). Para romper con el sistema de fertilización química por el cual no se debe seguir abogando dado sus efectos, se opta por optimizar los procesos de recuperación del suelo mediante la elaboración y aplicación de abonos orgánicos como el humus de lombriz (Soto y Muñoz, 2002) y el compost (Dávila, 2008) y de ese modo se podrá restituirle, al menos parte de lo que se extrae con la producción agrícola (Paneque y Calaña, 2004). El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la utilización de abonos orgánicos a partir de la hojarasca de marabú, sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado.

**2. Metodología**

El estudio fue realizado en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), el cual pertenece a la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas y en la Unidad Empresarial de Base (UEB) “Pirey” perteneciente a la Empresa Agropecuaria “Valle de Yabú”, Santa Clara, en el periodo de enero de 2016 a febrero de 2018. Esta unidad cuenta con una superficie total de 1026 hectáreas, en el campo 48 dedicado a cultivos varios cuenta con 24.16 ha. El suelo del área de estudio se clasifica como Pardo mullido medianamente lavado (Hernández *et al.,* 2015).

En el Laboratorios de Suelos y Biofertilizantes y de Bromatología del CIAP, se montó un experimento en condiciones semicontroladas, con el objetivo de evaluar el efecto de los abonos orgánicos a partir de hojarasca de marabú sobre el suelo en cuanto a las propiedades físicas y químicas. El diseño experimental fue completamente aleatorizado. Para ello se tomó de la zona de estudio el suelo a una profundidad de 0-20 cm en bolsas de polietileno de 850 g, con 9 tratamientos y tres réplicas, para un total de 27. Después de haber concluido este experimento se puso a secar el suelo al aire libre y se pasó por un tamiz de 2 mm para análisis físicos y por tamiz de 0.5 mm para los análisis químicos. Los tratamientos aplicados consistieron en dos dosis de abonos orgánicos obtenidos en investigaciones propias anteriores, a partir de hojarasca de marabú molido y sin moler con estiércol vacuno descompuesto (EVD), las cuales se compararon con tres controles (T1, T2, T3). Los tratamientos aplicados fueron: T1 = Control sin fertilización, T2 = 100 kg ha-1 N (Urea), T3 = 4 t ha-1 humus de lombriz SV (residuo de cosecha + estiércol vacuno descompuesto elaborado en Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal), T4 = 4 t ha-1 compost de marabú sin moler + EVD, T5 = 8 t ha-1 compost de marabú sin moler + EVD, T6 = 4 t ha-1 compost de marabú molido + EVD, T7 = 8 t ha-1 compost de marabú molido + EVD, T8 = 4 t ha-1 humus de lombriz obtenido con marabú molido + EVD, T9 = 8 t ha-1 humus de lombriz obtenido con marabú molido + EVD.

Tabla 1. Caracterización de los abonos orgánicos

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Parámetros | Humus de lombrizSV | Compost de marabú sin moler + EVD | Compost de marabú molido + EVD | Humus de lombriz (marabú molido + EVD) |
| pH (agua) | 7,77 | 6,69 | 6,71 | 6,61 |
| Humedad (%hbss) | 14,26 | 12,02 | 12,49 | 13,05 |
| Cenizas (%) | 74,42 | 58,60 | 58,40 | 62,22 |
| MO (%) | 25,58 | 41,40 | 41,60 | 37,78 |
| Carbono (%) | 14,94 | 24,01 | 24,13 | 21,91 |
| Nitrógeno (%) | 1,75 | 2,18 | 1,96 | 2,07 |
| Relación C/N | 8,54 | 11,01 | 12,31 | 10,58 |
| Ca (g kg-1) | 11,90 | 60,95 | 36,46 | 41,79 |
| Mg (g kg-1) | 12,80 | 14,29 | 10,15 | 9,78 |
| Relación Ca/Mg | 0,93 | 4,25 | 3,59 | 4,28 |
| K (g kg-1) | 5,40 | 5,43 | 6,22 | 7,21 |
| Fe (g kg-1) | 33,07 | 39,13 | 28,64 | 27,85 |
| Zn (mg kg-1) | 110,78 | 208,26 | 248,56 | 219,99 |
| Cu (mg kg-1) | 52,74 | 76,46 | 89,71 | 98,11 |
| Mn (g kg-1) | 1,82 | 3,80 | 4,92 | 3,87 |
| Co (mg kg-1) | 52,80 | 46,28 | 78,31 | 88,78 |

Fuente: Montes de Oca (2018).

### Análisis químicos y físicos del suelo

En el Laboratorios de Suelos y Biofertilizantes del Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas, se realizaron todos los análisis físicos y químicos del suelo.

* **pH (KCl) y pH (H2O)**: Método potenciométrico de Hesse (1971), usando la relación de suelo: solución 1:2.5.
* **Materia Orgánica (MO)**: Método colorimétrico de Walkey y Black, por oxidación con dicromato de potasio y ácido sulfúrico concentrado.

Todos los análisis químicos se realizaron según la Norma Ramal 279 del MINAGRI (NRAG 279, 1980).

* **Factor de estructura (FE):** De acuerdo con Vageler y Alten, (1931) citados por Cairo (2006) se halla a través de la determinación de la arcilla sin dispersar (b) y arcilla previamente dispersada (a), según el análisis mecánico. La fórmula es la siguiente: FE = ((a – b)/a)\*100
* **Agregados Estables (AE):** Por el método de Henin *et al.,* (1958) citado por Cairo (2006).

## Índice de calidad de suelo de Andrews *et al.,*  (2002)

El índice de calidad de suelo (ICSA) fue calculado a partir de 3 de los indicadores seleccionados (materia orgánica, agregados estables y factor de estructura) por Yera (2012), Cairo *et al.,* (2012) y Lopes (2016) para este tipo de suelo. Para obtener el índice de calidad de suelo, las observaciones de cada variable fueron transformadas a una escala de 0-1. Las variables indicadores fueron agrupadas en forma ascendente, de acuerdo al efecto que el valor alto de un índice tiene sobre la función del suelo (mayor % de materia orgánica, de factor de estructura y de agregados estable) es "bueno" el efecto sobre el suelo, entonces se agruparon las variables en "mayor es mejor". Para ello cada observación fue dividida por el valor más alto observado de tal manera que el valor del índice más alto fue 1.0. El índice de calidad de suelo (ICSA) fue la sumatoria de las puntuaciones de las variables. Se asumió que una puntuación alta significaba una mejor calidad de suelo.

## Procesamiento estadístico

Se utilizó el paquete de programas profesional *STATGRAPHICS CENTURION,* versión 15.2.14 sobre Windows 7. Se aplicó Análisis de varianza simple con la prueba de comparación de medias Tukey HSD, previa comprobación de la homogeneidad de varianza (Prueba C de Cochran), y la normalidad. Se aplicó la prueba de comparación de medias de Kruskall – Wallis cuando no había varianzas homogéneas o normalidad.En los resultados del trabajo se muestran las medias con las diferencias estadísticas correspondientes a los rangos promedio.

**3. Resultados y discusión**

### Efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas y físicas del suelo

La tabla 2 expresa la influencia de los tratamientos sobre algunos indicadores de la fertilidad del suelo. El pH (H2O) del suelo va de ligeramente ácido a neutro según los criterios de MINAGRI, (1984) citado por Cairo y Fundora (2005); con diferencias estadísticas significativas entre los controles (T1, T2 y T3) y la dosis 4 t ha-1 de humus de lombriz elaborado de marabú molido y EVD (T8). En el caso del pH (KCl) entre todos los tratamientos se destacan T6, T7 y T8 que difieren estadísticamente de T1, T2 y T3 y los demás tratamientos excepto T4. Álvarez (2014) reportó pH neutros o ligeramente ácidos sin diferencias estadísticas significativas entre los 3 controles y los abonos orgánicos a partir de bambusa. Campos (2014) reporta valores de pH neutros en todos los tratamientos superando a los 3 controles que empleó. Se han establecido rangos óptimos de pH para diversos cultivos, no obstante la utilidad de su valor dependerá en gran medida del grado de correlación, que éste guarde con otras propiedades del suelo. Según Roquero y Porta (1986) los límites de pH para el maíz (planta indicadora utilizada) son de 5,5 a 7,5, rango con el que se coincide y la mayoría de los nutrientes del suelo están en disponibilidad óptima para ser absorbidos por la planta. La materia orgánica se evalúa de mediana en todos los casos según MINAGRI (1984) citado por Cairo y Fundora (2005), y muestra diferencias estadísticas significativas; los mayores porcentajes corresponden a T5, T6, T7 y T9 con más de 2,49%, los cuales superan a los demás tratamientos. Estos % de materia orgánica coinciden con los reportados por Álvarez (2014) donde es mediana en todos los casos, pero con el uso de humus de lombriz y abonos orgánicos a partir de bambusa se supera el % de materia orgánica en el control sin fertilización y la urea.

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre las propiedades químicas y físicas del suelo

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Tratamientos | pH (H2O) \* | pH (KCl) \* | MO | AE | FE |
| Media (Rango Promedio) | Media (Rango Promedio) | % | % | % |
| T1 | 6, 62 (16, 00) b | 5, 65 (14, 67) b | 2, 13 d | 55.87 bc | 62.95 c |
| T2 | 6, 42 (8, 00) c | 5, 52 (8, 50) c | 2, 14 d | 56.62 bc | 63.04 c |
| T3 | 6, 29 (3, 00) d | 5, 55 (10, 33) c | 2, 09 d | 56.16 bc | 62.70 c |
| T4 | 6, 68 (19, 00) b | 5, 73 (17, 33) ab | 2, 22 d | 55.90 bc | 63.46 c |
| T5 | 6, 41 (7, 00) c | 5, 34 (2, 00) d | 2, 66 ab | 63.06 a | 65.54 ab |
| T6 | 6, 69 (19, 67) b | 5, 79 (20, 83) a | 2, 49 c | 60.04 ab | 64.80 b |
| T7 | 6, 61 (16, 00) b | 5, 82 (22, 67) a | 2, 51 bc | 59.81ab | 64.90 ab |
| T8 | 6, 85 (26, 0) a | 5, 80 ( 21, 50) a | 2, 13 d | 53.97 c | 62.98 c |
| T9 | 6, 51 (11, 33) bc | 5, 52 (8, 17) c | 2, 68 a | 59.73 ab | 65.62 a |
| EE = ± | 0, 0579 | 0, 0537 | 0, 0336 | 1.076 | 0.158 |

Medias con letras diferentes en una misma columna muestran diferencia estadísticas significativas según Tukey HSD a p≤ 0.05. EE = Error Estándar. \* Prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis. T1 = Control sin fertilización; T2 = 100kg ha-1 N (Urea); T3 = 4 t ha-1 humus de lombriz SV (residuo de cosecha + EVD elaborado en Sanidad Vegetal); T4 = 4 t ha-1 compost de marabú sin moler + EVD; T5 = 8 t ha-1 compost de marabú sin moler + EVD; T6 = 4 t ha-1 compost de marabú molido + EVD; T7 = 8 t ha-1 compost de marabú molido + EVD; T8 = 4 t ha-1 humus de lombriz obtenido con marabú molido + EVD; T9 = 8 t ha-1 humus de lombriz obtenido con marabú molido + EVD. Fuente: elaboración propia.

El efecto de los diferentes tratamientos sobre el estado estructural del suelo demostró que los resultados obtenidos en los agregados estables muestran diferencia estadística significativa, van de regular en T8 con 53,97 % a adecuado en los demás tratamientos. La aplicación de los tratamientos (T6, T7, T9) supera a los tres controles y a T4 en cuanto a su valor pero no difiere estadísticamente. La aplicación de T5 alcanzó el mayor % de agregados estables con 63.06, con diferencia respecto a T1, T2, T3, T4 y T8. El factor de estructura también tiene diferencia estadística, sus valores se evalúan como regular en T5, T7 Y T9 con más de 65 % y adecuado en el resto de los tratamientos, según Cairo (2006); estos difieren de los tres controles y de T4. Álvarez (2014) reportó mejoras en el factor de estructura, de regular en el control (64.25%) a bueno en los demás tratamientos, hasta 67.56%. Según reportó Campos (2014) los agregados van desde regular en el control y urea, a bueno en humus de lombriz y en el estiércol vacuno descompuesto; y el factor de estructura se evalúa de bueno, cuando se aplica al suelo estiércol vacuno descompuesto, humus de lombriz, con % mayores de 68,73 hasta 84,95, mientras que en el control y la urea se clasifica como malo (menos de 55 %).

## Índice de calidad del suelo por la metodología de Andrews *et al.,*  (2002)

En la tabla 3 y figura 1 se observa el índice de calidad del suelo aditivo (ICSA). Se aprecia que en estas escalas de 0 a 1, los valores más altos están presentes en cinco de los tratamientos que contienen los tres abonos orgánicos elaborados a partir de marabú y EVD en la dosis de 4 t ha-1 (T6) y con 8 t ha-1 (T5, T7 y T9). La figura 1 muestra el efecto de los tratamientos sobre el ICSA, los resultados obtenidos por estos tratamientos citados anteriormente, superan al control sin fertilización y a la fertilización química. Todos los tratamientos superan a la referencia de suelo inicial (RSI) con solo 2.42 como ICSA, evidenciando una ligera mejora en la calidad de suelo. Sobresalen T5 y T9 con incrementos superiores al 22 %, respecto a RSI, esto denota un aumento en la calidad del suelo objeto de estudio. Clavelo (2008) determinó el índice de calidad de suelo para el cultivo de la caña de azúcar en suelos Pardos Sialíticos obtuvo que los valores más altos (cercanos a 1) están presentes en los tratamientos que contienen materiales orgánicos o las combinaciones organo - minerales en comparación con la fertilización química y el testigo sin fertilización, denotando el aumento en la calidad del suelo de los primeros con relación a estos últimos. Rodríguez (2010) determinó el ICSA y reportó que los tratamientos que contienen materiales orgánicos o las combinaciones órgano-minerales en comparación con el control sin fertilización y la fertilización química, alcanzan los mejores valores de Índice de calidad de suelo aditivo y para los parámetros.

Tabla 3. Índice de calidad de suelo para los parámetros materia orgánica, agregados estables, factor de estructura y su efecto sobre el suelo en el experimento en condiciones semicontroladas

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Tratamientos | Índices de calidad de suelo para el parámetro  | ICSA |
| Materia orgánica | Agregados estables  | Factor de estructura |
| Suelo inicial | 0.59 | 0.93 | 0.89 | 2.42 |
| T1 | 0.79 | 0.89 | 0.96 | 2.64 |
| T2 | 0.80 | 0.90 | 0.96 | 2.66 |
| T3 | 0.78 | 0.89 | 0.96 | 2.63 |
| T4 | 0.83 | 0.89 | 0.97 | 2.68 |
| T5 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 2.99 |
| T6 | 0.94 | 0.95 | 0.99 | 2.87 |
| T7 | 0.94 | 0.95 | 0.99 | 2.87 |
| T8 | 0.79 | 0.86 | 0.96 | 2.61 |
| T9 | 1.00 | 0.95 | 1.00 | 2.95 |
| Efecto sobre el suelo | Mayor es mejor |  |

T1 = Control sin fertilización; T2 = 100kg ha-1 N (Urea); T3 = 4 t ha-1 humus de lombriz SV (residuo de cosecha + EVD elaborado en Sanidad Vegetal); T4 = 4 t ha-1 compost de marabú sin moler + EVD; T5 = 8 t ha-1 compost de marabú sin moler + EVD; T6 = 4 t ha-1 compost de marabú molido + EVD; T7 = 8 t ha-1 compost de marabú molido + EVD; T8 = 4 t ha-1 humus de lombriz obtenido con marabú molido + EVD; T9 = 8 t ha-1 humus de lombriz obtenido con marabú molido + EVD. Fuente: elaboración propia.

**4. Conclusiones**

1. El contenido de materia orgánica y el factor de estructura obtienen los resultados más destacables en los T5 y T9, con aumento en más de una unidad porcentual en el caso de la materia orgánica y cambiando a la categoría de bueno en el factor de estructura.
2. El Índice de Calidad de Suelo (ICSA) en todos los tratamientos superan a la referencia de suelo inicial, sobresaliendo T5 y T9 con incrementos significativos de hasta el 22%.

**5. Referencias bibliográficas**

1. Álvarez, O. 2014. Evaluación de la biomasa del bambú (*Bambusa vulgaris* Schrader Ex. Wendland) como una alternativa para la recuperación de suelos degradados. Tesis presentada en opción académico de Máster en Agricultura Sostenible. Mención Fitotecnia. FCA. UCLV. 93 p.
2. Andrews, S. S.; Karlen, D. L. ; Mitchell, J. P. 2002. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. Agriculture Ecosystems and Environment 90: 25 – 45.
3. Cairo, P. 2006. Edafología Práctica. Libro. 150 p.
4. Cairo, P. y colaboradores. 2012. Uso alternativo de mejoradores de suelo, con énfasis en la materia orgánica y evaluación de indicadores de sostenibilidad (calidad de suelo). Código 68.11. Informe final de Proyecto Ramal del MINAGRI.
5. Cairo, P. y Fundora, O. 2005. Edafología Primera y Segunda Parte. Editorial. Félix Varela Cuidad de la Habana. 475 p.
6. Campos, A. 2014. Efecto de la fertilización alternativa en el cultivo de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) sobre un suelo Pardo mullido carbonatado. Trabajo de diploma. UCLV. Cuba. 66 p.
7. Cervantes, M. 2004. Abonos Orgánicos. Disponible en www. Infoagro.com. [Consulta 5 de diciembre 2017].
8. Clavelo, Bettsy. 2008. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos y minerales naturales sobre la calidad del suelo Pardo Sialítico y el rendimiento de la caña de azúcar. Tesis Presentada en Opción al Título académico de Máster en Agricultura Sostenible. Mención Fitotecnia. FCA, UCLV. Cuba. 76p.
9. Dávila, A. 2008. Elaboración de compost con residuos de Centro de Acopio (RCA), y su evaluación Alternativa como abono órgano-mineral. Tesis de Maestría. FCA. UCLV. 78 pp.
10. **Hernández, A.; Pérez, J.M.; Bosch, D.; Castro, N.; 2015. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Editoriales Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas e Instituto de Suelos. 93 p.**
11. Lopes, Ercilia. 2016. Estructura y calidad de suelos Pardo mullido medianamente lavado y Pardo vértico medianamente lavado, en la provincia Villa Clara. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Agricultura Sostenible. Mención Fitotecnia. FCA. UCLV. 105 pp.
12. Montes de Oca, C. A. 2018. Efecto de abonos orgánicos a partir de hojarasca de Marabú (*Dichrostachys cinerea* L.) sobre un suelo Pardo mullido medianamente lavado con problemas de compactación. Trabajo de diploma. FCA, UCLV. Cuba. 39pp.
13. Muñoz, D.; Cabrera, Y.; Varela, P.; Olazábal. M.; 2002 Recuperación de áreas de pastizales infestada de marabú (Dichrostachys cinerea) utilizando pastoreo ovino. XIV Forum de Ciencia y Técnica.
14. NRAG 279, 1980. Suelos. Análisis químico. Reglas generales. Ministerio de la Agricultura. Dirección de normalización, metrología y control de calidad. 60 p.
15. Olazábal, María, Muñoz, D.; Madelín Cruz.; Pereda, J.; Yenima Jova y Ana R. Sariol. 2006. Resultados de la Información, Divulgación, Capacitación y Extensionismo de la Tecnología de Manejo y Control del Marabú de Forma Integral en Áreas Infestadas en la Provincia de Camagüey. Memoria XV Congreso Científico del Instituto Nacionalde Ciencias Agrícolas
16. ONEI. 2017. Anuario estadístico de Cuba. Medio Ambiente 2016. Disponible en: <http://www.one.cu/aec2016/02%20Medio%20Ambiente.pdf>
17. Paneque, V. M y Calaña, J. M. 2004. Abonos Orgánicos. Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. La Habana. San José de las Lajas. La Habana. INCA. Primera edición 54 p.
18. Rodríguez, Alianny. 2010. Selección de indicadores de calidad de los suelos Hidromórficos de la costa norte de Villa Clara. Tesis presentada en opción al Título en Master en Ciencias en Agricultura sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias. UCLV. 92 pp.
19. Soto, Gabriela & Muñoz, Claudia. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica. Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No.65 p.123-129
20. Yera, Y. 2012. Evaluación del impacto ambiental de *Bambusa vulgaris* Schrad en un suelo Pardo mullido carbonatado. Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Agricultura Sostenible. Mención Fitotecnia. FCA, UCLV. 90 pp.