

Agroecosistemas

ISSN: 2415-2862

Revista para la transformación agraria sostenible

• Volumen 4 • Número 2 • julio-diciembre • 2016



**“El control biológico
y la agricultura sostenible”**

<http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>



CONSEJO EDITORIAL

Director (a)

Dr. C. Alejandro Rafael Socorro Castro

Editor (a)

MSc. Ada Úrsula Cárdenas Martínez

Jefe de Edición

Dr. C. Jorge Luis León González

Miembros

Dra. C. Carmen Rosa Betancourt Aguilar

Dr. C. Enrique Casanovas Cosío

Dra. C. Rafaela Soto Ortiz

Dr. C. Nelson C. Arzola Pina

Ing. Idia Concepción Gutiérrez

Consejo Científico Asesor

Dr. C. Renato Mello Prado

Dr. C. Alfredo Reyes Hernández

Dr. C. Vicente Rodríguez Oquendo

Dra. C. Elvis López Bravo

Dra. C. Rita Sibello

Dr. C. Augusto Comas

Dr. C. Lázaro Ojeda Quintana

Dr. C. Reinaldo Álvarez Puente

Dra. C. Enma Pineda Ruíz

Dr. C. Ramón López Fleites

Dr. C. Sinesio Torres García

Dr. C. Alejandro Díaz Medina

MSc. Juan Almaguer López

Dra. C. Claribel Suárez Pérez

Dr. C. Telmo Palancar

Dr. C. Víctor Gil Díaz

Dr. C. Pedro Cairo Cairo

Dra. C. Yusimy Reyes Duque

Dr. C. Iván Castro Lizazo

Dra. C. Darielly Martínez Balmori

Dr. C. Leonides Castellanos González

Correctores (as) de estilos:

MSc. Alicia Martínez León

MSc. Dolores Pérez Dueñas

Traducción y redacción en Inglés

MSc. Clara Esther Gómez Gonzalvo

Diseñadora

MSc. Liéter Elena Lamí Rodríguez del Rey

Soporte Informático

Ing. Greter Torres Vazquez

Tec. Jesús Gioser Medina Varens

CONTENIDOS

Editorial	4
Efecto de biopreparados sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz (<i>Oryza Sativa</i> L.) en Aguada de Pasajeros Mileidys Moya Gil, Freddys Ramírez González, Ricardo León Hidalgo, Célida Mujica Caicoya	6
Evaluación de la efectividad biológica de <i>cryptolaemus montrouzieri</i> mulsant en áreas afectadas por <i>maconellia</i> <i>hirsutus</i> (green) en Cienfuegos Belkis María Galvizu Rodríguez, Ana Rodríguez Hernández, María del Loreto Reyes Garriga	12
Comparación de diferentes sistemas de explotación ganadera de animales en desarrollo. Componente suelo Enrique Casanovas Cosío, Eduardo Cama Miranda, Reynol Valera Morales	17
Efectividad técnica in vitro de cuatro extractos vegetales contra hongos patógenos en semillas de habichuela Veity González García, María Elena Lorenzo Nicao, Leonides Castellanos González, Roquelina Jiménez Carbonel	23
Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores María Andrea Luna Feijoo, José Ramón Mesa Reinaldo	31
Propiedades físico-químicas del suelo aluvial en la finca Morrocuya, Barinas para su uso sostenible Ramón Valentín Aro Flores, Alfredo Reyes Hernández, Dr. C. Pedro Cairo Cairo, MSc. Yusdel Ferras Negrín	42
Resúmenes de tesis defendidas de doctorados y maestrías	51

EDITORIAL

MSc. Ada Úrsula Cárdenas Martínez¹
¹Editora Revista "Agroecosistemas".
Universidad de Cienfuegos. Cuba.

E-mail: aucardenas@ucf.edu.cu

Para la búsqueda y aprendizaje sobre los agroecosistemas, ponemos a su disposición el segundo número del volumen cuatro de nuestra revista. Publicación de interés para la comunidad científica, pero también para los estudiantes de nivel superior, los profesionales y técnicos del sector productivo y de servicios.

El conocimiento se hace socialmente útil y se materializa a través de la empresa y por ello es importante que llegue a ésta, se convierta en producto y se enriquezca, retornando al mundo académico con respuestas y nuevas incógnitas a las que habrá que dar solución. Esta espiral evolutiva es la base del desarrollo. Sustentable, si está referido a la administración racional y eficiente de los recursos naturales sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras.

En esta publicación destacamos los temas que abordan el control biológico como un componente vital de la agricultura sostenible que preserva el medio ambiente. Agradecemos la participación de especialistas de distintos sectores y le invitamos continuar publicando en nuestra Revista Agroecosistemas.



01

01

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: octubre, 2016

Fecha de publicación: diciembre, 2016

Efecto de biopreparados sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz (*Oryza Sativa* L.) en Aguada de Pasajeros

Biopreparations effect on the growth, development and yield of rice (*Oryza Sativa* L.) in Aguada de Pasajeros

Ing. Mileidys Moya Gil ¹

E-mail: mileidy@cfg.intermar.cu

MSc. Freddy Ramírez González ²

MSc. Ricardo León Hidalgo ²

E-mail: rleonh@ucf.edu.cu

MSc. Célida Mujica Caicoya ²

¹ Intermar, Cienfuegos. Cuba.

² Centro Universitario Municipal de Aguada de Pasajeros. Universidad de Cienfuegos. Cuba.

¿Cómo referenciar este artículo?

Moya Gi, M., Ramírez González, F., León Hidalgo, R., & Mujica Caicoy, C. (2016). Efecto de biopreparados sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz (*Oryza Sativa* L.) en Aguada de Pasajeros. *Revista Científica Agroecosistemas* [seriada en línea], 4 (2), 6-10. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

La investigación ha sido aplicada al sistema de *arroz popular* en la finca *Batalla* del productor Onel Hernández Núñez de la Cooperativa de Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) *Conrado Benítez* del municipio de Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos. La misma se desarrolla en condiciones de producción en el período lluvioso del 2015. Se plantea como objetivo evaluar el efecto de biopreparados sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz en ese municipio. Para lo cual se monta un experimento con tres tratamientos y cuatro réplicas. Ha sido conformado un diseño de bloques al azar con las siguientes variantes: primero. Paquete Tecnológico (testigo), segundo, Paquete Tecnológico + Fitomás-E y tercero. Paquete Tecnológico + Biobrás-16. La variedad de arroz empleada fue Perla de Cuba. Las parcelas tratadas con biopreparados presentan la altura de las plantas e hijos fértiles por plantón, superiores; así como una reducción del ciclo, de uno a dos días hasta el cambio de primordio. De igual manera obtienen incrementos en el rendimiento de 1.93 t.ha⁻¹ con la aplicación del Fitomás-E y 1,67 t.ha⁻¹ con del Biobrás-16. La elevación de los ingresos debido al incremento del rendimiento permite la obtención de un índice de rentabilidad superior.

Palabras clave:

Fitomás-E, Biobrás-16, fases fenológicas, producción de arroz.

ABSTRACT

The research has been applied to the system of "arroz popular", in the farm Batalla belonging to the producer Onel Hernández Núñez of the Cooperative of Credits and Strengthened Services "Conrado Benítez" of the municipality of Aguada de Pasajeros, Cienfuegos province, it is developed in production conditions during the rainy period of the 2015. It is aimed at evaluating biopreparations effect on the growth, development and yield of rice in Aguada de Pasajeros. For this an experiment is made with three treatments and four replicas. A random block design has been formed with the following variants: 1. Technological package (witness), 2. Technological package + Fitomás-E and 3. Technological Package + Biobrás -16. 1. The used variety was Perla de Cuba. Plots treated with biopreparations show a superior height by plants and fertile tiller per sapling, as well as a reduction of the cycle, from one to two days until the change of primordium. Similarly yield increments were obtained to 1.93t.ha⁻¹ with the application of Biobrás-16. The increase in income due to the higher yield allows obtaining an also higher rate of profitability.

Keywords:

Fitomás-E, Biobrás-16, phenologics phases, rice production.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe la tendencia mundial de ir hacia una agricultura sostenible minimizando al máximo el uso de los productos químicos (fertilizantes y pesticidas) que cada día son más antieconómicos y desequilibran el ambiente, además de causar daños directamente a la salud animal y humana (Corbera & Núñez, 2014).

Son diversos los productos naturales usados que han potenciado el manejo ecológico de los agroecosistemas, entre los que se pueden relacionar están los bioplaguicidas, los biofertilizantes y los bioestimulantes. En este último grupo están los brasinoesteroides, Fitomás E y los microorganismos eficientes que al estar presentes en los vegetales poseen una fuerte actividad biológica (Alfonso & Núñez, 2011) y según González (2009), permiten a las plantas superar las situaciones de estrés provocadas por las condiciones adversas del medio, lo que favorece su crecimiento y desarrollo, así como también el rendimiento.

En Cuba se han destinado numerosos recursos materiales dirigidos a obtener altos rendimientos en la producción de arroz, sin considerar las consecuencias de su aplicación sobre el ecosistema agrario a mediano y largo plazo. De ahí la necesidad de desarrollar productos bioactivos que conduzcan a una disminución progresiva del uso de agroquímicos, contaminantes del medio ambiente en la agricultura, que tengan un efecto significativo sobre la fisiología del cultivo con una elevación representativa del rendimiento (Montejo, 2011).

En la siembra por el sistema de arroz popular del municipio Aguada de Pasajeros, el rendimiento aún es bajo y no presenta un incremento sostenido, a pesar de que se reciben recursos a través del paquete tecnológico, que incluyen a los bioproductos: Fitomás-E y Biobrás-16. Sin embargo, la falta de conocimiento acerca de la influencia favorable que tienen estos productos sobre el desarrollo vegetativo y el rendimiento, y su buena viabilidad económica por el bajo costo de los mismos, hace que su uso sea limitado. En la presente investigación se propuso evaluar el efecto de los biopreparados sobre el crecimiento, desarrollo y rendimiento del arroz en el municipio Aguada de Pasajeros.

DESARROLLO

Materiales y métodos

La investigación se desarrolla, en condiciones de producción con el sistema de "arroz popular" en el agroecosistema arrocero: Finca "Batalla" del productor Onel Hernández Núñez de la Cooperativa de

Créditos y Servicios Fortalecida (CCSF) "Conrado Benítez", ubicada en el municipio Aguada de Pasajeros, provincia de Cienfuegos, sobre suelo oscuro plástico, en el período lluvioso del 2015.

El semillero se establece con desinfección de las semillas con Celest Top FS 312 a 300 ml. kg⁻¹ de semilla sin pre germinación. Se usan semillas certificadas de la variedad Perla de Cuba, obtenidas en la Empresa Provincial de Semillas de Cienfuegos. Las posturas se extrajeron a los 28 días de la germinación. El suelo se prepara por la tecnología seco fanguero y las labores han sido ejecutadas según las instrucciones del Instructivo Técnico (IIA, 2010). El trasplante se efectúa el 11 de julio del 2015 en el período lluvioso, con una densidad de plantación de 20 plantas.m⁻².

Se monta un experimento con tres tratamientos y cuatro réplicas con lo cual se conforma un diseño de bloques al azar, donde las variantes fueron: primero. Paquete Tecnológico (testigo), segundo. Paquete Tecnológico + Fitomás-E y tercero. Paquete Tecnológico + Biobrás -16.

Las aspersiones foliares se aplican en dos momentos: en el ahijamiento activo a los 40 días del trasplante y en el punto de algodón a los 80 días del trasplante. El Fitomás-E se aplica a la dosis de 1,0 L. ha⁻¹ y el Biobrás-16 a 0,12 L. ha⁻¹, en cada aplicación. Las aplicaciones químicas del paquete tecnológico se han realizado siguiendo las orientaciones del instructivo técnico para el cultivo del arroz IIA, (2010), donde se incluye la administración de los portadores de nutrientes: urea (180 kg. ha⁻¹), superfosfato triple (150 kg. ha⁻¹) y cloruro de potasio (100 kg.ha⁻¹). El nitrógeno y el potasio se fraccionaron: 50% a los 15 días de trasplante junto con el 100% del potasio y 50% en el punto de algodón.

Las parcelas experimentales han sido conformadas dentro de las terrazas con un área total de 100 m², con un área útil de 75 m². El muestreo se efectúa en diagonal con el objetivo de realizar las evaluaciones. Las variables morfológicas y los componentes del rendimiento se evaluaron en 15 plantones en tres puntos en diagonal (cinco en cada punto) en cada parcela para un total de 60 repeticiones por tratamiento. Se determina el rendimiento agrícola mediante la cosecha de cinco muestras de 4 m² por parcela experimental para un total de 60. Se expresa en kg por parcela. Se tiene en cuenta para ello la metodología propuesta por Alfonso (2013), donde para el cálculo del rendimiento en t.ha⁻¹ sugiere la ecuación:

$$\frac{\text{Panículas} / \text{m}^2 \times \text{Granos llenos} / \text{panícula} \times \text{peso de 1000 granos} \times 10000}{100000000} \times 0.85$$

A partir de esto es llevado a kg por parcela con el uso de la regla de tres.

Para la determinación de la efectividad económica por el empleo de biopreparados en la variedad de arroz en estudio se calcula, mediante la fórmula:

$$\text{Ganancia (G)} = \text{Ingresos} - \text{Costos}$$

Donde Ingresos = Rendimiento (t. ha⁻¹) x Precio tonelada arroz cáscara 14% humedad y los Costos = Gastos de producción.

Para el análisis estadístico se aplica ANOVA de clasificación simple y comparaciones de media con prueba de Tukey. Donde para el análisis las variables: número de hijos por plantón, número de hijos fértiles por plantón, panículas por m², granos llenos; granos vanos y granos totales por panículas; que no cumplieron con el supuesto de normalidad fueron transformadas mediante \sqrt{x} . Para los cálculos se emplea el paquete estadístico SPSS 15.0.

Resultados y discusión

La aplicación de Fitomás-E (Tabla 1) produjo un incremento significativo, con respecto al testigo, de la altura de las plantas, del número de hijos y de los hijos fértiles por plantón. El Biobrás-16 a su vez provoca un aumento significativo de la altura de las plantas con relación al testigo y de los hijos fértiles por plantón.

Tratamiento	Altura de las plantas (cm)	Número de hijos por plantón		Hijos fértiles por plantón	
		\sqrt{x}	\bar{x}	\sqrt{x}	\bar{x}
Testigo	85,12c	4,14b	17,15	3,76b	14,15
Fitomás-E	106,2a	4,57a	20,9	4,35a	18,9
Biobrás -16	97,75b	4,43b	19,6	4,20a	17,6
CV (%)	13,36	22,78		10,38	
ET±	1,66	0,57		0,26	

Letras diferentes en las columnas existe diferencia significativa para P≤0,05

Estos resultados corroboran lo planteado por Abdel (2008), que el Fitomás-E actúa como bionutriente vegetal natural formado por aminoácidos, péptidos, estructuras orgánicas bioactivas de alta energía. Derivado de la industria azucarera (Montano, 2007) que al ser aplicado sobre el follaje del cultivo y absorbido, aumenta la actividad metabólica produciendo diferentes fotosintatos que pasan a los órganos de la planta hasta la raíz, estimula procesos fisiológicos como el crecimiento y el ahijamiento de los cultivos, así como segrega compuestos que estimulan la actividad microbiana en el suelo (Contreras & Bernal, 2007). Mientras que Dbaubhadel, Browning, Gallie & Krishna (2009); y Díaz, Morejón & Núñez (2014), le confieren al Biobrás-16, efectos estimulantes sobre la

elongación, la división celular, el desarrollo vascular, vegetativo y reproductivo.

El Biobrás-16 no solo estimula los procesos de crecimiento y desarrollo, sino también la inducción de la termo tolerancia; así como la respuesta de defensa de las plantas, la polarización de la membrana, el bombeo de protones, las relaciones fuente/sitio de consumo, la inducción de resistencia contra estrés biótico y abiótico. Además, interactúa con las señales ambientales con lo cual afecta el desarrollo de insectos y hongos (Dbaubhadel, et al., 2009; y Díaz, et al., 2013).

Díaz, et al. (2013); y Morejón, Díaz & Núñez (2014), indican que en el arroz se ha observado, con la aplicación del Biobrás-16, una coloración verde más intensa y un mayor desarrollo vegetativo de la planta. En el caso del Fitomás-E, en este cultivo puede aumentar el tamaño de la planta, así como el largo y ancho de las hojas que incrementa el área foliar y la fotosíntesis (González, 2010).

El efecto de los biopreparados Fitomás E y Biobrás 16 sobre la duración de las fases fenológicas (Tabla 2) muestra una reducción del ciclo de uno a dos días hasta el cambio de primordio respecto al testigo con la aplicación de Fitomás-E y Biobrás-16, donde entre los bioproductos no hubo diferencia significativa. Con el Biobrás-16 se obtuvo una reducción del ciclo total del cultivo de dos días. No se observa influencia de los biopreparados en la duración de la paniculación y la maduración.

Tabla 2. Efecto de los biopreparados Fitomás E y Biobrás 16 sobre la duración de las fases fenológicas en las parcelas en estudio.

Tratamiento	Días hasta el cambio de primordio	Días hasta el inicio de la paniculación	Días hasta el 50% de la paniculación	Días hasta la maduración	Días totales del ciclo
Testigo	56,4a	19,5a	5,6a	36,55a	18,05a
Fitomás-E	55,0b	20,7a	6,05a	36,55a	118,3a
Biobrás -16	54,8b	19,8a	5,55a	36,15a	116,3b
CV (%)	3,14	9,02	19,23	5,33	2,58
ET±	0,22	0,23	0,14	0,25	0,39

Letras diferentes en las columnas indican diferencia significativa para P≤0,05.

Estos resultados corroboran lo planteado por Alfonso (2011) que en condiciones de estrés el mayor peso a la variabilidad total de los caracteres fisiológicos de la planta de arroz, está en los días hasta el cambio de primordio y que en dichas condiciones existe cierta estabilidad en la duración del ciclo desde la paniculación hasta la

cosecha. Los resultados obtenidos indican similar efecto con la aplicación de los bioproductos evaluados.

En la investigación con la aplicación de los biopreparados (Tabla 3) se obtuvo un efecto beneficioso sobre el rendimiento y sus componentes. Las aplicaciones de los biopreparados permitieron una reducción de los granos vanos por espiga, un incremento significativo de panículas por m², de los granos totales por espiga y del rendimiento, en el cual el aumento fue de 9,57 kg por parcela con el Biobrás-16 (1,67 t.ha⁻¹) y de 14,52 kg por parcela con Fitomás- E (1,93 t.ha⁻¹). Estos resultados coinciden con lo planteado por González (2009) que el Fitomás- E no solo es estimulante del crecimiento vegetal general, sino que tiene acción anti-estrés, con efectos que incrementan la producción entre 6 y hasta el 70 %, en dependencia del cultivo y las condiciones de su empleo (González, 2009).

Tabla 3. Efecto de los biopreparados Fitomás E y Biobrás 16 sobre el rendimiento y sus componentes en las parcelas en estudio.

Tratamiento	Panículas por m ²		Granos llenos por panícula		Granos vanos por panícula		Granos totales por panícula		Peso de granos (g) 1000	Rendimiento por parcela (kg)	Rendimiento Equivalente (t.ha ⁻¹)
	$\sqrt{x^*}$	\bar{x}	\sqrt{x}	\bar{x}	\sqrt{x}	\bar{x}	\sqrt{x}	\bar{x}			
Testigo	11,53b	133	9,23c	85,15	6,23a	38,8a	12,23c	149,6c	30,39a	22,11b	2,95b
Fitomás-E	12,37a	153	11,04a	121,9	5,91b	34,9b	12,73a	162,05a	30,57a	36,63a	4,88a
Biobrás-16	12,85a	165	10,37b	107,6	5,61b	31,45b	12,33b	152,15b	30,41a	34,68a	4,62a
CV (%)	19,42	15,8	22,85	10,43	1,59	17,5	3,75				
ET±	2,71	2,14	1,03	2,17	0,06	1,51	0,21				

Letras diferentes en las columnas indican diferencia significativa para P<0,05

Resultados similares obtuvo Morejón, et al. (2014), al aplicarle Biobrás- 16 al arroz, con la obtención de un incremento al que estaba asociado con el incremento en el número de panículas por metro cuadrado.

El Biobrás-16 en el arroz estimula la actividad fotosintética expresada por una aceleración en la fijación del CO₂, por lo que incrementa la biosíntesis de proteínas y el contenido de azúcares reductores. También influye sobre la translocación de asimilatos en plantas de arroz (Fujii, et al., 1992).

Con la aplicación de los biopreparados no se ha obtenido diferencia significativa con el testigo (P<0.05) en cuanto al peso de 1 000 granos lo cual coincide con lo reportado por Alfonso (2011), quien advierte la marcada dependencia genética de este indicador, que hace que permanezca inalterable en cada variedad en estudio.

El análisis de la viabilidad económica (Tabla 4) muestra que los ingresos y ganancias aportados fueron significativamente superiores en las

parcelas tratadas con Fitomás- E y Biobrás-16 para la variedad de arroz Perla de Cuba.

Tabla 4. Viabilidad económica del empleo de los biopreparados: Fitomás E y Biobrás 16 en las condiciones evaluadas.

Tratamientos	Rendimiento (kg. Parcela ⁻¹)	Costo por tratamiento (pesos)	Ingresos por tratamientos (pesos)	Índice de rentabilidad (pesos)
Testigo	22,11b	115,33b	288,32b	2,5
Fitomás-E	36,63a	138,25a	477,64a	3,45
Biobras-16	34,68a	133,15a	452,24a	3,4
CV (%)	27,5	12,81	5,8	7,9
ET	1,51	0,92	0,56	0,15

Se ha reportado que la aplicación de Biobrás-16 en varios cultivos (*Oryza sativa* L., *Gossypium hirsutum* L., *Capsicum annun* L. y *Sorghum bicolor* (L.) Moench), muestran resultados halagadores de este nuevo producto en los rendimientos y calidad de la cosecha, con incrementos superiores al 10 % (Alemán, 2011).

El Fitomás E se ha evaluado en más de 30 cultivos, entre ellos *Saccharum sp* Híbrida L., *Lycopersicon esculentum* Mill, *Brassica oleracea* var. capitata L., *Lactuca sativa* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Nicotiana tabacum* L., *Capsicum annun* L., Cucurbitáceas e *Ipomoea batatas* L., con incrementos de producción y resultados económico favorable por ser un producto barato y amigable con el ambiente (Abdel, 2008; ICIDCA, 2013).

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de Fitomás-E y Biobrás-16 incrementan la altura de las plantas y los hijos fértiles por plantón, reducen el ciclo de uno a dos días hasta el cambio de primordio.

Las aspersiones de Fitomás-E y Biobrás-16 incrementan el rendimiento en 1, 93 y 1,67 t. ha⁻¹ respectivamente.

La elevación de los ingresos por el incremento del rendimiento debido a la aplicación de los biopreparados eleva el índice de rentabilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel, T. G. (2008). *Programa para la validación del producto Fitomás-E en el cultivo del arroz*. La Habana: Instituto de investigaciones del arroz.
- Alemán, L. (2011). *Situación Actual y Perspectivas del Movimiento del Arroz Popular en Cuba*. La Habana: Instituto de Investigación del Arroz.
- Alfonso, J., & Núñez, M. (2011). Biobras-16, nuevo modo de acción en hortalizas. En: *Memorias de Seminario Científico. Programas y Resúmenes*. La Habana: Instituto de Ciencias Agrícolas.

- Alfonso, R. (2011). El arroz: un cereal imprescindible. *Informed*. (M. P. Viamontes, Entrevistador). La Habana, Cuba.
- Alfonso, R. (2013). *Resultados de los ensayos de secano*. Informe a la XV Reunión Nacional de Instructivos Técnicos de Arroz. La Habana. MINAGRI.
- Contreras, V. H., & Bernal, N.A. (2007). Resultados de aplicaciones foliares en dos sectores Ingenio ECUDOS, La Troncal, Ecuador. *Jornada Científica-Productiva INICA*. Jovellanos, Matanzas, Cuba.
- Corbera, J., & Núñez, M. (2014). Evaluación agronómica del análogo de brasinoesteroides BB-16 en soya, inoculada con *Bradyrhizobium japonicum* y HMA, cultivada en invierno sobre un suelo ferralsol. *Cultivos Tropicales*, 25(3), 9-13. Recuperado de <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=CU2007000165>
- Dbaubhadel, S., Browning, K. S., Gallie, D. R., & Krishna, P. (2009). Brassinosteroid functions to Project the translational machinery and heat-shock protein synthesis following thermal stress. *Plant. J.*, 29(6), 681-691. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12148527>
- Díaz, S. H., Morejón, R., & Núñez, M. (2013). Effects of bio-bras-16 on rice (*Oryza sativa* L.) yield and other characters. *Cultivos Tropicales*, 24(2), 35-40. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1932/193218174006/>
- Fujii, S., & Saka, H. (1992). Growth regulating action of brassinolide on plants. II. Effect of brassinolide on the translocation of assimilate in rice plants during the ripening stage. *Jpn. J. Crop Science*, 61, 193-196.
- González, E. (2009). *Fitomás-E: El bioestimulante del siglo*. Recuperado de <http://bloguerosrevolucion.ning.com/profiles/blogs/fitomase-el-bioestimulante-delsiglo>
- González, L. (2010). El Fitomás- E como foliar en el cultivo de Arroz. *Fórum Municipal de Ciencia y Técnica*, Municipio La Sierpe, Sancti Spíritus.
- ICIDCA. (2013). *Fitomás*. Recuperado de: <http://www.icidca.cu/Productos/Fitomas.htm>.
- Instituto de Investigaciones del Arroz. (2010). *Instructivos Técnicos para el Cultivo del Arroz*, 112. La Habana: IIA.
- Montano, R. (2007). *Fitomas E: Bionutriente derivado de la industria azucarera. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223120666002>
- Montejo González, Y. (2011). *Las aplicaciones foliares para mejorar los rendimientos en la variedad de arroz (Oryza sativa L.) LP-5 en la granja militar Romero, Sur del Jíbaro*. Trabajo de Diploma. Sancti Spíritus: Universidad de Sancti Spíritus.
- Morejón, R., Díaz, S., & Núñez, M. (2014). Efecto del análogo de brasinoesteroides Biobrás-6 en el rendimiento y otros caracteres en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*, 25(7), 55-59. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1932/193230179009.pdf>



02

02

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: octubre, 2016

Fecha de publicación: diciembre, 2016

Evaluación de la efectividad biológica de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en áreas afectadas por *maconellicoccus hirsutus* (green) en Cienfuegos

Assessment of biological effectiveness of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in areas affected by *maconellicoccus hirsutus* (green) in Cienfuegos

Ing. Belkis María Galvizu Rodríguez¹

E-mail: dtor.labprov@sanvegcfg.co.cu

MSc. Ana Rodríguez Hernández¹

MSc. María del Loreto Reyes Garriga¹

¹ Laboratorio Provincial Sanidad Vegetal. Cienfuegos. Cuba.

¿Cómo referenciar este artículo?

Galvizu Rodríguez, B. M., Rodríguez Hernández, A., & Reyes Garriga, M. L. (2016). Evaluación de la efectividad biológica de *Cryptolaemus Montrouzieri* Mulsant en áreas afectadas por *Maconellicoccus Hirsutus* (Green) en Cienfuegos. Revista científica Agroecosistemas [seriada en línea], 4 (2), 12-15. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

La presente investigación ha sido desarrollada en el laboratorio provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos y se propone el objetivo de evaluar la efectividad biológica de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, en áreas donde se detecta *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), durante el período comprendido entre agosto de 2014 hasta mayo de 2015. Para lo que se realizan liberaciones de adultos del biorregulador. Se opera con el método de aplicar dosis inundativas, se emplea como base la metodología de reproducción propuesta por el Instituto Nacional de Sanidad Vegetal que sugiere esta aplicación si los niveles de poblaciones de plagas son altos. Se evalúa la efectividad biológica de acuerdo con la fórmula de Abbott modificada. Mediante las aplicaciones de *C. montrouzieri* se han logrado efectividades técnicas entre el 5,0 y el 99,9 %. El mejor control de la plaga, con una efectividad de 81,0-99,9 se logra en zonas donde hay baja o poca acción antropomórfica.

Palabras clave:

Biorregulador, biocontrol, ninfas.

ABSTRACT

This research was carried out at the Cienfuegos Provincial Plant Health Laboratory and is aimed at evaluating the biological effectiveness of *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant in areas where *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) was detected during the period from August 2014 to May 2015. For this bioregulator adult releases were made. The method of applying inundative doses is used, based on the reproduction methodology proposed by the National Institute of Plant Protection which suggests this application if plague population level is high. Biological effectiveness is evaluated according to the modified Abbot formula. With the application of *C. montrouzieri* technical effectiveness between 5.0 and 99.9 % have been achieved. The best plague control, with an effectiveness of 81,0-99,9, is achieved in zones where there is low anthropomorphic action.

Keywords:

Bioregulator, biocontrol, nymphs.

INTRODUCCIÓN

Maconellicoccus hirsutus (Green), comúnmente llamada chinche harinosa rosada de los Hibiscus, se considera un insecto altamente polífago capaz de causar importantes pérdidas económicas en cultivos de interés agrícola y otros. Estos insectos se caracterizan por tener un aparato bucal picador chupador que le permite succionar la savia de los tejidos vasculares de las plantas, produce severa deformación en hojas, tallos, ramas, flores y frutos. De manera local la cochinilla rosada puede diseminarse a través de la lluvia, el viento, las aves, la ropa y los vehículos; los que constituyen vías de dispersión de los huevos y estados juveniles de la plaga (Vázquez, 1997).

Se destaca como una cochinilla nueva no solo para los territorios insulares del Caribe sino también para el Norte, Centro y Sur de América, constituye una amenaza para muchas especies vegetales (Hernández, 2011). *M. hirsutus* representa un peligro para ornamentales subtropicales y árboles frutales, así como también para hortalizas de clima cálido y cítricos, entre otros. La presencia de esta cochinilla también ejerce un impacto negativo sobre toda la producción agrícola y el establecimiento de esta plaga pone en peligro los ecosistemas de muchas de las áreas (Zhang, et al., 2004).

En general las pérdidas económicas han sido cuantiosas en los países afectados que no estaban preparados para responder al problema. Para la subregión del Caribe se informan pérdidas aproximadas de 138 millones de dólares (Pollard, 2002).

No existen en los agroecosistemas biorreguladores específicos para su control y el uso de técnicas químicas no representa una alternativa viable, por lo que esta plaga constituye un problema para la Sanidad Vegetal y en general para los productores (Durán, Guzmán, Rodríguez, Linares & Vargas 2009).

La experiencia mundial en el combate contra la cochinilla rosada de los hibiscos ha demostrado que la vía más efectiva es el empleo de la lucha biológica (Afifi, et al., 2010). Entre la gama de depredadores reportados para el control de esta plaga, Cuba ha encaminado su trabajo a la reproducción y liberación de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant.

Cryptolaemus montrouzieri Mulsant (Coleóptera: Coccinellidae), nativo de Australia, es el enemigo natural de cochinillas. Su aplicación para el biocontrol de plagas de la cochinilla se ha considerado una herramienta muy importante debido a

que otros métodos de control, como el químico, por ejemplo, han resultado ineficaces por la capa cerosa que recubre al insecto-plaga y debido también a sus hábitos alimenticios y de ubicación en la planta hospedante (Vargas, 2009). Todos los estadios de *C. montrouzieri* son depredadores de cochinillas. Las mariquitas adultas y las larvas jóvenes prefieren los huevos, mientras que las larvas de los últimos estadios no son tan selectivas (Hernández, 2011). Maní (1988), indica que depreda un promedio de 881,30 huevos, 259 ninfas o 27,55 hembras o 3 330,6 huevos de *P. citri*.

La cochinilla rosada de los hibiscos fue detectada por vez primera en Cienfuegos el 3 de agosto de 2014 en áreas de los jardines del Hospital Provincial en plantas de *Hibiscus rosacinensis* (Mar pacífico) diagnosticada por el Laboratorio Provincial y confirmada por el Laboratorio Central de Cuarentena. En muestreos posteriores realizados a estas áreas se detecta además en los jardines de la Centro Comercial Imago, en el Banco de Sangre Provincial, en el hogar de Impedido Físico en Piñón y Ocuje; también se detecta en los hibiscos del Parque Martí y posteriormente en la zona de Punta Gorda. No existen estudios anteriores en el país y es muy escasa la literatura sobre esta plaga en países de condiciones geográficas como las de Cuba.

Esta primera aparición ha estado condicionada a lugares donde nunca se han realizado liberaciones, esto explica por lo que el objetivo de este trabajo es evaluar la efectividad biológica del biorregulador *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant en condiciones naturales con incidencia de *Macollenicoccus hirsutus* (Green) en la provincia de Cienfuegos.

DESARROLLO

Materiales y métodos

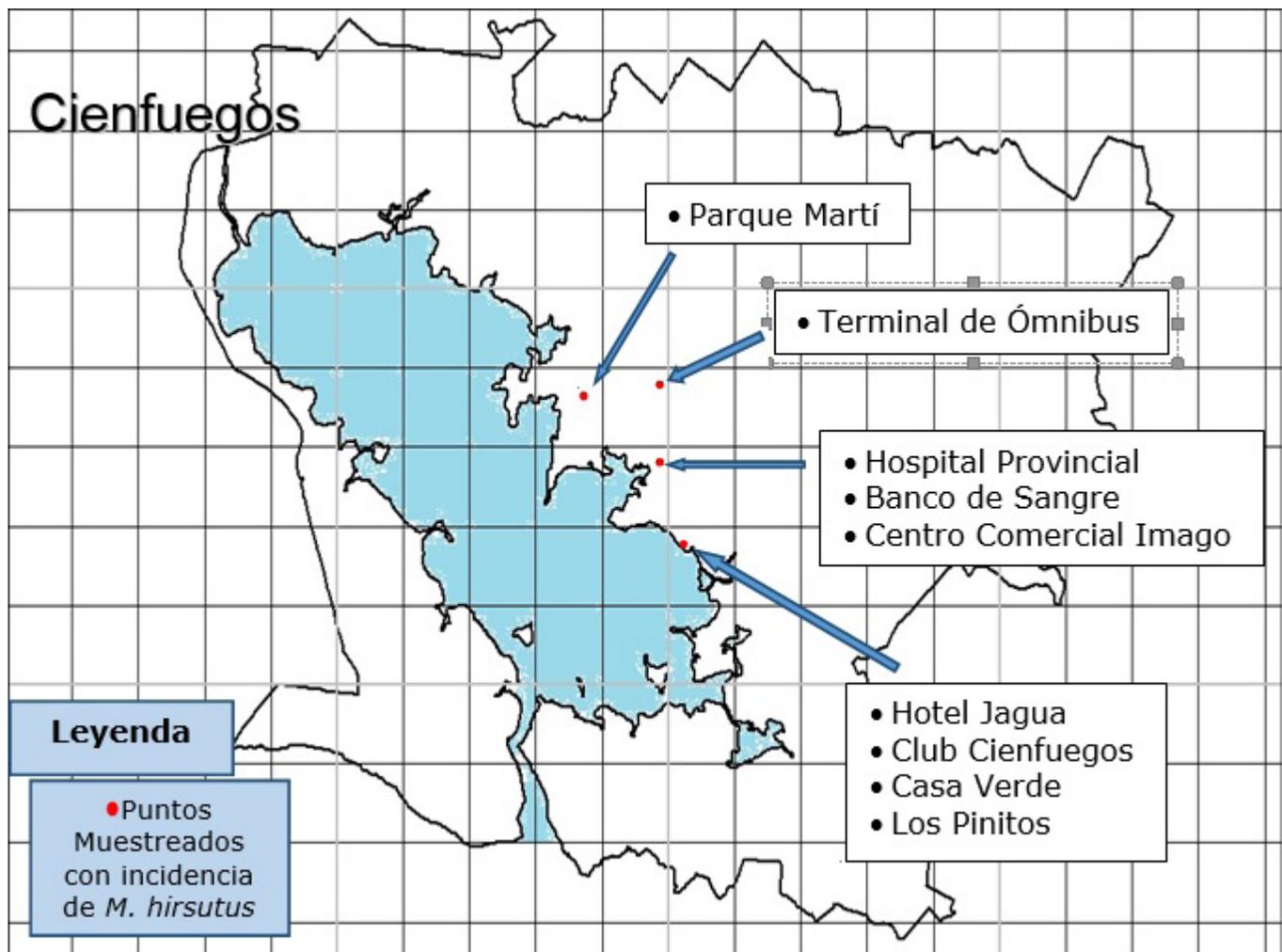
El trabajo se realiza en el Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos en áreas de jardinería donde se detecta incidencia de *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae), en el período comprendido entre agosto de 2014 hasta mayo de 2015, con la realización de liberaciones de adultos de biorreguladores *C. montrouzieri* (Figura 1) y mediante la evaluación de su efectividad biológica, según fórmula de Abbott modificada (Ciba Geygi, 1981).

Fórmula: $E T = A - B / A \times 100$

Dónde: ET = Efectividad técnica

A = Plantas afectadas antes de aplicar

B = Plantas afectadas después de aplicar



Durante el primer semestre del año 2014, al igual que en años anteriores, los especialistas de entomófagos en la provincia realizaron liberaciones del biorregulador *C. Montrouzieri* de forma preventiva en áreas de alto riesgo, ante la posible incidencia de *M. hirsutus*. Una vez aparecida la plaga se comienzan las liberaciones en las áreas con incidencia y se comienza a evaluar su efectividad biológica.

Resultados y discusión

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico se pudo comprobar que no existe diferencia estadística entre las efectividades biológicas obtenidas entre el área del Complejo Hospital, Parque Martí, Hotel Jagua y sí entre ellas y el resto de los lugares, mientras que entre el Club Cienfuegos y el

Centro Recreativo Los Pinitos no se evidencia diferencia. El área de la Terminal de Ómnibus difiere de todas las áreas aplicadas.

Los controles realizados a las áreas del Complejo Hospital, Parque Martí y el Hotel Jagua han logrado efectividades del tratamiento entre 95,7 y 99,9 %, queda totalmente libre de la plaga, por su parte en el área del Club Cienfuegos y el Centro Recreativo Los Pinitos, los valores fluctúan del 81,0 y 83,0 % respectivamente (Tabla 1). Es necesario observar que en esta zona se mantiene un volumen alto de plantaciones de *H. rosacinensis* en jardines particulares que pueden representar un peligro para la reinfestación. No obstante, se han realizado liberaciones en ellas.

Tabla 1. Efectividad biológica de *C. montrouzieri* sobre *M. hirsutus*.

Lugar	Ornamental	Efectividad Biológica	
		$2 \arcsen \sqrt{p}$	EB %sig
Complejo Hospital (Imago, Banco de Sangre Impedido Físico)	<i>Hibiscus rosacinensis</i> L. (Mar pacífico) <i>Jatropha curcas</i> L. (Piñón) <i>Calophyllum antillanum</i> Britton (Ocuje)	2,72	95,7 a
Parque Martí	<i>Hibiscus rosacinensis</i> L. (Mar pacífico)	3,01	99,9 a
Hotel Jagua	<i>Codiaeum</i> spp. (Croton)	2,96	99,2 a
Club Cienfuegos	<i>Hibiscus rosacinensis</i> L. (Mar pacífico)	2,28	83,0 b
Centro recreativo Los Pinitos	<i>Hibiscus rosacinensis</i> L. (Mar pacífico) <i>Codiaeum</i> spp. (Croto)	2,24	81,0 b
Terminal de Ómnibus	<i>Hibiscus rosacinensis</i> L. (Mar pacífico)	1,63	53,0 c
ET CV			0,26 12,8

Valores con letras diferentes en las columnas difieren para $p \leq 0,05$.

En la Terminal de Ómnibus a pesar de efectuarse reiteradas liberaciones solo se logra un 53,0 % de efectividad. Esto puede estar influenciado por ser un lugar de mucho movimiento de personal pudiendo trasladar la plaga accidentalmente y de mucho flujo de transporte, lo que provoca considerable contaminación al medio ambiente y puede afectar biorreguladores, además de ser sitios de mayor influencia de aplicaciones de productos para el control de vectores.

CONCLUSIONES

La liberación de *C. montrouzieri* para el control de *M. hirsutus* alcanza valores de efectividad biológica entre el 53,0 y 99,9 %, ejerce el mejor control de la plaga (81,0- 99,9 %) en zonas donde hay baja o poca acción antropomórfica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ciba-Geygi. (1981). *Manual de ensayos de campo en producción vegetal*. Basilea: Ciba-Geygi.
- Durán, J., Guzmán, T., Rodríguez, A., Linares, J., & Vargas, E. (2009). *Propuesta de Alternativas de manejo de las principales plagas y enfermedades en el cultivo de la pina, basado en el uso racional de agroquímicos dirigidas hacia la reducción del escurrimiento de plaguicidas al Mar Caribe*, Región Huetar, Norte de Costa Rica. Proyecto GEF-PERCAR, Costa Rica. Recuperado de <http://cep.unep.org/repcar/proyectos-de-mostrativos/costa-rica-1/plan-aplicacion-proagroin-1/plan-aplicacion-proagroin>
- Hernández, S. (2011). *Efecto del depredador Cryptolaemus montrouzieri (Coleoptera: coccinellidae) en la actividad parasítica de Anagyrus kamali (Hymenoptera: Encyrtidae) sobre al cochinilla rosada del hibisco*. Tesis presentada en opción al título de Máster en Ciencias. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.

- Mani, M. (1988). Bioecology and management of *grapevine mealy bug*. *Indian Inst. Hort. Res. Tech. Bulletin*, 5, 1-32.
- Pollard, G. (2002). Impact of *Hibiscus Mealy bug (Maconellicoccus hirsutus)* on Caribbean Agriculture. *I Simposio Internacional sobre Vigilancia Fitosanitaria y su Relación con la Protección del Entorno. Conferencia magistral*. Palacio de Convenciones, La Habana.
- Vázquez, L. L. (1997). Contribución al conocimiento de la chinche harinosa rosada (*Maconellicoccus hirsutus* Green). *Boletín Técnico*, 4. La Habana: Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal.
- Zhang, A., et al. (2004). Sex pheromone of the *pink hibiscus, mealy bug, M. hirsutus* contains an unusual clobutanoid monoterpene. En: *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 101(26), 9601-9606. Recuperado de <https://pubag.nal.usda.gov/pubag/downloadPDF.xhtml?id=14081&content=PDF>



03

03

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: octubre, 2016

Fecha de publicación: diciembre, 2016

Comparación de diferentes sistemas de explotación ganadera de animales en desarrollo. Componente suelo

Comparison of different livestock systems exploitation of animals in development. Soil component

Dr. C. Enrique Casanovas Cosío¹

E-mail: ecasanovas@ucf.edu.cu

Ing. Eduardo Cama Miranda²

MSc. Reynol Valera Morales³

¹Profesor CETAS/ Centro de Estudios para la Transformación Agraria Sostenible. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Cienfuegos.

²Ingeniero Agrónomo. Egresado de la Facultad de Ciencias Agrarias.

³Profesor adjunto de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad de Cienfuegos.

¿Cómo referenciar este artículo?

Casanovas Cosío, E., Cama Miranda, E., & Valera Morales, R. (2016). Comparación de diferentes sistemas de explotación ganadera de animales en desarrollo. Componente suelo. Revista Científica Agroecosistemas [seriada en línea], 4 (2), 17-21. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

Con el objetivo de comparar elementos del suelo se seleccionaron tres diferentes sistemas de explotación vacuna, primero Nuevo México, segundo La Micaela, tercero Nuevo México. Uno en el periodo poco lluvioso en el mes de enero, los que fueron definidos como sistema con acuartonamiento de pastos naturales, con acuartonamiento y leucaena asociada a pastos naturales y sin acuartonamiento con pastos naturales, respectivamente. Estos aparecen de forma contigua en el territorio de la UBPC *Aguadita de Rodas*, Cienfuegos. Estos agro ecosistemas tienen como propósito: primero el desarrollo de añojas, segundo el de novillas para el reemplazo y tercero el de novillas para la incorporación en tres calicatas (0-10, 10-20, 20-30 cm), replicadas cuatro veces, aleatoriamente en cada sistema se hicieron mediciones químicas y de la macro fauna edáfica. El componente suelo arrojó valores de pH que clasifican a los mismos como ligeramente ácidos (4,48 a 4,73). Los contenidos de materia orgánica decrecían a medida que se profundizaba en el suelo con los mayores valores para el sistema II: 5,76 % y 4,72 % ($P < 0.05$) en las calicatas 0-10 y 10-20 cm, respectivamente. Los mayores contenidos de fósforo han sido encontrados a nivel superficial en el sistema II (5,59 mg 100 g⁻¹), para el K₂O fue en el sistema III (64,73 mg 100 g⁻¹). La macro fauna edáfica presenta mayor diversidad por especie y cantidad de individuos por m² (1026) en el sistema arborizado con *Leucanea leucocephala* L. de Witt., representados mayormente por anélidos y coleópteros hasta los 20 cm de profundidad.

Palabras clave:

Agroecosistema pecuario, calicatas, silvopastoral.

ABSTRACT

Three different systems of cattle exploitation were selected, first New Mexico, second La Micaela, and third New Mexico aimed at comparing soil elements. One in the low rainy season in January, which was defined as a system of squared natural pasture areas, with squaring and leucaena associated to natural pastures and without squaring with natural pastures, respectively. These appear contiguously in the territory of the UBPC *Aguadita* in Rodas, Cienfuegos. These agro-ecosystems purposes are: first, the development of new yearling heifers, second heifers for replacement, and third for heifers for incorporation into three potholes (0-10, 10-20, 20-30 cm), replicated four times. Chemical measurements were made randomly in each system and the edaphic macro fauna. The soil component showed pH values which classified them as slightly acidic (4.48 to 4.73). Organic matter contents decreased as deepening in the soil increased with the highest values for system II: 5.76% and 4.72% ($P < 0.05$) in the potholes 0-10 and 10-20 cm, respectively. The highest phosphorus content has been found at surface level in system II (5.59 mg 100 g⁻¹), for K₂O was in system III (64.73 mg 100 g⁻¹). Edaphic macro fauna shows the highest diversity by species and number of individuals per m² (1026) in the tree systems with *Leucanea leucocephala* L. de Witt, represented mainly by annelids and beetles up to 20 cm depth.

Keywords:

Livestock agroecosystem, potholes, silvopastoral.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas de producción pecuaria presentan tres componentes fundamentales: suelo, planta y animal, que relacionados entre sí de una forma armónica pueden expresar la potencialidad del propósito productivo.

El suelo constituye junto con el agua, el aire y la luz solar, el componente fundamental de la vida en los sistemas agropecuarios terrestres. Cabe resaltar que todos los evaluadores le conceden más importancia al componente suelo, probablemente por ser el recurso básico sobre el cual se desarrolla el componente vegetal (Murillo, Villalobos, Sáenz & Vargas, 2004).

Numerosas investigaciones se han realizado con el suelo en sistemas pecuarios, pero casi siempre sobre la base de la caracterización físico y química, se ha obviado el componente biológico representado por la fracción orgánica, en la que ocurre una continua actividad que hace posible la captación y asimilación de una gran cantidad de nutriente para las plantas (Sánchez & Hernández, 2001).

En la evaluación del estado de conservación, perturbación del suelo y del ecosistema, desde el punto de vista biológico, se puede tomar en cuenta la macrofauna edáfica, que se puede utilizar la utilización potencial de esta fauna como indicador biológico del estado del suelo (Cabrera, 2012).

Para enriquecer la información sobre los sistemas de producción en animales en desarrollo con bajos insumos en la estación más crítica de la ganadería cubana, período poco lluvioso, se realiza esta investigación en el ambiente local de una UBPC¹ de la provincia de Cienfuegos, durante la cual se compararon tres sistemas de producción de animales en desarrollo; que propone a los sistemas ganaderos arborizados con superiores indicadores de sostenibilidad, expresados por una mejor integración de los componentes suelo planta animal. En esta primera parte se presentan los resultados de la evaluación del componente suelo mediante indicadores químicos que están relacionados con la macro fauna edáfica.

DESARROLLO

Materiales y métodos

Para el desarrollo de la presente investigación fueron seleccionadas tres sistemas de producción vacuna, contiguos: Nuevo México 2 (Sistema I), La Micaela (Sistema II) y Nuevo México #1 (Sistema III); que tienen como propósito el desarrollo de añojas,

¹ Forma de producción cooperativa en la agricultura cubana.

de novillas para el reemplazo, y de novillas para la incorporación a la reproducción, respectivamente. Las mismas pertenecen a la UBPC *Aguadita* de la Empresa Pecuaria Rodas, de la provincia de Cienfuegos. El sistema III posee un sistema silvo-pastoril con 30 meses de establecido. Todos los sistemas mantenían cargas de inferiores a 1,5 UGM (Unidad de ganado mayor, equivalente a 500 kg).

Conjuntamente fueron realizadas las mediciones topográficas a cada uno de los sistemas, donde queda establecida el área real de los cuarterones en hectárea (ha), de cada uno de acuerdo al estado real de las cercas, así como la composición del pastizal por el método de los pasos.

La clasificación del suelo es pardo sin carbonato, con textura arcilla ligera, con topografía ligeramente ondulada (4%) y poca profundidad efectiva (30-40) cm, según la Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández, Pérez Jiménez, Bosch & Rivero, 1994).

Quedan determinados los diferentes agroecosistemas en el mes de enero de la siguiente forma:

1. Composición química del suelo, en tres calicatas 0-10, 10-20, 20-30 cm con cuatro repeticiones, en un cuarterón tomado al azar:

pH, u.

Materia Orgánica (MO), % por el método potenciométrico.

Contenido de P_2O_5 , mg/ 100 g por colorimetría.

Contenido de K_2O , mg/ 100 g, por fotometría.

Estas muestras fueron enviadas para su análisis al Laboratorio de Suelos de la Estación Experimental de Barajagua de la provincia de Cienfuegos.

2. Análisis de la macrofauna edáfica, de acuerdo con la metodología TSBF (Anderson e Ingram, 1993), se excavaron en el suelo 4 calicatas de 25 x 25 x 10 cm, para cada sistema y se separó la hojarasca (sí la había), 0-10 cm, 10-20 cm, 20-30 cm. La macrofauna fue separada manualmente e identificada y contada a nivel de orden.

Todos los datos fueron editados en el tabulador de Excel, realizados los análisis estadísticos para $P < 0,05$. Los datos expresados en porcentajes fueron transformados mediante $\arcsen \sqrt{x/10}$. Las comparaciones entre medias se efectuaron mediante Duncan (1955).

Resultados y discusión

Teniendo en cuenta que cada unidad escogida para la investigación posee los atributos que definen un

agro ecosistema Montagnini (1992), es decir límites geográficos delimitados, componentes bióticos y abióticos, ingresos y egresos, interacciones y una dinámica, y por demás son dirigidos por el hombre, han sido considerados cada uno un agroecosistema independiente cuyas principales características distintivas se conocen por diagnósticos estáticos y dinámicos, pero que necesitan una precisión actual debido a los cambios que ocurren en sus delimitaciones producto de situaciones objetivas y subjetivas

El área útil de pastos fue para el agroecosistema I de 12,76 ha con acuartelamiento uniformemente de pastos naturales, para el II de 21,6 ha en 13 cuarterones en asociación de gramíneas naturales con la leguminosa leucaena (*Leucaena leucocephala* L. de Witt) con una densidad entre 4000 y 6000 plantas ha⁻¹ y el III con 48,4 ha de pastos naturales y artificiales divididas en cuatro potreros no uniformes (tabla 1).

Tabla 1. Composición botánica de los sistemas, %.

Pastos	Sistemas		
	I	II	III
Pitilla Villareña (<i>Dichanthium annulatum</i> L.)	56,25	75,00	63,63
Saca Sebo (<i>Paspalum notatum</i> Flugge)	37,50	20,00	0,00
Pasto Estrella (<i>Cynodon nlemfuensis</i> L.)	0,00	0,00	36,37
Despoblación	6,25	5,00	0,00

Los resultados de los valores de pH en las tres calicatas estudiadas por cada sistema (Fig. 1), muestra que a medida que se profundiza en el suelo se manifiesta un ligero incremento hacia la neutralidad.

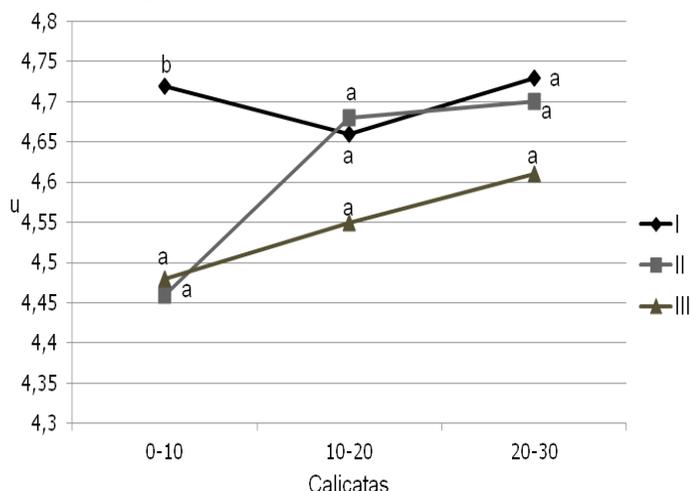


Figura 1. Valores de pH por calicatas en cada sistema.

Valores en cada calicata con letras desiguales difieren para $P < 0,05$ (Duncan, 1955).

Los contenidos de materia orgánica presentaron los mayores valores hasta la profundidad de 20 cm en el sistema II (Fig. 2), aunque para estos sistemas de explotación los contenidos de la misma se pueden considerar aceptables en los tres agroecosistemas. Los árboles en sistemas silvopastoriles pueden modificar las características del suelo por la adición de hojarasca, raíces y tallos, e incrementar los valores de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico y la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Hernández & Sánchez, 2006; Alvim, Paciullo, Carvalho & Xavier, 2004).

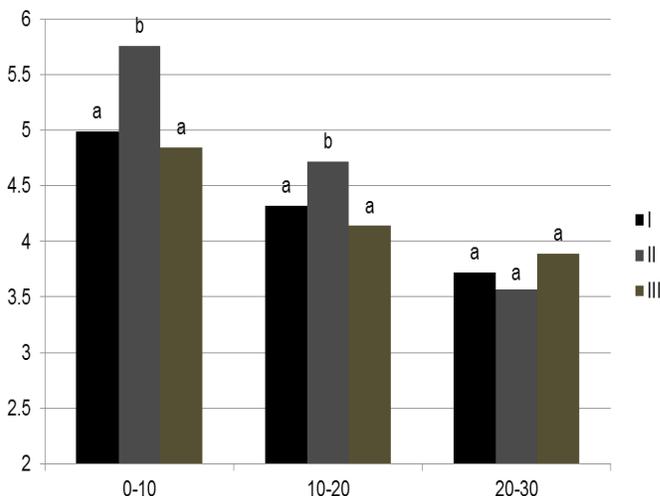


Figura 2. Contenido de materia orgánica por calicatas en cada sistema.

Valores en cada calicata con letras desiguales difieren para $P < 0,05$ (Duncan, 1955).

Los mayores contenidos de P_2O_5 se encontraron hasta 10 cm de profundidad (tabla 2) en el sistema arborizado (5,59), posiblemente como consecuencia de los mayores contenidos de materia orgánica en el perfil edáfico del suelo, que a su vez aumenta el poder tampón en la solución del suelo, posibilitando que el P_2O_5 se ligue en forma de humatos y pueda estar disponible para la gramínea asociada. También, se debe considerar que algunas plantas movilizan P_2O_5 a través de los aminoácidos excretados por las raíces y que actúan como quelantes, ya sea por micorrizas o por bacterias de la rizosfera, situación que puede presentarse en los tratamientos con leguminosas (Primavesi, 1984).

En las restantes profundidades los valores de fósforo decrecen y no presentan diferencias entre los sistemas, que apunta que el potencial de reciclaje de P es limitado a estas profundidades (León, González & Gallardo, 2011; Gallardo, 2009).

Tabla 2. Comparación del contenido de P₂O₅ y K₂O del suelo en los diferentes niveles de profundidad, mg 100 g⁻¹.

Calicatas	Sistemas	P ₂ O ₅	K ₂ O
0-10	I	4,35 ^a	41,09 ^a
	II	5,59 ^c	60,40 ^b
	III	5,00 ^b	64,73 ^c
ES ±		0,77 [*]	2,71 [*]
10-20	I	3,54 ^a	30,05 ^a
	II	3,50 ^a	35,94 ^b
	III	3,42 ^a	40,16 ^b
ES ±		0,81 ^{NS}	3,11 [*]
20-30	I	3,58 ^a	21,58 ^a
	II	3,44 ^a	33,41 ^b
	III	3,66 ^a	35,80 ^b
ES ±		0,58 ^{NS}	3,23 [*]

Valores en cada calicata con letras desiguales difieren para P < 0,05 (Duncan, 1955).

Leyenda: * P < 0,05, NS- no significativo

Los valores de K₂O presentaron los menores valores en el sistema I en las tres profundidades analizadas. A su vez, hasta los 10 cm el sistema III presentó el mayor valor de este elemento, que en las restantes profundidades no difirió del sistema II. Estos valores fueron superiores a los encontrados en vaquerías en La Habana en sistemas silvopastoriles con leucaena hasta los 20 cm de profundidad del suelo (Sánchez, Hernández & Simón, 2003).

Durante los muestreos realizados en los diferentes sistemas se colecta un total de 1214 individuos por m² pertenecientes a dos phylum, cuatro clases y seis órdenes; el phylum Arthropoda fue el más representado en cuanto a cantidad de órdenes, y en cantidad de individuos por m² con respecto al phylum Annelida (tabla 3).

Tabla 3. Composición taxonómica del macrofauna edáfica, individuos m²⁻¹.

Phylum	Clase	Orden	Sistemas		
			I	II	III
Arthropoda	Insecta	Coleoptera	48	256	64
		Orthoptera	2	21	0
		Isoptera (colonias)	0	192	16
	Myriapoda	Diplopoda	0	128	0
	Arachnida	Araneae	0	56	0
Annelida	Oligochaeta	Haplotaxida	12	373	48
Total			60	1026	128

La mayor cantidad de individuos (tabla 4) se encontraron en las calicatas 0-10 cm (494) y 10-20 cm

(499), que para el sistema arborizado en la primera profundidad fue mayor representado por los coleópteros (52,8 %) y en la segunda por los anélidos (74,8 %). Estos resultados son mayores para estos dos tipos de individuos que los obtenidos por Hernández, Sánchez & Simón (2008), a 20 cm de profundidad en sistema arborizados con Leucaena con similar tipo de suelo, que representa para coleópteros 11,76 % y para oligoquetos 25,01 %.

Tabla 4. Distribución de los principales organismos de la macrofauna edáfica a nivel de calicatas, individuos m²⁻¹.

Calicatas	Sistemas	Anélidos	Coleópteros	Isópteros
0-10	I	6	12	0
	II	88	224	112
	III	10	26	16
10-20	I	6	36	0
	II	285	32	64
	III	38	38	0
20-30	I	0	0	0
	II	0	0	16
	III	0	0	0

La eficacia de la sombra en el sistema II permite una mayor cantidad de coleópteros a nivel de 10-20 cm, que utilizan una porción del excremento para alimentarse o enterrarlo en el interior del suelo, que es atribuido además por Soca, Simón, Sánchez & Gómez (2002), a las condiciones de humedad presentes bajo los árboles.

A su vez, la mayor cantidad de la lombriz de tierra (*Lombricus terrestris* L.) encontrada a la profundidad de 10-20 cm se atribuye también a la presencia de los árboles que reducen la temperatura del suelo y regulan la humedad (Sánchez, 2001), que permite además, con la incorporación de materia orgánica de la hojarasca y de la actividad de los coleópteros, un microambiente más idóneo para el desarrollo de las lombrices.

De este modo, los valores encontrados para la macrofauna edáfica en esta etapa no lluviosa pueden ser mayores en la época lluviosa como apuntan Suárez, Humprey & Rosas (2015), en sistemas agroforestales en la amazonía colombiana.

Conclusiones

GEI sistema arborizado con Leucaena presenta a nivel superficial el mayor contenido de materia orgánica, y a su vez muestra la mayor diversidad de la macrofauna edáfica, representado por los coleópteros y los oligoquetos.

Referencias bibliográficas

- Alvim, M., Paciullo, D., Carvalho, M., & Xavier, D. (2004). Influence of different percentages of trees cover on the characteristics of a *Brachiaria decumbens* pasture. En: *Proceedings of International Symposium on Silvopastoral Systems*. Yucatán: Universidad Autónoma de Yucatán.
- Cabrera, G. (2012). La macrofauna edáfica como indicador biológico del estado de conservación/perturbación del suelo. Resultados obtenidos en Cuba. *Pastos y Forrajes*, 35 (4), 349-364. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/2691/269125514007.pdf>
- Duncan, D. B. (1955). Multiple range and multiple Ftests. *Biometrics*, 11, 1-42. Recuperado de <http://garfield.library.upenn.edu/classics1977/A1977DM02600001.pdf>
- Hernández, L., Pérez Jiménez, J., Bosch, D., & Rivero, L. (1994). *Nueva versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba*. La Habana: Inst. Suelos. MINAG.
- Hernández, M., & Sánchez, S. (2006). Evolución de la composición química y la macrofauna edáfica en sistemas silvopastoriles. *IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible*. Varadero: Centro de Convenciones de Plaza América.
- Hernández, M., Sánchez, S., & Simón, L. (2008). Efecto de los sistemas silvopastoriles en la fertilidad edáfica. *Zootecnia Trop.*, 26 (3), 319-321. Recuperado de <http://www.bioline.org.br/pdf?zt08055>
- León, J., González, M., & Gallardo, J. (2011). Comparison of the biogeochemical cycle in natural forests and conifer plantations in high mountain ecosystems in Colombia. *Revista Biología Tropical*, 59(4), 1883-1894.
- Montagnini, F. (1992). *Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones de los Trópicos*. San José de Costa Rica: OET/USDA-OICD/USDA-FS/USDID.
- Murillo, L., Villalobos, L., Sáenz, F., & Vargas, B. (2004). Un acercamiento integrado para determinar la sostenibilidad de granjas lecheras de Costa Rica: Cálculo de los índices de sostenibilidad. *Livestock Research for Rural Development*, 16(12). Recuperado de <http://www.lrrd.org/lrrd16/12/muri16096.htm>
- Primavesi, A. (1984). *Manejo ecológico del suelo: La agricultura en regiones tropicales*. 5ª edición. Buenos Aires: El Ateneo.
- Sánchez, S. (2001). Papel de la macrofauna edáfica en los ecosistemas ganaderos. *Pastos y Forrajes*, 24 (3), 191-202. Recuperado de <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/download/896/398>
- Sánchez, S., Hernández, M., & Simón, L. (2003). Efecto del sistema silvopastoril en la fertilidad edáfica en unidades lecheras de la empresa Nazareno. *Pastos y Forrajes*, 26 (2), 131-136. <http://payfo.ihatuey.cu/index.php/pasto/article/view/835/1328>
- Suárez, J., Humprey, E., & Rosas, G. (2015). Macrofauna edáfica asociada con sistemas agroforestales en la Amazonía Colombiana. *Acta Agron.* 64 (3), 214-220. Recuperado de http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/38033
- Soca, M., Simón, L., Sánchez, S., & Gómez, E. (2002). Dinámica parasitológica en bostas de bovinos bajo condiciones silvopastoriles. *Agroforestería en las Américas*, 9 (33). Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/nonfao/lead/x6360s/x6360s00.pdf>



04

04

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: octubre, 2016

Fecha de publicación: diciembre, 2016

Efectividad técnica in vitro de cuatro extractos vegetales contra hongos patógenos en semillas de habichuela

In vitro technical effectiveness of four vegetable extracts against pathogenic fungi in greenbean sees

Ing. Veity González García¹

MSc. María Elena Lorenzo Nicao²

Dr. C. Leonides Castellanos González³

E-mail: icastellanos@ucf.edu.cu

MSc. Roquelina Jiménez Carbonel²

¹ Unidad Avícola Vietnam. Finca La Rosita. Palmira. Cienfuegos. Cuba.

² Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Cienfuegos. Cuba.

³ Universidad de Cienfuegos. Cuba.

¿Cómo referenciar este artículo?

González García, V., Lorenzo Nicao, M. E., Castellanos González, L., & Jiménez Carbonel, R. (2016). Efectividad técnica in vitro de cuatro extractos vegetales contra hongos patógenos en semillas de habichuelas. *Revista científica Agroecosistemas* [seriada en línea], 4 (2), 23-29. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

La investigación ha sido realizada en condiciones de laboratorio, de enero 2013 a diciembre de 2014. Presenta como objetivo evaluar la efectividad biológica de extractos acuosos de cuatro especies de plantas sobre hongos patógenos en semillas de habichuela (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subespecie *sesquipedalis*). Se trabaja con tres concentraciones del extracto vegetal (25, 50 y 75 %) de las especies *Moringa oleifera* Lam. (Moringa), *Morinda citrifolia* L. (noni), *Azardachta indica* A. Juss (nim), *Melia azedarach* L. (paraíso). Los extractos se aplicaron a las semillas por el método de inmersión. Las observaciones fueron realizadas a los tres y siete días posteriores con la enfatización en los cinco patógenos de mayor incidencia en las semillas de habichuela según un estudio previo. Los datos en porcentaje se transformaron en $2 \arcsin \sqrt{p}$, y se sometieron a un análisis de varianza para $P < 0,05$ se utiliza para ello el paquete estadístico SPSS versión 15. Los extractos de las cinco plantas a todas las concentraciones resultan buenos candidatos para el control de *M. phaseolina*, mientras que noni, nim y paraíso a todas las concentraciones demuestran buena efectividad contra *C. cucurbitarum*, excepto noni al 25% para los dos hongos. Los extractos vegetales de nim y noni a la concentración de 50% resultan buenos candidatos para el control de *Fusarium* spp., mientras que el extracto de paraíso a partir del 25 % resulta efectivo para el control de *Cladosporium* sp. y a partir del 50 % para *Alternaria alternata*.

Palabras clave:

Vigna unguiculata, extractos naturales, efectividad técnica, hongos.

ABSTRACT

The research has been carried out under laboratory conditions from January 2013 to December of 2014 and it was aimed at evaluating the technical effectiveness of aqueous extracts of four species of plants against fungal pathogens in green beans seeds (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subspecies *sesquipedalis*). Three concentrations of the vegetable extracts were used: (25, 50 and 75%) of the species *Moringa oleifera* Lam. (moringa), *Morinda citrifolia* L. (noni), *Azardachta indica* A. Juss (nim), *Melia azedarach* L. (paraiso). The extracts were applied to the seeds by the immersion method. Observations were made at three and seven days after treatment, with emphasis in the five pathogens of more incidences in the bean seeds according to a previous study. Percentage data were transformed into $2 \arcsin \sqrt{p}$, and processed by an analysis of variance for $P < 0,05$ using the statistical package SPSS version 15. The extracts of the five plants to all the concentrations are good candidates for the control of *M. phaseolina*, while noni, nim and paraiso to all concentrations demonstrate good effectiveness against *C. cucurbitarum*, except noni to 25% for the two fungi. Vegetable extracts of nim and noni to the concentration of 50 % are good candidates for the control of *Fusarium* spp. while the paraiso extract starting from 25% is effective for the control of *Cladosporium* sp. and starting from 50% for *Alternaria alternata*.

Keywords:

Vigna unguiculata, natural extracts, biological effectiveness, fungi.

INTRODUCCIÓN

La habichuela es un cultivo de gran importancia económica mundial, por sus propiedades alimenticias y usos industriales, puede utilizarse tanto la vaina como el grano. Por su alto valor proteico se emplea también para consumo animal (Bascur & Tay, 2005).

En Cuba la producción de hortalizas es en extremo estacional por diferentes factores climáticos, que no favorecen la expresión de los potenciales productivos de muchas especies y variedades durante gran parte del año (Casanova, 1997).

Si la semilla de excelente germinación y pureza va cargada de graves agentes patógenos que generalmente no se pueden descubrir a simple vista, el cultivo que de ella nace, y quizás los cultivos vecinos pueden resultar destruidos (Morales & Peláez, 2008).

Los plaguicidas botánicos son derivados de algunas partes o ingredientes activos de las plantas. En los últimos años la aplicación de varios productos de plantas medicinales ha llamado mucho la atención como alternativas efectivas a los pesticidas sintéticos. Estos productos vegetales son muy eficaces, menos costosos, biodegradables y más seguros que sus equivalentes sintéticos, los cuales son altamente persistentes en el medio ambiente y tóxico para los organismos no blanco, incluidos los humanos a los cuales les causan muchas de las enfermedades no identificadas después de la bioacumulación.

La efectividad biológica de extractos naturales de *Moringa oleifera* Lam (moringa), *Morinda citrifolia* L. (noni), *Melia azedarach* L. (paraíso), *Azadirachta* A. Juss (nim), y *Eucalyptus* spp. (eucalipto) contra el hongo patógeno *Macrophomina phaseolina* fueron evaluadas por Águila, Almarales & Lorenzo (2011), y observaron que la mayor efectividad era lograda por *Moringa oleifera* y *Morinda citrifolia*.

Como resultado de los diagnósticos emitidos de muestras enviadas al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Cienfuegos por la Empresa de Semillas Varias, Lorenzo, et al. (2011), informan la incidencia de numerosos patógenos fungosos que limitan la germinación de la semilla de habichuela (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. Cv. Gr. subespecie *sesquipedalis* (L.) y su posterior liberación y comercialización se destacan entre ellos *Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani* Khün, *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Briosi & Cav., *Cladosporium* spp y *Alternaria* spp., entre otros.

Al entrar en consideración los elementos anteriormente expuestos, la presente investigación se traza como objetivo evaluar la efectividad biológica *in vitro* de extractos acuosos de cuatro especies de

plantas sobre hongos patógenos en semillas de habichuela (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. subespecie *sesquipedalis*).

DESARROLLO

Materiales y métodos

La investigación se realiza en el Laboratorio de Micología perteneciente al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, Cienfuegos durante el periodo comprendido de enero 2013 hasta diciembre de 2014, sitio en que se lleva a cabo el experimento *in vitro* para evaluar los extractos vegetales a diferentes concentraciones.

Se pone en práctica un diseño bifactorial completamente aleatorizado con (cuatro extractos de plantas x cuatro concentraciones y cuatro réplicas cada uno).

El factor extracto de plantas se ha representado por cuatro especies de plantas:

Moringa (*Moringa oleifera* Lam), nim (*Azadirachta indica* A. Juss), noni (*Morinda citrifolia* L.), paraíso (*Melia azedarach* L.) y el factor concentración por tres diluciones de cada extracto y un control con agua destilada estéril.

Las hojas fueron recolectadas en horas de la mañana en las áreas de la Agricultura Urbana que colindan con la ciudad de Cienfuegos, se seleccionan las más sanas y se utilizan en forma de polvo.

El material vegetal se deja secar a temperatura ambiente sobre bandejas, durante 15 días y luego se fragmenta. Una vez secas, son trituradas en un molino de café hasta obtener el polvo deseado. Se tomaron las cantidades necesarias para obtener las concentraciones de 25, 50 y 75% en relación p/v.

Las semillas reciben el tratamiento por el método de inmersión según lo sugerido por Sandoval & Sáenz (1995). Posteriormente se colocan 20 por cada placa de Petri (unidad experimental) según cada tratamiento y se sitúan en una incubadora a una temperatura de $25 \pm 0,5$ °C.

Las evaluaciones se realizan a los tres y siete días de encontrarse interactuando el extracto con la semilla tratada. Se cuentan en cada placa de Petri, por extracto y concentración las semillas con presencia de los cinco hongos patógenos, que con mayor frecuencia se presentan en la semilla de la habichuela *Fusarium* spp, *Cladosporium* spp, *Macrophomina phaseolina*, *Alternaria alternata* y *Choanephora cucurbitarum* (Lorenzo, et al., 2011). Para ellos se emplea un microscopio estereoscopia con un aumento de 100x.

Para calcular la efectividad técnica se utiliza la fórmula de Abbott modificada (Ciba- Geygi, 1981), se ofrece consideración a las semillas con presencia de cada

hongo con relación al control. Los datos en porcentajes de efectividad técnica se transforman en 2 arcos√p (Lerch, 1997) y se somete a un análisis de varianza de clasificación doble. Se compararon los valores por la prueba de Tukey para P<0,05. Se utiliza el paquete estadístico SPSS versión 15.

Después de los análisis estadísticos se realiza un análisis comparativo de los extractos-concentración-patógeno con los hongos de mayor incidencia en la semilla.

Resultados y discusión

Para la acción contra *Fusarium* spp., puede encontrarse significación estadística para el factor extracto de plantas a los tres y siete días, para el factor concentraciones de los extractos a los tres días y no a los siete, así como para la interacción tipo de extracto con las concentraciones de éstos, a los tres y siete días.

En las evaluaciones correspondientes a los tres días. La interacción con mayor efectividad biológica contra *Fusarium* spp resulta ser el extracto de nim al 75 y 50% con 100 % de efectividad que difirieron del resto (Tabla 1). El extracto de moringa a la concentración de 75% alcanzó 71 % de efectividad, pero con diferencia estadística con estos.

Tabla 1. Efectividad biológica de los tratamientos de los cuatro extractos de plantas a tres concentraciones contra el hongo *Fusarium* spp.

Tratamientos	Efectividad				
	3 días		7 días		
Plantas	concentración (%)	arcosen√p	%	arcosen√p	%
Moringa	75	1,99b	71	1,19cd	32
	50	0,95b	21	1,18cd	31
	25	0,66b	11	0,8275d	16
Nim	75	3,07a	100	3,07a	100
	50	3,07a	100	3,07a	100
	25	1,04b	25	1,58 bcd	50
Noni	75	1,35b	39	2,33abc	85
	50	0,922b	20	2,33abc	85
	25	1,45b,	44	1,51bcd	47
Paraíso	75	0,56b	8	2,77ab	96
	50	0,20b	1	1,64bcd	54
	25	0,20b	1	1,48bcd	45
CV (%)		23,19		19,14	
ET*		0,283		0,427	

* Medias con letras desiguales en las columnas difieren para P≤0,05

A los siete días las mejores interacciones resultan ser nim a 50 y 75 % (con 100 %) de efectividad, noni a 50 y 75% y paraíso a 75% que difieren estadísticamente del resto alcanzando efectividades siempre por debajo del 60%.

En estudios similares Castro, Lorenzo & Castellanos (2013), logran con extractos de noni y de moringa frente al hongo *Fusarium* spp. a los siete y diez días porcentajes de inhibición del hongo de un 100%. Tintino, Neto, Menezes, Oliveira & Coutinho (2015), atribuyen al noni efecto fungicida, debido a la presencia de determinados alcaloides.

El extracto de nim es recomendado en tratamiento preventivo aplicado directamente en las semillas de berenjena por Joseph, et al., (2008), que al estudiar el efecto de extractos acuosos de diversas especies de plantas para el control de la marchitez en berenjena (*Solanum melongena*) causado por *Fusarium solani* f. sp. *Melongenae* entre ellas *Azardachta indica* la obtención de porcentajes de inhibición del hongo.

Se da la significación estadística para la efectividad biológica contra *Cladosporium* spp. entre el factor extracto de plantas, y el factor concentración de los extractos, así como para la interacción de ambos factores, tanto a los tres como a los siete días.

En el caso de este hongo de, los cuatro extractos en estudio, solo el paraíso ha podido lograr a los tres días valores de efectividad técnica entre 98 y 100% con las dosis media y máxima con diferencia estadística con el resto. A los siete días el paraíso a las tres dosis ensayadas manifiesta efectividades entre 95 y 100% con diferencia estadística con el resto de los extractos cuyos valores de efectividad no superan el 60% (Tabla 2).

Tabla 2. Efectividad biológica de los tratamientos de los extractos de plantas a tres concentraciones sobre el hongo *Cladosporium* spp.

Tratamientos	Efectividad				
	3 días		7 días		
Plantas	concentración (%)	arcosen√p	%	arcosen√p	%
Moringa	75	1,44bc	44	1,52bc	48
	50	1,32bcd	38	1,61b	52
	25	0,89bcd	19	1,26bcd	35
Nim	75	1,61b	52	1,61b	52
	50	1,00bcd	23	1,22bcd	33
	25	0,68cd	11	0,68c	11
Noni	75	0,54d	8	1,14bcd	30
	50	0,63d	10	0,78cd	15
	25	0,60d	9	0,63c	10
Paraíso	75	3,07a	100	3,07a	100
	50	2,83a	98	2,68a	95
	25	1,31bcd	37	2,83a	98
CV (%)		7,8		6,91	
ET		0,228		0,110	

Medias con letras desiguales en las columnas difieren para P≤0,05

Resultados similares han sido obtenidos por Bravo (2008), quien, ensayando con varios extractos y concentraciones de estos, obtiene efectividad con el extracto de paraíso (*M. azeradach*) al 40% efecto anti fúngico sobre el hongo *Cladosporium cladosporioides*.

Se presenta significación estadística para la efectividad biológica contra *Macrophomina phaseolina* entre el factor extracto de plantas, y el factor concentración de los extractos, así como para la interacción de ambos factores, tanto a los tres como a los siete días.

A los tres días de tratamiento aunque solo las interacciones del extracto de noni a 50 y 75 %, sobrepasan el 60 % de efectividad técnica contra *M. phaseolina*, las interacciones nim a las tres concentraciones, noni a las tres concentraciones y nim a 50 y 75 % no presentan diferencia estadística entre sí (Tabla 3).

Tabla 3. Efectividad biológica de los tratamientos de los extractos de plantas a tres concentraciones sobre el hongo *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid.

Tratamientos	Efectividad				
	3 días		7 días		
Plantas	concentración (%)	arcosen√p	%	arcosen√p	%
Moringa	75	1,66ab	55	3,07a	100
	50	1,47abc	45	2,69ab	95
	25	1,13abc	29	2,72ab	96
Nim	75	1,91ab	67	2,85ab	98
	50	1,63abc	53	2,85ab	98
	25	0,90bc	19	2,85ab	98
Noni	75	2,23a	81	2,23ab	84
	50	1,78ab	61	1,78 ab	61
	25	1,57abc	50	1,64b	54
Paraíso	75	0,86bc	16	2,63ab	94
	50	0,86bc	16	2,01ab	75
	25	0,41c	4	2,01ab	75
CV (%)		17,56		10,78	
ET		0,349		0,362	

* Medias con letras desiguales en las columnas difieren para $P \leq 0,05$.

Sin embargo, a los siete días 11 tratamientos sobrepasan el 60 % de efectividad y no difieren estadísticamente entre sí, aunque solo moringa a 75 % con un 100 % de efectividad difiere del de más bajo efecto (nim a 25% con 54 % de efectividad).

Los resultados indican que cuatro extractos pueden aplicarse contra *M. phaseolina* y lograr eficacias de al menos 75 % a la concentración más baja estudiada (25 %).

En estudios realizados por Águila, et al. (2011), con seis extractos de plantas (eucalipto, higuereta, moringa, noni, nim y paraíso) para determinar la efectividad biológica de estos sobre el hongo *M. phaseolina* han demostrado que los extractos de paraíso, moringa y nim han resultado ser los de mejor respuesta con efectividades superiores al 60 % en los tres momentos evaluados. Además, señalan que el paraíso presenta valores superiores al resto de los extractos en todas las concentraciones evaluadas sobre la inhibición de *M. phaseolina* en condiciones de laboratorio, mientras que la moringa ofrece mejor respuesta a partir del 50 % de concentración.

En lo relacionado con el efecto fungicida de los extractos evaluados sobre el hongo *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler en la primera evaluación realizada a los tres días no se aprecia actividad anti fúngica notable de los extractos y las diferentes dosis evaluadas. En la segunda evaluación, a los siete días, el paraíso con las dosis máxima y media y el nim a la dosis máxima supera en el 70% de efectividad con respecto al patógeno *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, se destaca el paraíso.

Estadísticamente a los tres días los tratamientos no manifiestan diferencia entre sí en cuanto a la efectividad biológica sobre *Alternaria alternata*, los valores de efectividad están por debajo de 50%, sin embargo a los siete días las efectividades de las interacciones paraíso con las concentraciones de 50 y 75 % y del nim con la del 75% fueron superiores al resto de los tratamientos con valores por encima de 70% (Tabla 4).

Tabla 4. Efectividad biológica de los tratamientos de los extractos de plantas a tres concentraciones sobre el hongo *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler.

Tratamientos	Efectividad				
	3 días		7 días		
Plantas	Concentración (%)	arcosen√p	%	arcosen√p	%
Moringa	75	0,79ns	15	0,79def	15
	50	0,20ns	1	0,20f	1
	25	0,20ns	1	0,20f	1
Nim	75	0,91ns	20	2,01abc	75
	50	0,41ns	4	1,79bcd	61
	25	0,41ns	4	0,38ef	4
Noni	75	1,40ns	42	1,94bc	68
	50	0,91ns	20	1,32cde	38
	25	0,69ns	12	1,38bcde	41
Paraíso	75	1,34ns	39	3,07a	100
	50	1,40ns	42	2,49ab	90
	25	0,40ns	4	1,35cde	39
CV (%)		27,0		14,39	
ET		0,450		0,318	

* Medias con letras desiguales en las columnas difieren para $P \leq 0,05$

Ayala, et al. (2008), en estudios con el extracto de canela sobre este hongo nota que la inhibición se incrementa al aumentar la concentración del extracto, aspecto que se manifiesta en el presente estudio con los extractos de nim y paraíso, al obtener porcentajes de inhibición superiores en la concentración máxima (75%) para el nim de 75% y para el paraíso de 100%.

El análisis de varianza vertió diferencia estadística para la efectividad biológica sobre el *Choanephora cucurbitarum* para el factor extracto de plantas, el factor concentración de los extractos, así como para la interacción de ambos factores tanto a los tres y siete días.

A los tres días las mayores efectividades técnicas se obtienen para las interacciones del extracto nim a las tres concentraciones, noni a 50 y 75 % y paraíso a 75 %, aunque no sobrepasa el 70% de efectividad el noni a 50 % (Tabla 5).

Tabla 5. Efectividad biológica de los tratamientos de los extractos de plantas a tres concentraciones contra el hongo *Choanephora cucurbitarum* (Berk. et Rav.) Thaxter.

Tratamientos	Efectividad				
	3 días		7 días		
Plantas	concentración (%)	arcosen√p	%	arcosen√p	%
Moringa	75	1,48bcd	46	1,61bc	52
	50	1,22bcd	33	1,26c	35
	25	0,70cd	12	1,82bc	62
Nim	75	3,07a	100	3,07a	100
	50	2,35ab	85	2,47ab	89
	25	2,07abc	74	2,47ab	89
Noni	75	2,07abc	74	2,69ab	95
	50	1,65abcd	54	2,70ab	95
	25	1,52bcd	48	1,22c	33
Paraíso	75	2,20ab	80	3,07a	100
	50	0,95bcd	21	2,39abc	87
	25	0,30d	2	1,89abc	66
CV (%)		21,41		10,58	
ET		0,417		0,342	

* Medias con letras desiguales en las columnas difieren para $P \leq 0,05$

Sin embargo, a los siete días las mayores efectividades técnicas se obtienen para las interacciones de nim y paraíso a las tres concentraciones y noni

a 50 y 75 % con efectividades por encima del 85%, excepto para la interacción paraíso al 25%, que solo alcanza 66%.

Los resultados demuestran el efecto favorable de nim, paraíso y noni contra *C. cucurbitarum*.

Al realizar una comparación general de la efectividad biológica de los extractos de las cuatro plantas sobre los cinco hongos en estudio a los siete días de montado el ensayo, se puede observar que ningún tratamiento (interacción del extracto con las concentraciones) logra un valor superior al 70 % sobre todos los hongos a la concentración mínima de 25%. A la concentración media del 50% tampoco se alcanzan efectividades superiores al 70% contra todos los hongos para ningún extracto, sin embargo, el paraíso lo logra para cuatro (*Cladosporium* spp., *M. phaseolina*, *A. alternata* y *C. cucurbitarum*) y nim para tres (*Fusarium* spp., *M. phaseolina* y *C. cucurbitarum*) (Tabla 6).

Tabla 6. Comparación de los valores de efectividad biológica de los extractos de las plantas a los siete días contra los fundamentales hongos patógenos de la semilla.

Planta	Concentración	Hongos patógenos / Efectividad Técnica (%)				
		<i>Fusarium</i> spp.	<i>Cladosporium</i> spp.	<i>M. phaseolina</i>	<i>A. alternata</i>	<i>C. cucurbitarum</i>
Moringa	75	32	48	100	15	52
	50	31	52	95	1	35
	25	16	35	96	1	62
Nim	75	100	52	98	75	100
	50	100	33	98	61	89
	25	50	11	98	4	89
	75	85	30	84	68	95
Noni	50	85	15	52	38	95
	25	47	10	54	41	33
	75	96	100	94	100	100
Paraíso	50	54	95	75	90	87
	25	45	98	75	39	66

Estos resultados sugieren la necesidad de emplear mezclas de extractos y en específico la de nim y paraíso a la concentración del 50% para lograr un control de todos los hongos al mismo tiempo y hacer un uso racional del recurso filogenético del cual se obtiene el extracto.

Un extracto en particular puede emplearse ante la presencia de un hongo patógeno luego de este estudio, pero como señalan Lorenzo, et al. (2011), en las semillas de habichuela se interceptaron los hongos *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Khün, *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc & Margn)

Briosi & Cav, *Cladosporium* spp., *Alternariatenuis* (Ness ex Fr.), *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid, *Choanephora cucurbitarum* (Berk. et Rav.) Thaxter, *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Curvularia* spp., *Corynespora cassiicola* (Berk & Curl) y *Cercospora canescens* Ells & Martin, que pueden estar presentes al mismo tiempo.

La actividad anti fúngica de dos mezclas fue estudiada por Usha, Singh, Praseetha, Deepa, Agarwal, Agarwal & Nagaraja (2009), la primera elaborada a partir de estramonio (*Datura stramonium*), algodón de seda (*Calotropis gigantea*), neem (*Azadirachta indica*) y estiércol de vaca; y la otra mezcla de extractos metanol-acuosos de las mismas plantas, evaluados contra la malformación floral del mango causada por *Fusarium mangiferae*. El estudio demuestra la eficacia de la primera mezcla en la inhibición del hongo, el porcentaje de frutos y la retención, en comparación con el control y la mezcla dos. Esto se debe a las propiedades antifúngicas de las especies de plantas.

Por otra parte Farag Hanaa, Abdou, Salama, Ibrahim & Srour (2011), emplearon extractos acuosos de nim y sauce (*Salix babylonica*) en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum*); estos redujeron la incidencia de la enfermedad de la marchitez por *F. oxysporum* hasta casi un 30%. Estos y muchos otros métodos estudiados han resultado de bajo costo, fáciles de preparar y con niveles altos de efectividad contra algunas especies de *Fusarium* spp.

CONCLUSIONES

Los extractos de las cinco plantas a todas las concentraciones resultan buenos candidatos para el control de *M. phaseolina*, excepto noni al 25%, mientras que noni, nim y paraíso a todas las concentraciones demuestran buena efectividad contra *C. cucurbitarum*, excepto noni al 25%.

Los extractos vegetales de nim y noni a la concentración de 50% resultan buenos candidatos para el control de *Fusarium* spp. mientras que el extracto de paraíso a partir del 25 % resulta efectivo para el control de *Cladosporium* sp. y a partir del 50 % para *Alternaria alternata*.

El control de los cinco hongos más importantes de las semillas de la habichuela podrían controlarse al mezclarextractos acuosos de noni, nim y paraíso a la concentración de 50%.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Águila, R., Almarales, M., & Lorenzo, M.E. (2011). *Efectividad biológica in vitro de extractos naturales de plantas en el control del hongo Macrophomina phaseolina aislado de semillas de habichuela*. Tesis de Diploma. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Ayalak, F., Sotok E., González, A., Álvarez E., Martink O., & González, G. (2008). Microencapsulation of cinnamon leaf (*Cinnamomum zeylanicum*) and Garlic (*Allium sativum*) oils in β -cyclodextrin. *Journal of Inclusion Phenomena Macrocyclic Chemistry* 60, 359-368.
- Bascur, G., & Tay, J. (2005). Collection, characterization and use of genetic variation Chilean bean germplasm (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Técnica*, 65 (2), 135-146. Recuperado de http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0365-28072005000200003&script=sci_abstract&tlng=en
- Casanova, A. (1997). El cultivo protegido de hortalizas en Cuba. Estudio del túnel. Tipo de "sombrilla." *Memorias de Evento científico producción de cultivos en condiciones tropicales*. La Habana: Ministerio de la Agricultura.
- Castro, B., Lorenzo, M. E. & Castellanos, L. (2013). *Acción antifúngica in Vitro de extractos naturales de plantas sobre Swietenia macrophylla* (King) en semillas de caoba. Tesis Maestría. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Ciba-Geygi. (1981). *Manual de ensayos de campo en producción vegetal*. Basilea: Ciba-Geygi.
- Farag Hanaa R. M., Abdou, Z. A., Salama, D. A., Ibrahim, M. A. R., & Srour, H. A. M. (2011). Effect of neem and willow aqueous extracts on *Fusarium wilt disease* in tomato seedlings: Induction of antioxidant defensive enzymes. *Annals of Agricultural Sciences*, 56(1), 1-7. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S057017831100008X>
- Learch, G. (1997). *La experimentación en las ciencias biológicas y agrícolas*. La Habana: Científico Técnico.
- Lorenzo, M. E., Martínez, K., López, A., & Almarales, M. (2011). Hongos presentes en la semilla de la habichuela según diagnósticos del Laprosav, Cienfuegos. *Memorias de VII Encuentro Provincial Agricultura Orgánica Cienfuegos*.
- Morales, T., & Peláez, R. (2008). Inserción del servicio de inspección y certificación de semillas (SICS) en el sistema estatal de sanidad vegetal impacto estructural a partir del 2000. *Fitosanidad*, 12 (1), 63-68.

- Tintino, S.R., Neto, A.A.C., Menezes, I.R.A., Oliveira, C.D., & Coutinho, H.D.M. (2015). Atividade antimicrobiana e efeito combinado sobre drogas antifúngicas e antibacterianas do fruto de *Morinda citrifolia* L. *Acta biol. Colomb.* 20(3). 193-200. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/abc/v20n3/v20n3a16.pdf>
- Usha, K., Singh, B., Praseetha, P., Deepa, N., Agarwal, D. K., Agarwal, R., & Nagaraja, A. (2009). Antifungal activity of *Datura stramonium*, *Calotropis gigantea* and *Azadirachta indica* against *Fusarium mangiferae* and floral malformation in mango. *European Journal of plant pathology*, 124(4), 637–657. Recuperado de <http://link.springer.com/article/10.1007/s10658-009-9450-2?view=classic>



05

05

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: octubre, 2016

Fecha de publicación: diciembre, 2016

Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores

Efficient microorganisms and its benefits for farmers

Ing. María Andrea Luna Feijoo¹

E-mail: seguro.a@cfg.intermar.cu

MSc. José Ramón Mesa Reinaldo²

¹Empresa Nacional de Seguro, Cienfuegos. Cuba.

²Universidad de Cienfuegos. Cuba.

¿Cómo referenciar este artículo?

Luna Feijoo, M. A., & Mesa Reinaldo, J. R. (2016). Microorganismos eficientes y sus beneficios para los agricultores. Revista científica Agroecosistemas [seriada en línea], 4 (2), 31-40. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

El Ingeniero Agrícola Doctor Teuro Higa, profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón crea una tecnología en la década de los ochenta relacionada con el uso de los microorganismos eficientes. Esta tecnología es la base de la presente reseña, que tiene como objetivo brindar información sobre los grupos de microorganismos benévolos tales como: Bacterias ácido láctico, bacterias foto trópicas, grupo de los actinomicetos, grupo de las levaduras, y hongos presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros. Los Microorganismos Eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, generan una agricultura y medio ambiente más sostenible. Pueden ser utilizados en la rama pecuaria (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas. Todo ello maximiza la eficiencia de los sistemas y el manejo de excretas e instalaciones.

Palabras clave:

Actinomicetos, bacterias fotosintéticas, bacterias ácido lácticas, levaduras.

ABSTRACT

The Agricultural Ingeneer Dr. Teruo Higa, professor of Horticulture at the University of The Ryukyus in Okinawa, Japan creates a technique in the 80th decade related with the use of efficient microorganism. This technology is the basis of the present review aim at providing information about groups of benevolent microorganisms such as: lactic acid bacteria, phototrophic bacteria, actinomycetes group, yeast group and fungi present in natural ecosystems which are physiologically compatible with each other. Efficient Microorganisms, as a microbial inoculation, restore soil microbiological balance, improve its physical and chemical conditions, increase crop production and protection, preserve natural resources, and generate a more sustainable agriculture and environment. They can be used in the livestock (cattle, porciculture and poultry) for animal husbandry and the increase of productive variables. All this maximizes the efficiency of the systems and the management of excreta and facilities.

Keywords:

Actinomycetes, phototrophic bacteria, lactic acid bacteria, yeast.

INTRODUCCIÓN

La necesidad de suplir la alta demanda de alimentos hace que los productores persigan, por cualquier medio, (el más usado el de tipo químico), acelerar los procesos de germinación, crecimiento y producción sin tener en cuenta el perjuicio que se le cause a los suelos y sobre todo a los consumidores finales (Arias, 2010).

Es por ello que surge la necesidad de utilizar para el proceso de germinación, como estimulante foliar, en el tratamiento de plagas y enfermedades, mecanismos de tipo biológico como el uso de microorganismos que replacen los métodos químicos hasta ahora usados. Esto permite mejorar la calidad del alimento, lo que al final se reflejó en la salud del consumidor disminuye el acelerado proceso de contaminación que está presentando el suelo y el rendimiento económico del productor será puede resultar mayor, puesto que el uso de microorganismos reduce los costos, comparado con la inversión que se debe hacer con el uso de fertilizantes químicos (República de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, 2008).

En Ecologic Maintenances (2012), se plantea que las condiciones actuales de contaminación y el uso excesivo de sustancias químicas sintéticas han causado la proliferación de especies de microorganismos considerados regeneradores. Una vía que ayuda a subsanar los problemas antes planteados es el uso de los microorganismos eficientes (EM).

Los EM son un grupo muy grande de organismos, que cumplen multitud de funciones en el suelo y mantienen en orden los ciclos normales de múltiples sustancias. Esta labor es permanente y gracias a ella la vida en el suelo se mantiene. Estos organismos viven naturalmente en el suelo (bacterias, hongos, actinomicetos) y cumplen múltiples funciones, especialmente degradando y/o transformando diversos materiales para que sean aprovechados en la nutrición de las plantas. Intervienen además en los ciclos biogeoquímicos en la naturaleza (Fundases, 2014).

Estos microorganismos se clasifican en grandes grupos funcionales como: grupo ácido láctico, bacterias fotosintéticas, grupo de las levaduras, grupo de los actinomicetos y hongos, Sus funciones en el suelo son: Fijación del nitrógeno atmosférico, descomposición de desechos orgánicos y residuos, supresión de patógenos del suelo, reciclaje e incremento de la disponibilidad de nutrientes para las plantas, degradación de tóxicos incluyendo pesticidas, producción de antibióticos y otros componentes bioactivos, producción de moléculas orgánicas simples para el consumo de las plantas, formación de complejos de

metales pesados para su absorción limitada por las mismas, solubilizarían de fuentes de nutrientes insolubles y la producción de polisacáridos para mejorar la agregación del suelo (Pérez, 2010).

Los proyectos relacionados con la tecnología EM, tienen como objetivo contribuir al mejoramiento productivo y ambiental mediante la utilización de los mismos, y de esta forma contribuir al mejoramiento económico y social de las comunidades rurales. De ahí que la presente reseña tuvo como objetivo recopilar información sobre el surgimiento, modo de acción y los principales resultados obtenidos con la tecnología EM.

Surgimiento de la Tecnología EM

La tecnología EM fue desarrollada en la década de los ochenta por el Doctor Teruo Higa, Profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus en Okinawa, Japón. En los inicios de los años sesenta, el profesor Higa comienza la búsqueda de una alternativa que reemplazara los fertilizantes y pesticidas sintéticos, popularizados después de la Segunda Guerra Mundial para la producción de alimentos en el mundo entero. El profesor al estudiar las funciones individuales de diferentes microorganismos, encuentra que el éxito de su efecto potencializado estaba en su mezcla. Desde entonces, esta tecnología ha sido investigada, desarrollada y aplicada en una multitud de usos agropecuarios y ambientales, y es utilizada en más de 80 países del mundo (Arias, 2010).

El Doctor Higa dona al mundo la tecnología EM y crea a EMRO (EM Research Organization), organización sin ánimo de lucro para difundir la tecnología, distribuida en cada país por organizaciones con igual orientación (República de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, 2008).

Definición

EM, es una abreviación de Effective Microorganisms (Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes), cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros (Ecologic Maintenances, 2012).

Autores como Ramírez (2009); y Fundases (2014), exponen que cuando los EM son inoculado en el medio natural, el efecto individual de cada microorganismo es ampliamente magnificado en una manera sinérgica por su acción en comunidad.

Pedraza, et al. (2010), refieren que los microorganismos eficientes son un cultivo mixto de microorganismos benéficos (fundamentalmente bacterias

fotosintéticas, productoras de ácido láctico, levaduras, actinomicetos y hongos fermentadores) que pueden aplicarse como inoculante para incrementar la diversidad microbiana de los suelos. Esto a su vez aumenta la calidad y la salud de los suelos, lo que incrementa el crecimiento, la calidad y el rendimiento de los cultivos (Moya, 2012).

El Programa de Reducción de la Pobreza (PRP), en el año 2009 se plantea que al aplicar EM a suelos, aguas residuales y desechos orgánicos, la población de microorganismos es modificada hacia una que produce sustancias benéficas para la vida animal y vegetal, Pedraza, et al. (2010), refieren que el principio fundamental de esta tecnología consiste en la introducción de un grupo de microorganismos benéficos para mejorar las condiciones del suelo, suprimir la putrefacción (incluyendo enfermedades) y mejorar la eficacia del uso de la materia orgánica por las plantas.

DESARROLLO

Modo de acción de los microorganismos

Ramírez (2009), plantea que los diferentes tipos de microorganismos en el EM toman sustancias generadas por otros organismos, se basa en ello su funcionamiento y desarrollo. Las raíces de las plantas secretan sustancias que son utilizadas por estos microorganismos para crecer, sintetizando aminoácidos, ácidos nucleicos, vitaminas, hormonas y otras sustancias bioactivas (Moya, 2012).

Cuando los Microorganismos Eficientes incrementan su población, como una comunidad en el medio en que se encuentran, se incrementa la actividad de los microorganismos naturales, enriquecen la microflora, balancean los ecosistemas microbiales y suprimen microorganismos patógenos (PRP, 2009).

Principales microorganismos EM

Según Fundases (2014), las especies principales de microorganismos incluyen:

Bacterias del ácido láctico: *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Streptococcus lactics*.

Bacterias fotosintéticas: *Rhodopseudomonas plas-trus*, *Rhodobacter spaeroides*.

Levaduras: *Saccharomyces cerevisiae*, *Candida utilis*.

Actinomicetos: *Streptomyces albus*, *Streptomyces griseus*.

Hongos la fermentación: *Aspergillus oryzae*, *Mucorhiemalis*.

Bacterias Ácido Lácticas

Estas bacterias (*Lactobacillus* spp.) producen ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos sintetizados por bacterias fototróficas y levaduras (Ecologic Maintenances, 2012).

Diversos documentos (República de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, 2008; Ecologic Maintenances, 2012) señalan que el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte, que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa, fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta. Este compuesto a su vez, transforma esos materiales sin causar influencias negativas en el proceso. Por eso, algunas comidas y bebidas como el yogur y encurtidos son hechas con bacterias ácido lácticas desde tiempos remotos.

Las bacterias ácido lácticas, tienen la habilidad de suprimir enfermedades, incluyendo microorganismos como *Fusarium*, que aparecen en cultivos continuos y en circunstancias normales, debilitan las plantas, exponen a enfermedades y a poblaciones grandes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reduce las poblaciones de nemátodos, controla la propagación, dispersión de *Fusarium*; gracias a ello, induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos (EM, 2014).

Bacterias Fototróficas

Son bacterias autótrofas (*Rhodopseudomonas* spp.) que sintetizan sustancias útiles a partir de secreciones de raíces, materia orgánica y gases dañinos, usando la luz solar y el calor del suelo como fuentes de energía. Las sustancias sintetizadas comprenden aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas. Los metabolitos son absorbidos directamente por ellas, y actúan como sustrato para incrementar la población de otros Microorganismos Eficaces. Por ejemplo, en la rizósfera las micorrizas vesiculo-arbusculares (VA) se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos), que son secretados por las bacterias fototróficas. Las micorrizas VA en respuesta, incrementan la solubilidad de fosfatos en el suelo y por ello brindan fósforo que no era disponible a las plantas. Las micorrizas VA también pueden coexistir con *Azotobácter* y *Rhizobium*, e incrementar la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera (EM, 2014).

Levaduras

Plantea Valdivieso (2013), que las levaduras son hongos unicelulares que representan un *punto biológico* entre las bacterias y los organismos superiores, manteniendo las ventajas de los microorganismos en cuanto a su fácil manipulación y crecimiento rápido.

Toc (2012) y Valdivieso (2013) exponen que las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles, requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de plantas.

Por otra parte, Valenzuela (2012); y Serrano (2009), revelan que las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras, promueven la división activa celular y radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido lácticas y actinomicetos.

Valdivieso (2013), refiere que *Saccharomyces cerevisiae*, es quizás, la levadura más importante para la humanidad, ya sea por su utilización desde hace miles de años en la producción de pan y bebidas alcohólicas por fermentación, o por ser uno de los organismos eucarióticos modelos más intensamente estudiados a nivel de su biología celular y molecular.

Actinomicetos

Los actinomicetos son una estructura intermedia entre bacterias y hongos, que pueden coexistir con las bacterias fotosintéticas y producen sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y la materia orgánica secretados por éstas. Ambas especies (actinomicetos y bacterias fotosintéticas), mejoran la calidad de los suelos desarrollados, al incrementar su actividad antimicrobiana (Condor, et al., 2007). Los actinomicetos controlan hongos y bacterias patógenas y también aumentan la resistencia de las plantas, mediante un mecanismo de producción de antibióticos que provocan inhibición de patógenos del suelo y benefician el crecimiento y la actividad de *Azotobacter* y de las micorrizas (Asia Pacific Natural Agriculture Network, 2003; y Coutinho, 2011).

Hongos de Fermentación

Los hongos de fermentación como *Aspergillus* y *Penicillium*, actúan descomponiendo rápidamente la materia orgánica para producir alcohol, ésteres y sustancias antimicrobianas, lo que produce la desodorización y previene la aparición de insectos perjudiciales y larvas de moscas (Asia Pacific Natural Agriculture Network, 2003; y Condor, et al., 2007).

Al referirse al papel que tienen estos hongos en el EM, Ibáñez (2011), explica que aumentan la fragmentación de los componentes de la materia orgánica lo que facilita su obtención para la nutrición de las plantas.

Activación de la Tecnología (EM) Microorganismos Eficientes

EM es un producto microbiano multipropósito, que contiene varios tipos de organismos vivos. Estos microorganismos se propagan entre ellos mismos si existen unas condiciones adecuadas de alimento y medios ambientales. Esta propagación se conoce como activación y es de sencilla elaboración, logra hacer un uso de los EM mucho más económico. Cuando se usan EM para cualquier aplicación, el incremento de la densidad de población de estos microbios benéficos es la llave para alcanzar buenos resultados. Debido a la activación EM es posible aplicar este producto con más frecuencia, lo que reduce los gastos (Ramírez, 2009).

Materiales

Para preparar 20 partes de EM ACTIVADO (AEM), se requiere:

- Un recipiente plástico hermético, botella, contenedor o tanque grande; lavar el recipiente antes de usarlo. Se recomienda no utilizar botellas o contenedores de vidrio debido a que el producto produce gas al ocurrir el proceso de fermentación, este gas se forma a partir del segundo día de envasado el EM por lo que es necesario abrir la tapa del recipiente dos o tres minutos para liberar el gas; así como utilizar el EM después de 7 días de almacenado cuando su pH sea menor a 3,8.
- Melaza para un 5% del volumen total; esta melaza no debe contener preservativos y es posible que esté contaminada de microbios indeseables, por lo que be hervirse antes de usarla. Si se utiliza otra fuente como el azúcar blanco se le debe añadir otro recurso mineral como es la sal natural de mar (0,05-0,1% del volumen total).
- EM para el 5% del total del volumen.
- Agua de lluvia, agua del grifo, agua destilada comercial pueden ser usadas, mientras mayor sea la calidad, mejores son los resultados. Cuando se utilice agua del grifo se deja reposar de 24 a 48 horas para que se elimine el cloro para disminuir los efectos peligrosos de este sobre los microorganismos.
- Las herramientas que ayudan al proceso de preparación son un embudo, una tasa para mezclar, una cuchara y un papel indicador de pH para medir su valor (República de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, 2008).

Preparación

Se mezcla el inoculador microbiano de 1 porción EM, 1 porción de melaza y a 20 porciones de agua caliente (110°F a 115° F, o 43°C a 46°C). Se almacena durante 4 a 7 días en un envase hermético para la fermentación. La acumulación del gas debe eliminarse una vez al día durante todo el proceso. Concluido el mismo se envasa el producto obtenido en recipientes tapados, que deben mantenerse en un lugar fresco o en un local a una temperatura entre 20°C a 30°C (desde 68°F a 86°F), no requiere refrigeración.

La **activación** EM (AEM) está lista para utilizar después de 4 a 7 días de preparada cuando el pH esté por debajo de 3,8, siendo el ideal entre 3-3,5 y tenga un olor dulce ácido, muy similar al guarapo, también cambia de color de un negro a un marrón rojizo. Esta activación EM (AEM) puede ser usada hasta un mes después de preparada, sin embargo, los efectos de los microorganismos activados EM (AEM) son mejores cuando se aplican en menor tiempo.

No se puede utilizar la activación EM (AEM) para realizar a partir de ella otra activación debido a que la coexistencia y acoplamiento de los grupos de microorganismos que lo conforman, como las bacterias ácido lácticas, bacterias foto trópicas y levaduras, presentarían un desbalance y desacoplamiento en sus interrelaciones. Esto puede ocurrir si se realizara esta solución secundaria y alcance un pH de 3,5, tomando el nombre de solución bacteriana activa de bajo contenido ácido la cual no garantizaría los resultados esperados (Ramírez, 2009).

Inoculación y principios biológicos de EM

Según Fundases (2014), el concepto de la inoculación de suelos y plantas con microorganismos benéficos para crear un ambiente microbiano más favorable para el crecimiento de las plantas ha sido motivo de discusión durante décadas por parte de los científicos dedicados a la agricultura. El principio biológico que determina la actuación de este consorcio de bacterias se basa, entre otras propiedades, en su carácter antioxidante. Además, cuando estos microorganismos entran en contacto con la materia orgánica secretan sustancias benéficas como vitaminas, ácidos orgánicos y minerales. Así mismo, prosperan por exclusión competitiva, tanto en nichos contaminados como en descomposición, para luego morir cuando las condiciones son limpias, por lo cual no existe riesgo de contaminación secundaria (EM, 2014).

Coexistencia de EM

Las diferentes especies de los Microorganismos Eficientes (Bacterias fototrópicas, ácido lácticas y levaduras, entre otras) tienen sus respectivas funciones. Sin embargo, las bacterias fototrópicas, se pueden considerar como el núcleo de la actividad de los EM. Las bacterias fototrópicas refuerzan las actividades de otros microorganismos. A este fenómeno se le denomina coexistencia y coprosperidad (República de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda, 2008).

Según Moya (2012), el aumento de poblaciones de EM en los suelos promueve el desarrollo de microorganismos benéficos existentes en los mismos, pues su microflora se torna abundante, y por ello el suelo desarrolla un sistema microbiano bien balanceado. En este proceso, microbios específicos (especialmente los dañinos), son suprimidos, a su vez, reduciendo especies microbianas del suelo que causan enfermedades (Ladino & Rodríguez, 2009).

Fundases (2014), refiere que las raíces de las plantas también secretan sustancias como carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos y enzimas activas. Los EM utilizan estas secreciones para su crecimiento y en el transcurso de este proceso también secretan y provee aminoácidos, ácidos nucleicos, una gran variedad de vitaminas y hormonas a las plantas. Esto significa que los EM en la rizosfera, coexisten con las plantas y que, por ello, en suelos dominados por los mismos las plantas crecen excepcionalmente bien.

Otros usos de los EM

Los Microorganismos Eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales, y generan una agricultura y medio ambiente más sostenible. Pueden ser utilizados en la rama animal (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas, esto maximiza la eficiencia de los sistemas y el manejo de excretas e instalaciones.

Ecologic Maintenances (2012), asegura que son una buena alternativa dentro del saneamiento ambiental. La utilización de microorganismos como herramienta biológica permite transformar desechos para ser usados como nutrientes; pueden aplicarse en el tratamiento de aguas residuales domésticas e industriales y en residuos sólidos con lo cual se pueden producir fertilizantes y evitar la proliferación de insectos y vectores.

Díaz Barragán, Montero Robayo & Lagos Caballero (2009), señalan que los EM, pueden utilizarse como inoculantes del suelo para reconstruir su equilibrio biológico, mejorar la asimilación de nutrientes para que estén de esta manera disponibles, para suprimir microorganismos patógenos indeseables por exclusión competitiva o dominación absoluta y de esta manera favorecer el crecimiento, rendimiento y protección de las plantas de cultivo. Pueden emplearse en aspersiones foliares, para mejorar el crecimiento del follaje (22%) y de esta manera aumentar el área fotosintética, lo que se traduce en una mayor elaboración de nutrimentos para la planta y por ende en un incremento de su productividad; además se ha comprobado que algunos microorganismos presentes en EM asperjados al follaje, son capaces de proteger a las plantas del ataque de determinados patógenos.

Efectos de los EM

Según Moya (2012), algunos de los efectos benéficos de la aplicación de los EM son:

- » Promueve la germinación, la floración, el desarrollo de los frutos y la reproducción de las plantas.
- » Mejora física, química y biológicamente el ambiente de los suelos y suprime los patógenos que promueven enfermedades.
- » Aumenta la capacidad fotosintética de los cultivos.
- » Asegura una mejor germinación y desarrollo de las plantas.
- » Incrementa la eficacia de la materia orgánica como fertilizante.
- » Reduce los malos olores y por lo tanto disminuye la utilización de desinfectantes.
- » Disminuye el consumo de agua de lavado, implementando el manejo de camas secas para coleccionar excretas.
- » Ayuda al aprovechamiento eficiente de desechos animales.
- » Mejora la calidad y aumenta la rapidez en la elaboración del abono.
- » Reincorpora aguas residuales como aguas de riego.
- » Mejora la calidad de los productos animales.
- » Promueve la transformación aeróbica de compuestos orgánicos, evita la descomposición de la materia orgánica por oxidación, en la que se generan gases sulfurosos y amoniacales.
- » Reduce la producción de lodos en sistemas de tratamientos convencionales.
- »

Ventajas del uso de los EM

Los microorganismos eficientes, al ser un producto orgánico sin manipulación genética, son bien aceptados en toda clase de unidades productivas, ya sean agrícolas, pecuarias o ambientales. Su uso requiere de menores cantidades de materia orgánica, con el ahorro de costos de aplicación de esta al suelo. Con la aplicación de la tecnología EM se hace posible la transformación de los residuos orgánicos en abonos de excelente calidad, utilizados en programas de producción limpia (Pedraza, et al., 2010).

La aspersión de microorganismos eficientes en las instalaciones donde se encuentran las excretas de los cerdos y el ganado, según el PRP (2009), reduce drásticamente los malos olores de los gases emitidos y la presencia de vectores. Además, la tecnología EM, aplicada en el tratamiento de aguas residuales permite recuperar este tipo de aguas, lo que minimiza diferentes impactos generados al medio ambiente.

Moya (2012), plantea que el uso de agroquímicos además de ser de alto costo en la mayoría de los países, hace que el suelo pierda diversidad de flora y fauna y que se destruya su materia orgánica, mientras que los EM mejoran la biota del suelo, las propiedades físicas de este, disminuyen los costos de la producción, aumenta la cantidad de cosechas y por lo tanto, aumentan los ingresos del agricultor.

Según el PRP (2009), el uso de los EM puede tener las siguientes funciones:

En el agua potable: Remueve la materia orgánica; optimiza procesos unitarios en las plantas de tratamiento; reduce la producción de compuestos organoclorados en sistemas convencionales y racionaliza el uso de agentes químicos.

En el agua residual: Transforma la materia orgánica disminuyendo la producción de lodos; mejora la calidad física, química y microbiológica del efluente de una planta de tratamiento de aguas residuales e inhibe la producción de olores ofensivos.

En residuos sólidos: En procesos de compostaje acelera la transformación de la materia orgánica y elimina olores molestos en botaderos, rellenos sanitarios, estaciones de manejo de residuos y en carros recolectores. Los desechos agrícolas, la descarga de aguas contaminadas y la emisión de dioxina que se desarrolla por la incineración y la desintegración de materia orgánica son algunos de los problemas que se pueden enfrentar de manera exitosa con la aplicación de la tecnología de los EM.

Pérez (2010), plantea como resultado de una investigación realizada que estos Microorganismos

Eficientes cuando entran en contacto con materia orgánica secretan sustancias beneficiosas como vitaminas, ácidos orgánicos, minerales quilatos y fundamentalmente sustancias antioxidantes. Además, hace precisiones acerca de que mediante su acción cambian la micro y macro flora de los suelos y mejoran el equilibrio natural, de manera que los suelos causantes de enfermedades se conviertan en suelos supresores de enfermedades, y este se transforme a su vez en suelo azimogénico, lo que puede de alguna manera inhibir el crecimiento de patógenos. Expresa al respecto, República de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (2008), que estas bacterias funcionan como un componente importante de los EM, ayudan a mantener el balance con otros microorganismos benéficos, permiten coexistir y funcionar conjuntamente con los mismos.

Silva (2014), manifiesta que los EM generan un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos, consumen los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades. Incrementan el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos y promueven la floración, fructificación y maduración, por sus efectos hormonales.

Resultados de trabajos realizados en la rama agrícola

En el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) Terry Alfonso, Leyva & Hernández (2010), aplicaron microorganismos eficientes como biofertilizante para evaluar la efectividad agro biológica de *Azospirillum* sp. en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de dicho cultivo, donde los resultados demostraron que los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* y *Streptomyces*, forman parte de la comunidad microbiana de la rizósfera del tomate, y que *Azospirillum* es el género dominante. Aclara el autor que con la inoculación artificial de este microorganismo se logra un incremento del 11% del rendimiento respecto al testigo.

La dosis más efectiva de los EM en el rendimiento del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* híbrido Atar Ha-435) fueron evaluadas por Peñafiel & Donoso (2012), y no obtuvieron diferencia estadística entre los tratamientos aplicados y el testigo en cuanto al rendimiento, aunque demostraron la influencia de los EM sobre la precocidad de la cosecha, el número de flores por planta e inicio del ataque de *Mildiu velloso*.

El estudio de la tecnología EM en la producción de abono orgánico a partir de estiércol de aves

de jaula desarrollado por Uribe, Estrada, Córdoba, Hernández & Bedoya (2010), ha permitido el conocimiento de una aceleración en el proceso de estabilización del compost con la aplicación de esta tecnología. Las pruebas físico-químicas realizadas al final revelaron mayores valores de Nitrógeno y Potasio para la mezcla de gallinaza con los EM. Los valores en la relación Carbono/Nitrógeno y en la capacidad de intercambio catiónico, han sido adecuados para este tipo de compostaje en los tratamientos aplicados.

Durante la evaluación de microorganismos eficientes autóctonos, realizada por Toalombo (2012) fueron identificados tres géneros: Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus plantarum*), y bacterias fototrópicas/fotosintéticas (*Rhodospseudomonas sphaeroides*). Aplicados en diferentes dosis y frecuencias en el cultivo de cebolla blanca (*Allium fistulosum* L.), pudo concluir en base al rendimiento kg. ha⁻¹ que el tratamiento con 3 cm³ de EM + 3 de melaza / 1 litro de agua, cada 14 días, logra el mejor peso promedio 29 120,00 kg.ha⁻¹, ubicándolo en el primer lugar. El testigo se ubica en el décimo y último lugar con un peso promedio de 17 227,64 kg.ha⁻¹.

Un estudio realizado por Santillán, Recalde & Echeverría (2012), sobre la descomposición de materia orgánica con Microorganismos Eficientes magnetizados, se obtiene como resultado del análisis realizado en el laboratorio y en el campo que la aplicación de campos magnéticos a los EM en procesos de descomposición resulta positiva. La aplicación en diferentes dosis de los mismos sobre la materia orgánica, contribuye a la aceleración del proceso de compostaje. La mejor dosis de campos magnéticos sobre los EM ha sido mostrada en la dilución 10⁻², con un valor de 0,74 Gauss.

Al estudiar el efecto de microorganismos aplicados por fertirriego, en la disponibilidad de fósforo (P) en dos sistemas de cultivo de banano (*Musa paradisiaca* L.), en la zona bananera Magdalena. Pérez (2010), logra las mayores disponibilidades con 45 L.ha⁻¹ en la finca orgánica y en la finca de manejo convencional con 15 L.ha⁻¹. A nivel foliar no se obtiene diferencias significativas, en cuanto a los contenidos de P, en las dos fincas, después de la aplicación de microorganismos solubilizadores de fósforo.

El efecto de los microorganismos eficientes y *Trichoderma* sp. sobre la incidencia de *Fusarium* y *Sclerotium rolfsii* estudiado por Flores, López & Villanueva (2012), en una siembra experimental de pimentón (*Capsicum annum*, L.) se obtiene como resultado que, con su aplicación hubo menor

incidencia de los patógenos *Sclerotium rolfsii* y *Fusarium* sp., en 5 y 6% respectivamente. En el tratamiento a base de abono químico, la incidencia de los patógenos resulta igual al testigo, y llegan a ser mayor al 20%.

En el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.), al estudiar García (2016), el efecto de dos biopreparados a base de EM (ME-50 y ME-UCF) productos obtenidos por la Empresa Labiofam y la Universidad de Cienfuegos, sobre los niveles de afectación por *Fusarium* sp. y *Rizoctonia solani* en las raíces de las plantas, ha determinado en todos los tratamientos evaluados, un bajo nivel de afectación (menos de 5 %), mientras que en el testigo, estos valores están por encima de 20 %, y afectan los rendimientos en el cultivo.

En el arroz (*Oriza sativa*, L.) en un estudio del efecto de ME-50 sobre los niveles de larvas de Picudito acuático (*Lissorostus brevisrostris*), Milian (2015), observa que la parcela testigo presenta a los 21 días, un índice de infestación de 0,51 larvas/plantón, mientras en el tratamiento con ME-50, este índice fue de 0.03 larvas/plantón. En cuanto al rendimiento agrícola y sus componentes, la parcela tratada con ME-50 (en dosis de 7 L. ha⁻¹ y tres aplicaciones a los 15, 25 y 35 días posteriores al trasplante), se diferencia significativamente del testigo, con 46.7 panículas.m⁻², 19.8 granos llenos por panícula y un rendimiento superior a éste en 0.80 t. ha⁻¹, lo que pone de manifiesto la efectividad del biopreparados.

La evaluación de la acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo, en dosis de 5% del agua del riego, incrementó la capacidad de intercambio catiónico en el suelo (Díaz, et al., 2009).

En un estudio sobre el mecanismo de adaptación de *Saccharomyces cerevisiae* a la alcalinización ambiental, Serrano (2009) descubre que la alcalinización medioambiental provoca una respuesta adaptativa que no es el resultado de la activación de una única vía de señalización específica para pH alcalino, sino que es el producto de activar diversas vías encaminadas a paliar variadas alteraciones producidas por el estrés alcalino.

Una investigación realizada por Mesa, et al. (2016), estudiando el efecto sobre varios cultivos de un biopreparado de producción local a base de microorganismos eficientes (ME-UCF), demuestra que los EM provocan en la producción de posturas de fruta bomba (*Carica papaya* L.), un incremento en la altura y grosor del tallo, lo que motiva un adelanto con relación al testigo, entre siete y 10 días en el

momento de estar la postura lista para el trasplante. En frijol, se obtuvo incremento en los rendimientos agrícolas, con valores de 2,5 t. ha⁻¹ con ME-UCF a dosis de 10 L. ha⁻¹, contra 1,0 t. ha⁻¹ en el testigo y, en lechuga (*Lactuca sativa*), al aplicar una dosis de 48 L. ha⁻¹ del producto, se obtiene un incremento en la altura y el peso de la roseta de hojas y una reducción del ciclo del cultivo.

Resultados de trabajos realizados en la rama pecuaria

La eficiencia de microorganismos (EM) en el mejoramiento funcional del sistema digestivo de cerdos en fase prelevante, es estudiado por Cortés & Gómez (2011), y descubren que la inclusión de los EM en la dieta de lechones en fase de preiniciación, es favorable para mejorar sus índices de conversión, con un consumo menor que el del grupo de control. A pesar de que la ganancia de peso observada en el grupo de control ha sido mayor, el consumo de estos animales también se incrementa y por tanto, su conversión es menor.

Un estudio sobre el efecto de los microorganismos eficientes en las aguas residuales de la Granja Porcina de Zamorano, sobre la demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno y para los sólidos totales, realizado por Toc (2012), se puede observar la mayor reducción al utilizar EM comercial y que no hay diferencia entre los EM comerciales y los producidos en Zamorano.

Bueno & Lesmes (2011), evalúan el uso de microorganismos eficientes en levante de novillas Brahman bajo pastoreo semi-intensivo suplementado. Los resultados obtenidos muestran que se logran ganancias de peso promedios de 682,4 g diarios, en los animales a los que se les adiciona EM en el suplemento comparado con 418,5 g por día en animales que no les fue adicionado. En los pesos finales, a los 90 días que dura el experimento, los animales que consumieron EM en su suplemento obtienen un promedio de 21,4 kg más que aquellos que no han consumido EM. Por lo que se concluye que el uso de estos, como aditivo en los suplementos para los animales, mejora la ganancia de peso y peso corporal, por ello es posible la obtención de un incremento de los ingresos por un aumento en las ganancias de peso hasta en un 35,3% más que en animales que no consumen este aditivo.

Un estudio realizado sobre el efecto de EM, (T1, tratamiento 1) y melaza (T2, tratamiento 2) en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis* sp.) en condiciones de laboratorio realizado por Ladino & Rodríguez (2009), muestra que el agua de los contenedores del tratamiento T1 y T2, inicialmente toma una coloración más oscura, sin embargo, para el

final del experimento, el agua de los dos tratamientos presenta la misma tonalidad. Los peces, presentan lesiones oculares posiblemente por la marcada agresividad mostrada durante la investigación. El T1 muestra una ganancia de peso de $0,7321 \text{ g} \pm 0,2126$ con un coeficiente de variación de 29,05 %. Para T2 se evidencia una ganancia de peso de $0,8034 \text{ g} \pm 0,095$ con un coeficiente de variación de 11,87%. No existe diferencia estadística significativa $p < 0,05$.

Lomas & Pupiales (2009), estudian el efecto de cuatro niveles 0g, 10g, 20g, 30g de *Saccharomyces cerevisiae* en tiempo de lactancia, como aditivo alimenticio en vacas del trópico para mejorar la producción lechera, en la que el mejor comportamiento corresponde con el tratamiento donde se aplicaron 10 g, el mismo alcanza los valores más efectivos de persistencia de la lactancia, de condición corporal, incremento del peso corporal y de eliminación de levaduras en las heces.

En el empleo de los EM como promotores del crecimiento en los cerdos hasta el destete, estudiado por Rodríguez Torrens, Barreto Argilagos, Bertot Valdés & Vázquez Montes de Oca (2013), se obtiene como resultado que su aplicación contribuye a la obtención de ejemplares con 2,56 kg superiores a la media del control. Por lo que los autores afirman que es una alternativa de fácil realización, que posibilita incrementos en la ganancia de peso corporal superiores (29,2%) a los referidos cuando se emplean antibióticos en concentraciones subletales, y sin sus efectos colaterales adversos.

Pérez (2014), utiliza la levadura *Saccharomyces cerevisiae* en alimentación animal de aves de corral, en la que se ha obtenido que la levadura es una fuente de distintos nutrientes que tienen un valor nutritivo por sí mismos, y que, al mismo tiempo, mejoran el sistema inmunológico de los animales y la flora intestinal; lo que proporciona más eficacia al proceso de digestión del pienso. Mejora también, sustancialmente, el aspecto general del animal.

CONCLUSIONES

Los Microorganismos Eficaces, efectivos o eficientes (EM), son un cultivo mixto de microorganismos benéficos naturales, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales, fisiológicamente compatibles unos con otros.

Los Microorganismos Eficientes, como inoculante microbiano, restablecen el equilibrio microbiológico del suelo, mejoran sus condiciones físico-químicas, incrementan la producción de los cultivos y su protección, además conservan los recursos naturales,

generan así una agricultura y medio ambiente más sostenible.

Pueden ser utilizados en la rama pecuaria (porcicultura, ganadería y avicultura) para la cría de animales, el incremento de las variables productivas, que maximizan la eficiencia de los sistemas y en el manejo de excretas e instalaciones.

La adopción de la tecnología EM contribuye al logro de una mayor producción de los sistemas agrícolas y pecuarios sobre una base sostenible y un ambiente limpio para las futuras generaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias Hoyos, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medio ambiente. *Journal de ciencia e ingeniería Vol. 02*, 02, 42–45.
- Asia Pacific Natural Agriculture Network (APNAN). (2003). *Guía de la Tecnología EM*. Recuperado de <http://fundases.com>
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2009). *Manual Práctico de Uso de EM. Edición N° 1*. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. Uruguay. Recuperado de http://www.emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf
- Bueno Lloreda, C. A., & Lesmes Rodas, N.H. (2011). *Utilización de microorganismos eficientes en levante de novillas brahmán bajo pastoreo semi-intensivo suplementado en la región de Palmira, Valle del Cauca*. Tesis de diploma. Bogotá: Universidad de la Salle.
- Cortés Machado, L.E., & Gómez Torres, F.A. (2011). Eficiencia de microorganismos (EM) en el mejoramiento funcional del sistema digestivo de cerdos en fase prelevante. *Revista SpeiDomus*, 7(15), 31-34. Recuperado de <http://revistas.ucc.edu.co/index.php/sp/article/download/606/572>
- Coutinho, F.M. (2011). Programa de extensão "Divulgação das Plantas Mediciniais, da Homeopatia e da Produção de Alimentos Orgânicos". En *Cuaderno los Microorganismos Eficientes (EM). Instruções práticas sobre uso Ecológico e social do EM*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.
- Díaz Barragán, O. A., Montero Robayo, D. M., & Lagos Caballero, J.A. (2009). Acción de microorganismos eficientes sobre la actividad de intercambio catiónico en plántulas de acacia (*Acacia melanoxylon*) para la recuperación de un suelo del municipio de Mondoñedo, Cundinamarca. *Revista Colombia Forestal*, 12, 141-160. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v12n1/v12n1a10.pdf>
- Ecologic Maintenances (2012). *Microorganismos efectivos EM en la Agricultura*. Yucatán, México. Recuperado de <http://www.emmexico.com>

- Flores, Y., López, F., & Villanueva, J. (2012). *Efecto de los microorganismos eficaces (EM) y Trichoderma sp. sobre la incidencia de Fusarium y Sclerotium rolfsii en una siembra experimental de pimentón*. Recuperado de <http://www.sertox.com.Ar/retel/default.htm>
- Fundases. (2014). Fundación de Asesorías para el Sector Rural. *Microorganismos Eficaces*. Agrophos. Recuperado de <http://fundases.com/p/solbac.html>
- García Machado, C. (2016). *Efecto de dos biopreparados a base de EM sobre el cultivo del frijol común (Phaseolus vulgaris J.) en aguada de Pasajeros*. Tesis de diploma. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Ibáñez, J. J. (2011). *Microorganismos Eficaces o Efectivos (EM) y Rehabilitación de Suelos*. Recuperado de <http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2011/03/02/137556>
- Ladino Orjuela, G., & Rodríguez Pulido, J.A. (2009). Efecto de *Lactobacillus casei*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Rhodopseudomonas palustris* (microorganismos eficientes) y melaza en la ganancia de peso de tilapias (*Oreochromis sp.*) en condiciones de laboratorio. *Orinoquia*, 13(1), 31-36. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89612776006>
- Lomas Proaño, F.E., & Pupiales Mugmal, M. L. (2009). *Efecto de cuatro niveles de Saccharomyces cerevisiae como aditivo alimenticio en vacas del trópico para mejorar la producción lechera, en la provincia de Imbabura, Cantón Cotacachi, sector San José de Magdalena*. Informe final de Tesis. Ibarra: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Mesa, J. R., et al. (2016). Efecto de un biopreparado de producción local a base de microorganismos eficientes sobre diferentes cultivos en la provincia de Cienfuegos. *Memorias IV Convención Internacional de Agrodesarrollo*.
- Milian, P.R. (2015). *Evaluación del efecto de ME-50 en la variedad de arroz Prosequia 4 en el municipio de Aguada de Pasajeros*. Tesis de Diploma. Cienfuegos: Universidad de Cienfuegos.
- Moya, J.C. (2012). *Cómo hacer microorganismos eficientes*. Ministerio de agricultura y ganadería dirección regional central occidental. Recuperado de <http://fundases.com/p/solbac.html>
- Pedraza, R.O., et al. (2010). Microorganismos que mejoran el crecimiento de las plantas y la calidad de los suelos. *Revista Corpoica - Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 11(2), 155-164. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5624728.pdf>
- Peñafiel Cruz, B., & Donoso Brunque, M. (2012). *Evaluación de diferentes dosis de Microorganismos Eficaces (ME) en el cultivo del pepino (Cucumis sativus) híbrido Atar Ha-435*. Recuperado de <http://www.fun-dase.org/p/em09.html>
- Pérez Molina, S.M. (2010). *Efecto de microorganismos aplicados por fertirriego en la disponibilidad de fósforo en dos sistemas de cultivo de banano en la zona bananera del Magdalena*. Tesis de Maestría. Santa Marta: Universidad Nacional de Colombia.
- Pérez, C. (2014). *La levadura Saccharomyces cerevisiae en alimentación animal*. ABN (Aplicaciones Básicas a la Nutrición). Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=89612776006>
- PRP (2009). *Manual Práctico de Uso de EM*. Edición N° 1. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. Uruguay.
- Ramírez Martínez, M. A. (2009). *Tecnología de microorganismos efectivos (EM) aplicada a la agricultura y medio ambiente sostenible*. Tesis de Ingeniería Ambiental. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- República de Costa Rica. Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda. (2008). *Tecnología EM*. EMRO (Effective Microorganism Research Organization Inc.). Limón: EARTH
- Rodríguez Torrens, H.C., Barreto Argilagos, G., Bertot Valdés, A., & Vázquez Montes de Oca, R. (2013). Los microorganismos eficientes como promotores del crecimiento en los cerdos hasta el destete. *REDVET - Revista electrónica de Veterinaria*, 14(9). Recuperado de <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090913.html>
- Santillán, M., Recalde, C., & Echeverría, M. (2012). *Descomposición de materia orgánica con microorganismos eficientes magnetizados*. Recuperado de <http://fundases.com/p/solbac.html>
- Serrano Cánovas, R. (2009). *Mecanismos de adaptación de Saccharomyces cerevisiae a la alcalinización ambiental*. Tesis Doctoral. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Silva, M. (2014). *Microbiología General*. Recuperado de <http://microbiologiageneral.blogspot.com/2009/05/microorganismos-eficientes.html>
- Terry Alfonso, E., Leyva, Á., & Hernández, A. (2010). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate. *Revista Colombiana Biotecnología*, 7(2), 47-54. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/776/77670207.pdf>
- Toalombo Iza, R.M. (2012). *Evaluación de microorganismos eficientes autóctonos aplicados en el cultivo de cebolla blanca (Allium fistulosum)*. Trabajo de Diploma. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Toc Aguiar, R.M. (2012). *Efecto de los Microorganismos Eficaces (ME) en las Aguas Residuales de la Granja Porcina de Zamorano, Honduras*. Trabajo de Diploma. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana. Recuperado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1039/1/T3265.pdf>
- Uribe, J.F., Estrada, M., Córdoba, S., Hernández, L.E., & Bedoya, D.M. (2010). Evaluación de los Microorganismos eficaces (E.M) en producción de abono orgánico a partir del estiércol de aves de jaula. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 14 (2). Recuperado de <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/rccp/article/view/323763>

- Valdivieso Ugarte, M. (2013). *Obtención y caracterización de cepas de Saccharomyces cerevisiae superproductoras de glutación*. Granada: Universidad de Granada.
- Valenzuela Flores, E. (2012). *Observación de etanol producido por levaduras de pino y palmera*. Tesis de Diploma. Universidad Austral de Chile. Santiago de Chile: Escuela de Química y Farmacia.



06

06

Fecha de presentación: septiembre, 2016

Fecha de aceptación: octubre, 2016

Fecha de publicación: diciembre, 2016

Propiedades físico-químicas del suelo aluvial en la finca Morrocuya, Barinas para su uso sostenible

Physical-chemical properties of the alluvial soil in the Morrocuya farm, Barinas for sustainable use

MSc. Ramón Valentín Aro Flores¹

Dr. C. Alfredo Reyes Hernández²

E-mail: alfredo@uniss.edu.cu

Dr. C. Pedro Cairo Cairo³

MSc. Yusdel Ferras Negrín⁴

¹Alcaldía de Barinas. República Bolivariana de Venezuela.

²Universidad de Santi Spíritus. Cuba.

³Universidad de Atacama. Chile.

⁴Estación Experimental de Jibacoa. Santi Spíritus. Cuba.

¿Cómo referenciar este artículo?

Aro Flores, R. V., Reyes Hernández, A. R., Cairo Cairo, P., & Ferras Negrín, Y. (2016). Propiedades físico-químicas del suelo aluvial en la finca Morrocuya, Barinas para su uso sostenible. *Revista científica Agroecosistemas [seriada en línea]*, 4 (2), 42-49. Recuperado de <http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/index>

RESUMEN

El presente estudio se realiza en la finca *La Morrocuya*, parroquia Ciudad de Nutrias en el estado Barinas, a una altitud de 120 msnm con el objetivo de evaluar las propiedades físicas y químicas del suelo Aluvial de las áreas con vista a su utilización de forma sostenible. Para el desarrollo de la investigación han sido seleccionadas cuatro áreas, se toma en consideración el tipo de cultivo y uso: Primer área pasto de corte: King grass (*Pennisetum purpureum* L.); segunda, con pasto introducido: pasto estrella (*Cynodon plectostachium* L.), tercera, con bosque introducido, caoba (*Swietenia mahogani* L.) y la cuarta área en bosque natural. El muestreo se realiza en el mes de octubre del año 2013, se toman 9 muestras de cada área de estudio en bolsas plásticas identificadas sus profundidades de 0-10, 10-20 y 20-40 cm, respectivamente, para un total de 36 muestras. Se realizan comparaciones de medias según la prueba de Tukey para $p \leq 0,05$; matriz de correlaciones de Pearson, ecuaciones de regresión simples y componentes principales con el procesador estadístico IBM. SPSS. Statistics (Versión 19.0 sobre *Windows*). El contenido de Ca, K y P expresados todos en mg.kg^{-1} varía en función de las profundidades estudiadas; los cambios porcentuales de las fracciones arena, limo y arcilla del suelo por profundidades depende del uso agrícola de cada área, y se seleccionan como propiedades del suelo indicadores de la sostenibilidad a la densidad aparente, la materia orgánica, la arcilla+limo máxima, porcentaje de arena y el pH en agua.

Palabras clave:

Fertilidad del suelo, materia orgánica, sostenibilidad, calidad del suelo.

ABSTRACT

The present study is carried out at the La Morrocuya farm, Ciudad de Nutrias parish in the Barinas state, at an altitude of 120 msnm with the objective of evaluating the physical and chemical properties of alluvial soil in the areas with a view to their sustainable use. For the development of the research, four areas have been selected, the type of cultivation and use is taken into account: First grass pasture area: King grass (*Pennisetum purpureum* L.); Second, with introduced grass: star grass (*Cynodon plectostachium* L.), third, with introduced forest, mahogany (*Swietenia mahogani* L.) and the fourth area in natural forest. Sampling is performed in October 2013, 9 samples from each study area are taken in plastic bags identified at depths of 0-10, 10-20 and 20-40 cm, respectively, for a total of 36 samples. Comparisons of average were made according to Tukey's test for $p \leq 0.05$; Pearson's correlation matrix, simple regression equations, and major components with the IBM statistical processor. SPSS. Statistics (Windows version 19.0). The contents of Ca, K and P expressed in mg.kg^{-1} varies depending on the depths studied; The percentage changes in soil sand, silt and clay fractions per depths depend on the agricultural use of each area. Soil apparent density, organic matter, clay + maximum silt, percentage of sand and pH in water are selected as properties indicating sustainability.

Keywords:

Soil fertility, Organic matter, sustainability, soil quality.

INTRODUCCIÓN

La degradación de los suelos y recursos hídricos es el principal factor que atenta contra la sostenibilidad de la utilización agrícola de las tierras en América Latina, lo que conduce a crecientes dificultades para producir los requerimientos de alimentos y fibras para su creciente población. En algunos casos, estos procesos de degradación de los suelos ponen en peligro la resiliencia natural de los sistemas y su capacidad de recuperación CPP, (2014), dando paso a fenómenos de histéresis. El deterioro de las funciones de los ecosistemas reduce el potencial para adaptarse a los procesos de cambio climático (Álvarez, 2004).

Los problemas ecológicos en el suelo, por el agotamiento de sus recursos naturales y fertilidad, están acompañados de las tecnologías convencionales aplicadas. Las razones económicas y ecológicas que se han derivado de esta problemática han originado la necesidad de búsqueda urgente de alternativas de fertilizantes orgánicos, desechos animales, compost, minerales autóctonos y naturales (roca fosfórica, dolomita, zeolita) los cuales pueden contener nutrientes primarios como el P, K, Mg y S entre otros.

Los suelos con grandes limitantes para la producción de cultivos son los que más necesitan de la aplicación de una agricultura sostenible, ligado a la compactación y riesgos de erosión por su degradación física. Es necesario interpretar y predecir los efectos del manejo sobre la calidad del suelo a través de indicadores confiables y sensibles, lo que constituye una de las principales finalidades de la moderna ciencia del suelo. Los indicadores de calidad de los suelos son aplicados exitosamente en procesos de diagnósticos, extensión e investigación participativa, a escala de parcela, finca y paisaje. Los principales atributos de estos son la utilidad para una variedad de usuarios y tomadores de decisiones, por ser fáciles de usarlos en el campo, fáciles de interpretar, económicos y por integrar propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, entre otras (Mendoza, 2014; Avilez, Mendoza & Aguirre, 2016).

El incremento de la producción de alimentos tiene que ir acompañado con la adopción de tecnologías conservacionistas que protejan la tierra, el medio ambiente y permitan la restauración de ecosistemas y suelos degradados por el intensivo uso agrícola e industrial (Lal, 2000).

La fertilidad del suelo muy baja, aunado a la variabilidad y características climáticas que en los últimos años han afectado significativamente la producción de secano, requiere de la implementación de alternativas de manejo que promuevan la sustentabilidad

de los sistemas de producción predominantes. La mayoría de los modelos de cambio climático predicen que los daños han de ser compartidos de manera desigual por agricultores pequeños del tercer mundo, y particularmente por aquellos que dependen de las lluvias. El incremento en temperatura, sequía, precipitaciones fuertes, etc.; pueden reducir la productividad hasta en un 50% en algunas regiones, especialmente en zonas secas. Algunos investigadores predicen que en la medida que el cambio climático reduzca los rendimientos, los efectos sobre el bienestar de las familias dedicadas a la agricultura de subsistencia pueden ser muy severos, especialmente si el componente de productividad es reducido (Altieriy, 2010).

Venezuela no escapa al panorama que presentan los países latinoamericanos a pesar de tener grandes extensiones de tierras fértiles y recursos hídricos importantes. En este país se han impuesto modelos de crecimiento que no han permitido conocer hasta qué punto se han degradado las propiedades físicas y químicas de sus suelos y en especial los aluviales pues siempre se percibe como única vía de desarrollo la renta petrolera, se olvidan por completo otros sectores productivos. Por lo antes expuesto el objetivo de la investigación ha sido evaluar las propiedades físicas y químicas de un suelo Aluvial en la finca La Morrocuya para su uso sostenible.

DESARROLLO

Materiales y métodos

El estudio ha sido realizado en la finca La Morrocuya, propiedad de la señora Magalys López ubicada en el sector La Salera de la parroquia Ciudad de Nutrias, municipio Sosa del estado Barinas (120 m sobre el nivel del mar), caracterizada climatológicamente por poseer temperaturas que oscilan desde los 22,6 hasta los 30,5°C; con una marcada distribución estacional, períodos de sequía y lluvioso bien definidos, con 1 394 mm de precipitación anual promedio.

Para el desarrollo de la investigación se seleccionan cuatro áreas de las cuales se describen su precedente cultural, el tipo de cultivo y el tiempo de establecimiento:

Área 1. Pasto de corte: King Grass (*Pennisetum purpureum* L.) tiene tres años de establecido con un área total de 2 ha con una distancia de plantación de 1 m x 1 m (10 000 plantas ha⁻¹). Plantado con estacas de forma manual en el período lluvioso y con un aprovechamiento a partir de los 7 meses y luego con intervalos de corte de 45 días. En el momento de realización de la investigación se le habían realizado

15 cortes que se utilizan para la alimentación del ganado semiestabulado.

Área 2. Pasto introducido: Pasto estrella (*Cynodon plectostachium* L.) tiene seis años de establecido con área de 4 ha. Sembrado de forma manual a voleo en el período lluvioso. Con rotación de potreros de forma libre con una carga animal de 1,5 por hectárea.

Área 3. Bosque introducido: Caoba (*Swietenia mahogani* L.). La plantación tiene 15 años de establecida con una distancia de plantación de 3 m x 3 m (1111 plantas ha⁻¹) con un área total de 1,8 h. Los árboles se trasplan después de permanecer 6 meses en vivero.

Área 4. Bosque natural: Con predominio del guamo (*Inga sp.* L.) y el samán (*Pithecellobium samana* L.) entre otras especies arbóreas con una edad aproximada de 30 años y un área total de 3 h.

El muestreo se realiza en el mes de octubre del año 2013 en el periodo lluvioso. Se toman 9 muestras de cada área de estudio en bolsas plásticas identificadas, a las profundidades de 0-10, 10-20 y 20-40 cm, respectivamente. Esto representa 3 réplicas y para un total de 36 muestras. Para coleccionar las mismas se ha seguido la metodología de Cairo & Reyes (2010), y la escala seguida es la de 1:20 000; cada 20 metros se abre una semicala hasta la profundidad de 50 cm de las cuales se tomaron las muestras de suelos a las profundidades antes mencionadas.

Las muestras puestas a la sombra, cuando están totalmente secas, se les realizan los análisis físicos y químicos en el laboratorio de análisis de suelos-plantas y nutrición del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) ubicado en el estado Barinas.

Los análisis físicos y químicos realizados al suelo a la profundidad 0 – 10, 10 – 20 y 20 – 40 cm son los siguientes:

- » Textura (%): Método del hidrómetro de Bouyucu (López & Pérez, 1990).
- » Densidad aparente (g/cm³): Mediante el método del cilindro de capacidad de suelo y volumen conocido (Cairo & Reyes, 2010).
- » Fósforo y potasio asimilables (mg.kg⁻¹): Por el método de Olsen, extraídos con NaHCO 0,5M pH 8,5 (López & Pérez, 1990).
- » Calcio (mg.kg⁻¹): Por el método de Morgan modificado, extraído con Acetato de Sodio (CH₃COONa) 0,125 M, pH 4,2 (López & Pérez, 1990).

- » pH en agua: Por el método potenciométrico, relación suelo agua 1:2,5 (López & Pérez, 1990).
- » Materia orgánica (%): Por el método de combustión de Walkey y Black (López & Pérez, 1990).
- » Conductividad eléctrica (dS.m⁻¹): Método de conductimetría relación suelo agua 1:5 (López & Pérez, 1990).

Para la selección de las propiedades del suelo como indicadores de la sostenibilidad y calidad ha sido necesario estructurar una base de datos para realizar el cálculo de los valores máximos, mínimos y promedios de los indicadores físicos y químicos de los perfiles de suelo. Se someten las propiedades analizadas en la investigación a un análisis estadístico donde las herramientas utilizadas en este caso: Matriz de correlaciones de Pearson para determinar las propiedades que más correlacionan con respecto al total de indicadores, con un nivel de significación del 95 y 99%; con un coeficiente de correlación mayor que 0,7 para la construcción de curvas mediante el análisis de regresión simple que permiten la definición de los valores a alcanzar por los indicadores seleccionados mediante el paquete estadístico STATGRAPHICS (versión 5.0 sobre Windows). Análisis de componentes principales sobre la base de su ubicación en el primer componente con un coeficiente de determinación superior a 0,70 y comparaciones de las medias según la prueba de Tukey; con el paquete estadístico IBM. SPSS. Statistics (Versión 19.0 sobre Windows).

Resultados y discusión

Propiedades físicas y químicas del suelo Aluvial de las áreas de estudio a las profundidades 0-10, 10-20 y 20-40 cm

Las áreas de la finca La Morrocuya tienen porcentajes de arena, limo y arcilla en valores mínimos de 18, 32 y 14%, respectivamente, mientras que los valores máximos de estas propiedades son de 48, 52 y 32%, respectivamente; con valores promedios de (33,00; 44,58 y 22,42%), lo que denota que el suelo es franco limoso. Relacionado con lo antes expuesto es que el suelo en general cuenta en valores promedios de arcilla + limo de un 67% y una alta relación limo/arcilla (2,07) (Tabla 1). En el indicador evaluado al final, se observa que el resultado en todas las áreas no es adecuado, al considerar que Pagel, Enzmann & Mutscher (1992), ha expresado que cuando la relación limo/arcilla es inferior a 0,25 se manifiesta en los suelos un buen estado de agregación de las partículas de este con la materia orgánica.

Tabla 1. Estadígrafos descriptivos de las propiedades físicas y químicas de las áreas de estudio en las tres profundidades.

Propiedades	Estadísticos descriptivos			
	Mínimo	Máximo	Promedio	Desviación típica
Arena (%)	18,00	48,00	33,00	7,25
Limo (%)	32,00	52,00	44,58	4,78
Arcilla (%)	14,00	32,00	22,42	4,54
Arcilla + limo	52,00	82,00	67,00	7,25
Limo/arcilla	1,23	3,00	2,07	0,46
P (mg.kg ⁻¹)	3,90	42,00	15,79	11,58
K (mg.kg ⁻¹)	13,00	144,00	51,13	33,19
Ca (mg.kg ⁻¹)	169,00	297,00	221,33	34,18
M.O. (%)	1,60	4,35	3,13	0,83
pH(agua)	5,80	7,50	6,64	0,37
Conductividad ds.m ⁻¹	0,01	0,16	0,05	0,04
Da (g/cm ³)	1,18	1,35	1,27	0,045

Tanto el fósforo como el potasio asimilable y el calcio, expresados en mg.kg⁻¹ de suelo presentan medias de 15,79; 51,13 y 221,33 con los mayores valores de desviación típica (11,58; 33,19 y 34,18) respectivamente, aspecto que puede estar relacionado con lo planteado por Mesa, Colom, Tremols & Suárez (1992), que señalan que es muy importante para la mayoría de las especies agrícolas que la relación Ca/Mg se mantenga entre el rango de 2:1 y 6:1 porque incide en la disponibilidad de los nutrientes del suelo. También Cairo & Fundora (2005), manifiestan que el ion calcio (Ca²⁺) induce la floculación de la arcilla y al mismo tiempo, es importante en la nutrición y favorece el crecimiento de las raíces y microorganismos en el suelo, siempre y cuando exista materia orgánica.

La materia orgánica alcanza valores máximos de 4,35%, pero el valor medio es de 3,13% y para el pH(H₂O), se aprecia que los valores máximo, mínimo y promedio, no se diferencian.

La conductividad eléctrica del suelo no se tiene en cuenta para el resto de los estudios realizados porque el contenido de sales en su valor máximo es de solo 0,16 dsm⁻¹ que no perjudican el desarrollo de las especies de plantas de cada área.

Los resultados alcanzado con este tipo de interpretación corroboran lo expuesto por Cairo (2000), sobre la necesidad de tomar como referencia los valores promedios de las propiedades del suelo en estudio ya que Pérez & Mury (2004), plantean que el

conocimiento del estado físico y químico del suelo permite medir el nivel relativo de la fertilidad. Reyes (2006), define además como muy importante investigar las relaciones entre las propiedades.

Con respecto a la textura del suelo a la profundidad de 0 – 10 cm se aprecia que el mayor porcentaje de arena se encuentra en el área 1, dedicada al pasto King Grass con un 38%, que no difiere estadísticamente del área donde ha sido introducido el bosque. En el área 1 se ha puesto de manifiesto lo planteado por Comerma, et al. (2005), sobre la ocurrencia en ella de una mayor degradación con respecto al bosque natural, ya que es un proceso evolutivo asociado, debido al reemplazo de la vegetación por la actividad antrópica (Tabla 2).

Tabla 2. Textura y la densidad aparente del suelo de las áreas de estudio.

(Profundidad 0 – 10 cm)

Áreas de estudio	Arena	Limo	Arcilla	Arcilla + limo	Limo/arcilla	Da
	(%)					(g/cm ³)
1	38,00 ^a	45,33 ^{bc}	16,67 ^c	62,00 ^c	2,73 ^a	1,27 ^a
2	21,33 ^c	49,33 ^a	29,33 ^a	78,67 ^a	1,68 ^c	1,19 ^c
3	34,00 ^{ab}	44,00 ^c	22,00 ^b	66,00 ^{bc}	2,01 ^{bc}	1,21 ^{bc}
4	31,33 ^b	48,00 ^{ab}	20,67 ^{bc}	68,67 ^b	2,32 ^{ab}	1,23 ^b
EE=±	1,94	1,054	1,41	1,94	0,137	0,816
p-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Leyenda: 1-King Grass; 2-Pasto introducido; 3-Bosque introducido; 4-Bosque natural.

Medias con letras no comunes para una variable difieren por Tukey HSD a p-Value≤0,05.

La fracción limo está en mayor porcentaje en el área 2 (pasto introducido) que no difiere con el área 4 (bosque natural), pero sí difiere estadísticamente del resto de las áreas. El porcentaje de arcilla mayor también corresponde al área 2 (pasto introducido) con un 29,33%, que difiere estadísticamente de las áreas estudiadas, es por eso que el área 2 alcanza la mayor cantidad de arcilla más limo máxima (78,67) y la menor relación limo/arcilla (1,68).

Lo que sucede de forma positiva en el área 2 está relacionado con lo expuesto por Rivera (1992), al considerar que el efecto del estiércol está más vinculado a la mejora de la acidez del suelo que a su contenido de elementos nutrientes, eleva el pH en agua, ya que no se observa lo planteado por Brul, Deiters & Van Elzaker (1995), al expresar que con el uso de los sistemas convencionales de agricultura ocasiona la degradación y la erosión del suelo.

También el valor más bajo de la densidad aparente corresponde al área 2, con 1,19 g/cm³, que no difiere estadísticamente del área 3 (bosque introducido).

Tanto el fósforo como el potasio asimilable, y el calcio, están en mayor cantidad en el área 3 (bosque introducido) que difiere estadísticamente del resto de las áreas estudiadas, con valores de 40, 142 y 295 mg.kg⁻¹ de suelo, respectivamente; aspecto que puede estar relacionado con los aportes de biomasa que realiza esta especie forestal (Tabla 3). Los resultados logrados al introducir el bosque está relacionado con lo planteado por Febles (2006), al referirse sobre el papel de los árboles en el proceso de reciclaje de nutrientes a través de la hojarasca.

Tabla 3. Propiedades químicas del suelo de las áreas de estudio.

(Profundidad 0 – 10 cm)

Áreas de estudio	Fósforo	Potasio	Calcio	(%)	pH (agua)
	(mg.kg ⁻¹)			Materia orgánica	
1	4,00 ^d	23,00 ^d	171,00 ^d	3,16 ^d	6,43 ^b
2	9,00 ^c	60,70 ^c	227,00 ^c	4,33 ^a	7,30 ^a
3	40,00 ^a	142,00 ^a	295,00 ^a	3,93 ^b	6,90 ^{ab}
4	21,00 ^b	82,00 ^b	251,00 ^b	3,60 ^c	6,70 ^{ab}
EE=±	1,22	1,23	1,63	0,82	0,26
p-Value	0,000	0,000	0,000	0,056	0,000

Leyenda: 1-King Grass; 2-Pasto introducido; 3-Bosque introducido; 4-Bosque natural.

Medias con letras no comunes para una variable difieren por Tukey HSD a p-Value≤0,05.

En cambio, el mayor porcentaje de materia orgánica se encuentra en el área 2 (pasto introducido) con un 4,30%, además de contar con un valor de pH (H₂O) de 7,3; que difiere estadísticamente del resto de las áreas estudiadas. El segundo indicador en la misma área no difiere estadísticamente con las áreas 3 y 4, aspecto que puede estar relacionado con el uso de la misma para la explotación y alimentación de la masa ganadera.

Los resultados positivos en cuanto al contenido de materia orgánica y nutrientes de las áreas 3 y 4 coincide con lo planteado por la FAO (2000), al expresar que los árboles mejoran el porcentaje materia orgánica de los suelos, reducen la lixiviación y mejoran las propiedades físicas de los mismos; y por ende las raíces de las plantas al contribuir a la estabilización del suelo pueden constituir según Farrell & Altieri (1997), una de las fuentes de fósforo que pueden tener disponible el cultivo

como resultado de la acumulación de materia orgánica bajo el dosel; al mismo tiempo existe un aumento del potasio, nitrógeno, calcio, magnesio y de hecho el intercambio catiónico también se incrementa.

A la profundidad de 10 – 20 cm, los mayores porcentajes de arena se encuentran en las áreas 1 y 4 y para el caso del limo y la arcilla, se aprecia que el mayor porcentaje se encuentra en el área 4, pero no difiere estadísticamente su contenido con respecto al área 2, mientras que el mayor porcentaje de arcilla sigue siendo en el área 2, que no difiere del área 4. La mayor cantidad de arcilla+limo corresponde al área 2, sin diferencias significativas del área 3 y la menor relación limo/arcilla se encuentra en el área 4 (bosque natural). La densidad aparente no difiere su valor entre las áreas 1, 4 y 3, pero sí del área 1 con respecto al área 2 (Tabla 4).

Tabla 4. Textura y densidad aparente del suelo de las áreas de estudio

(Profundidad 10 – 20 cm)

Áreas de estudio	Arena	Limo	Arcilla	Arcilla+limo	Limo/arcilla	Da (g/cm ³)
	(%)					
1	38,66 ^a	43,33 ^b	18,00 ^c	61,33 ^b	2,41 ^a	1,29 ^a
2	27,33 ^b	46,00 ^{ab}	26,66 ^a	72,66 ^a	1,73 ^b	1,25 ^b
3	27,33 ^b	34,33 ^c	22,00 ^b	72,66 ^a	2,30 ^a	1,27 ^{ab}
4	40,33 ^a	50,67 ^a	25,33 ^a	59,66 ^b	1,36 ^b	1,29 ^a
EE=±	1,84	2,198	0,666	1,84	0,127	0,815
p-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003

Leyenda: 1-King Grass; 2-Pasto introducido; 3-Bosque introducido; 4-Bosque natural.

Medias con letras no comunes para una variable difieren por Tukey HSD a p-Value≤0,05.

Las áreas 2, 3 y 4 tienen mejor estado de sus propiedades físicas, aspecto que pueden estar relacionado con lo planteado por Cairo & Fundora (2005), al expresar que los árboles son eficaces en el control de la erosión porque la copa y la hojarasca reducen la erodabilidad por impacto de las gotas de lluvia y consideran que los residuos vegetales, tanto el follaje como la raíz, proporcionan la base alimentaria de los microorganismos del suelo, que son uno de los principales factores de agregación de las partículas.

Las propiedades químicas a la profundidad 10 – 20 cm denotan que la mayor cantidad de fósforo, potasio y calcio se encuentran en el área 2, con 18; 3 y 246 mg.kg⁻¹ de suelo, respectivamente. El

mayor porcentaje de materia orgánica corresponde al área 2, con 3,92%, que en todos los casos este valor difiere estadísticamente de las demás áreas estudiadas. En cuanto al pH no existieron diferencias significativas entre los valores determinados en las áreas (Tabla 5).

En el área 2 se favorece lo planteado por Reyes (2006), sobre la gran importancia que tiene la materia orgánica para los suelos, pues mejora la porosidad y aumenta la infiltración y la capacidad de almacenar el agua. Agrega el autor que en los suelos compactados el contenido de materia orgánica hace que se vuelvan más suaves, crea estructura favorable para el crecimiento de las raíces; es fuente permanente y gran reserva de nutrientes para las plantas; alimenta a los microorganismos, los cuales al morir se convierten también en nutrientes y regula el pH para que no esté muy ácido ni muy alcalino.

Tabla 5. Propiedades químicas del suelo de las áreas de estudio.

(Profundidad 10 – 20 cm).

Áreas de estudio	Fósforo	Potasio	Calcio	Materia orgánica	pH (agua)
	(mg.kg ⁻¹)			(%)	
1	3,97 ^c	30,00 ^c	232,00 ^b	2,93 ^c	6,43
2	18,00 ^a	53,00 ^a	246,00 ^a	3,92 ^a	6,73
3	8,00 ^b	14,00 ^d	174,00 ^c	3,67 ^b	6,90
4	8,00 ^b	41,00 ^b	228,00 ^b	2,14 ^d	6,60
EE=±	1,22	1,29	1,63	0,031	0,16
p-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	NS

Leyenda: 1-King Grass; 2-Pasto introducido; 3-Bosque introducido; 4-Bosque natural.

Medias con letras no comunes para una variable difieren por Tukey HSD a p-Value≤0,05.

Las propiedades relacionadas con la textura del suelo a una profundidad de 20 – 40 cm indican que el mayor porcentaje de arena se encuentra en el área 1 (46%), que corresponde con la de menor cantidad de arcilla, que difiere estadísticamente del resto de las áreas estudiadas. La relación limo arcilla mayor se encuentra en el área 1 con un valor de 2,85 con respecto al resto de las áreas, mientras que la densidad aparente no difiere estadísticamente entre ellas. Sin embargo, sí difiere en el caso del área 1 con respecto a la 2 (Tabla 6).

En el área 2 se pone de manifiesto lo planteado por Hellin (2004), al exponer que la estructura

del suelo forma agregados a través del arreglo y organización de sus partículas constitutivas (minerales, sustancias orgánicas, agua, aire) y que estas unidades dependen de partículas como la arcilla, óxidos de hierro, carbonatos, sílice y otros, así como de las actividades en el edafón y del clima.

Tabla 6. Textura y la densidad del suelo de las áreas de estudio.

(Profundidad 20 – 40 cm).

Áreas de estudio	Arena	Limo	Arcilla	Arcilla + limo	Limo/arcilla	Da (g/cm ³)
	(%)					
1	46,00 ^a	40,00 ^b	14,00 ^c	54,00 ^c	2,85 ^a	1,34 ^a
2	24,00 ^c	49,00 ^a	27,00 ^a	76,00 ^a	1,82 ^b	1,30 ^b
3	35,33 ^b	42,00 ^b	22,66 ^b	64,67 ^b	1,85 ^b	1,32 ^{ab}
4	32,33 ^b	43,00 ^b	24,67 ^{ab}	67,66 ^b	1,75 ^b	1,32 ^{ab}
EE=±	0,64	0,612	0,34	0,64	0,39	0,28
p-Value	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,009

Leyenda: 1-King Grass; 2-Pasto introducido; 3-Bosque introducido; 4-Bosque natural.

Medias con letras no comunes para una variable difieren por Tukey HSD a p-Value≤0,05.

En las propiedades químicas del suelo a una profundidad de 20 – 40 cm se aprecia que la mayor cantidad de fósforo y potasio asimilables corresponden al área 2, con valores de 37 y 57 mg.kg⁻¹ de suelo, respectivamente. Con respecto al calcio, la mayor cantidad se encuentra en el área 4 (bosque natural) con 231 mg.kg⁻¹ de suelo. En ambos casos existen diferencias estadísticas. A esta profundidad el mayor porcentaje de materia orgánica corresponde al área 4, con un 3,63% con diferencias significativas con el resto de las áreas, con el menor valor para el área 1, con un 1,8%. El mayor valor pH (H₂O) correspondió al área 3 con 6,87, que difiere estadísticamente del resto de las áreas (Tabla 7).

La presencia de árboles en las áreas 3 y 4 corroboran lo planteado por Hernández & Simón (1994), que manifiestan la función que tienen los mismos en el ciclo de nutrientes, así como en la estructura y el balance hídrico del suelo.

Altieri (1996), plantea los efectos ventajosos de los árboles sobre el suelo: mejoran el microclima de la zona y la temperatura del suelo y aire; son proveedores de *mulch* y abono verde; detienen las lluvias fuertes, limitan la erosión; proporcionan diversidad

al ecosistema y el sistema radicular mejora el drenaje y la aireación del suelo.

Tabla 7. Propiedades químicas del suelo de las áreas de estudio.

(Profundidad 20 – 40 cm)

Áreas de estudio	Fósforo	Potasio	Calcio	Materia orgánica	pH (agua)
	(mg.kg ⁻¹)			(%)	
1	12,50 ^c	27,80 ^c	187,00 ^d	1,80 ^c	6,16 ^b
2	37,00 ^a	58,00 ^a	211,00 ^b	2,36 ^b	6,23 ^b
3	11,00 ^c	39,00 ^b	203,00 ^c	2,11 ^b	6,87 ^a
4	17,00 ^b	43,00 ^b	231,00 ^a	3,63 ^a	6,36 ^b
EE=±	0,36	0,50	0,57	0,10	0,11
p-Value	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Leyenda: 1-King Grass; 2-Pasto introducido; 3-Bosque introducido; 4-Bosque natural.

Medias con letras no comunes para una variable difieren por Tukey HSD a p-Value≤0,05.

Selección de propiedades del suelo indicadoras de la degradación

De la matriz de correlaciones entre las propiedades físicas y químicas para un nivel de significación del 95 y 99% se derivaron distintas ecuaciones de regresión y como ejemplo se ilustra la Figura 1. La relación negativa entre el porcentaje de materia orgánica del suelo y la densidad aparente de las áreas en estudio muestra un coeficiente de correlación $r = -0,8024$, aspecto muy determinante en la cantidad de agua y aire que se puede desplazar hacia el interior del suelo sin causar degradación por concepto de erosión hídrica y acumulación excesiva de agua en la superficie del suelo y que favorece además, la mayor disponibilidad de nutrimentos en las áreas cuando existe la menor relación entre ambos indicadores.

Los bajos contenidos de materia orgánica del suelo siempre traen aparejados (independientemente del tipo de suelo) valores mayores de densidad aparente. Resultado que corrobora lo planteado por Magdoff (1997), al expresar que la materia orgánica constituye solo un porcentaje del peso de los suelos (1-6%), pero la cantidad y tipo influye en casi todas las propiedades que contribuyen a la calidad del suelo.

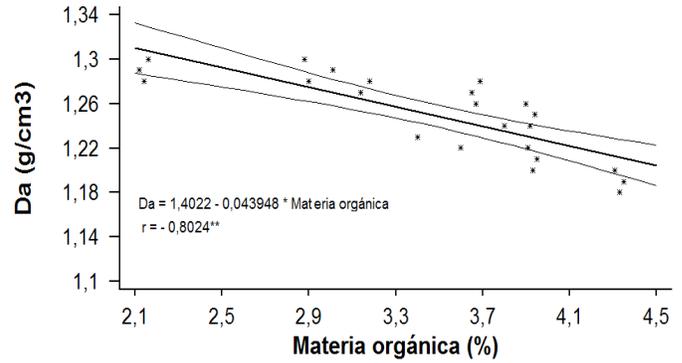


Figura 1. Relación entre el porcentaje de materia orgánica y la densidad aparente del suelo en g/cm³.

De la información que brinda matriz de correlaciones de Pearson se pudo cuantificar cuáles fueron las propiedades del suelo que alcanzan coeficientes de correlación por encima de 0,7 significativas y altamente significativas, se obtiene como resultado que las propiedades que más indicaron los problemas degradativos del suelo en estudio fueron las que se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Resultados de la cuantificación de las correlaciones significativas.

Propiedades	Correlaciones		Total
	99%	95%	
Arena (%)	6	0	6
Limo (%)	3	3	6
Arcilla + limo (%)	6	0	6
Arcilla	3	3	6
Materia orgánica (%)	5	1	6
pH(agua)	5	1	6
Densidad aparente (g/cm ³)	6	3	9

Las propiedades del suelo anteriormente señaladas indagando en qué sentido ha ocurrido la degradación de las áreas estudiadas ya que Berroterán & Zinck (2000), expresan que las mismas pueden ser seleccionadas sobre la base de criterios de diagnósticos que permitan escoger los factores y relaciones causa-efecto en el sistema.

Como se aprecia en la Tabla 9 la matriz de componentes principales extraídos demuestra que las propiedades del suelo que se ubican en el primer componente y determinantes para llevar a cabo una agricultura sostenible en las áreas estudiadas son: densidad aparente, materia orgánica, arcilla + limo, porcentaje de arena y pH en agua; que en todos los

casos alcanzan coeficientes de determinación superiores a 0,700.

Tabla 9. Matriz de componentes principales.

Propiedades	Componentes		
	1	2	3
Da (g/cm ³)	-0,880		
M.O. (%)	0,879		
Arcilla + limo	0,866		
Arena (%)	-0,866		
pH (agua)	0,754		
Ca (mg.kg ⁻¹)		0,832	
K (mg.kg ⁻¹)		0,754	
P (mg.kg ⁻¹)		0,703	
Limo (%)		-0,652	
Limo/arcilla			0,841
Arcilla (%)			

CONCLUSIONES

El contenido de Ca, K y P expresados todos en mg.kg⁻¹ varían en función de las profundidades estudiadas.

Los cambios porcentuales de las fracciones arena, limo y arcilla del suelo por profundidades depende del uso agrícola de cada área.

Las propiedades del suelo seleccionadas como indicadoras de la sostenibilidad son: la densidad aparente, la materia orgánica, la arcilla + limo, porcentaje de arena y el pH en agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M. A., Nicholls, C. (2010). *Los impactos del cambio climático sobre las comunidades campesinas y de agricultores tradicionales y sus respuestas adaptativas. La biodiversidad en América Latina y el Caribe*. Recuperado de <http://www.biodiversidadla.org/>
- Altieri, M. A. (1996). *Bases agroecológicas para una agricultura sustentable*. La Habana: Félix Varela.
- Álvarez, A. (2004). *Panorámica de la actividad forestal cubana en relación con el cambio climático*. La Habana: MINAGRI.
- Avilez, E. A., Mendoza, R. B., & Aguirre, C. J. (2016). *Efectos de los sistemas del cultivo-árboles-pastos sobre la erosión laminar y la calidad de suelo en la micro cuenca Tecomapa, municipio de Somotillo, Nicaragua* (Tesis de Maestría). Managua: Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.
- Berroterán, J., & Zinck, J. (2000). Indicadores de la sostenibilidad agrícola nacional cerealera. Caso Estudio. Venezuela. *Revista Facultad Agronomía*, 17, 139-155. Recuperado de http://www.revfacagronluz.org.ve/PDF/marzo_abril2000/ra2001.pdf
- Brul, P., Deiters, T., & Van Elzakker, B. (1995). *Principios y práctica de la agricultura orgánica en el trópico*. San José de Costa Rica: Fundación Güilombé.
- Cairo, P. (2000). Alternativas para el mejoramiento de los suelos para el cultivo de la caña. *Agricultura Orgánica*, 14(2), 23-25.
- Cairo, P., & Fundora, O. (2005). *Edafología (Primera y Segunda Parte)*. La Habana: Félix Varela.
- Cairo, P., & Reyes, A. (2010). *Edafología Práctica*. Cuidad de la Habana: Félix Varela.
- CPP (2014). *Programa de Asociación del País Apoyo a la implementación del programa de acción nacional de lucha contra la desertificación y la sequía en Cuba*. La Habana: Iré Production.
- Comerma, J., Torres, S., Lobo, D., Fernández, R. D., & Madero, L. (2005). Aplicación del sistema de evaluación de tierras de la F.A.O. *Cuadernos de Agronomía*, 1. Turén, Venezuela.
- FAO. (2000). Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. *Boletín de tierras y aguas de la FAO*, V. 8., Roma: FAO.
- Farell, J., & Altieri, M.A. (1997). Sistemas agroforestales. En Grupo Gestor Asociación Cubana de Agricultura Orgánica (Ed.), *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. La Habana Cuba: Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo.
- Febles, J. M. (2006). La erosión de los suelos. Factores que la provocan bajo las condiciones de las cuencas hidrográficas. La Habana: Pueblo y Educación.
- Hellin, J. (2004). De erosión de suelos a suelos de calidad. *LEISA: Revista de Agroecología*, 19(4), 6-8.
- Hernández, I., & Simón, L. (1994). Razones para emplear plantas leñosas en la ganadería vacuna. *Memorias del Taller Internacional de Sistemas Silvopastoriles en la Producción Ganadera*. 1-39. Estación Experimental Indio Hatuey. Matanzas.
- López, P., & Pérez, R. (1990). Manual de métodos y procedimientos de referencia. *Prácticas de Laboratorios*. Caracas: Venesuelo.
- Magdoff, F. (1997). *Calidad y Manejo de suelo. Bases Científicas para una Agricultura Sostenible*. Consorcio Latinoamericano sobre Agroecología y Desarrollo. La Habana: Grupo Gestor Asociación Cubana de Agricultura Orgánica.
- Mendoza, R. B. (2014). *Guía para el uso de indicadores de calidad del suelo*. Managua: Universidad Nacional Agraria de Nicaragua.

- Mesa, A., Colom, C., Tremols, J., & Suárez, O. (1992). *Características edafológicas de Cuba*. La Habana: Científico-Técnica.
- Pagel, H., Enzmann, J., & Mutscher, H. (1992). *Pflanzennährstoffe in tripichenboden*. VEB Deutscher Land Wirst - chaftsverlag. Berlin, Alemania.
- Pérez, R., & Mury, M. (2004). *Plan de fertilización para rendimientos oportunos en el cultivo del café*. Recuperado de <http://www.disagro.com/cafe/cafe1.htm>
- Reyes, A. (2006). *Selección de indicadores de calidad del suelo en Topes de Collantes*. (Tesis de Doctorado). Santa Clara: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.
- Rivera, R. (1992). *Metodología para calcular los requerimientos de nutrientes y dosis de fertilizantes para el cafeto*. La Habana: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.



**RESÚMENES
DE TESIS DEFENDIDAS
DOCTORADO Y MAESTRÍA**



Evaluación de las propiedades químicas y físicas de un suelo ferralítico rojo lixiviado en Topes de Collantes para una producción sostenible

MSc. Victor Manuel Valero Chong¹

Dr.C. Alfredo Reyes Hernández²

E-mail: alfredo@uniss.edu.cu

Dr.C. Pedro Cairo Cairo³

¹Empresa Municipal Agropecuaria de Fomento, Santi Spíritus. Cuba.

²Universidad José Martí de Santi Spíritus. Cuba.

³ Centro Regional de Investigaciones y Desarrollo Sustentable de Atacama. Copayapu. Chile.

RESUMEN

La presente investigación ha sido realizada en la Facultad Agropecuaria de Montaña del Escambray (FAME), Topes de Collantes, municipio de Trinidad, provincia de Sancti Spíritus a una altitud de 680 m.s.n.m y con un régimen pluviométrico anual de 2000 mm como promedio. Para llevar a cabo la investigación se aplican los indicadores de sostenibilidad en un suelo Ferralítico Rojo lixiviado dedicado a la producción de cultivos, con el objetivo de evaluar las propiedades químicas y físicas del suelo en tres perfiles y en 12 áreas a la profundidad 0 – 20 cm que se compararon con el bosque mesófilo de montaña. La aplicación de indicadores de sostenibilidad en la evaluación de las propiedades físicas y químicas del suelo de las distintas áreas dedicadas a la producción de cultivos de la FAME permite disponer de mayor información, lo que en un futuro repercute en la toma de decisiones acertadas para desarrollar niveles adecuados de producción sostenible en estas áreas. El estudio de las propiedades químicas y físicas de los perfiles de suelo indica que la acidez hidrolítica es la que más varía y representa los cambios en sentido de la degradación por capas u horizontes y que al respecto, el perfil # 2 ubicado en el área forestal muestra las propiedades químicas y físicas más desfavorables. Se manifiesta una correspondencia entre la degradación de las propiedades físicas de las capas u horizontes de los perfiles del suelo con respecto a las químicas. Estas son las que más han demostrado la degradación del suelo para la profundidad de 0-20 cm, se toma como referencia el bosque mesófilo, estando el factor de estructura (%), agregados estables al agua (%), permeabilidad del suelo ($\log_{10} K$), potasio asimilable ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$), pH(KCl), acidez hidrolítica ($\text{cmol}(+) \cdot \text{kg}^{-1}$) y porcentaje de materia orgánica. Las áreas que muestran mayor degradación con respecto al diagrama de indicadores de calidad del suelo y el bosque mesófilo de montaña son cítrico de la FAME y el organopónico, al estar por debajo en tres de las cuatro propiedades que conforman el mismo.

Palabras clave:

Acidez hidrolítica, degradación del suelo, factor de estructura, potasio asimilable.

Manejo integrado de nemátodos *Meloidogyne* spp. para hortalizas en casas de cultivo protegidos

Ing. Yhosvanni Pérez Rodríguez¹

E-mail: yprodriguez@ucf.edu.cu

Dr.C. Leónides Castellanos González¹

MSc. Marisela Almarales Antúnez²

¹Universidad de Cienfuegos. Cuba.

²Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. Minagri. Cienfuegos. Cuba.

RESUMEN

El presente estudio ha sido desarrollado en el período comprendido 2005 al 2010, en entidades de la Delegación Provincial de la Agricultura de Cienfuegos y en casas de cultivo de la Unidad Básica de Producción Cooperativa Guanaroca de dicho municipio, perteneciente a la Empresa de Cítricos Arimao de la provincia Cienfueguera. Se hizo la evaluación de alternativas biológicas contra nemátodos del género *Meloidogyne* spp. en condiciones *in vitro* y casas de cultivos, se probaron cuatro nuevas cepas de *Bacillus thuringiensis* Berl junto a dos cepas comerciales existentes en la provincia LBT-1 y LBT-3 y las cepas *Trichoderma harzianum* A-34 y *Trichoderma viride* C-66, como testigo se emplea el producto comercial Heber Nem. Se determina el total de larvas eclosionadas y el porcentaje de reducción de la eclosión. La cepa C-66 supera a la A-34 al disminuir la movilidad de las larvas a los 7 días. En las condiciones *in vitro*, se mantiene el grado 1 en las variantes tratadas con *Trichoderma viride* cepa C-66 y *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3. En las casas de cultivo, la aplicación de *Trichoderma harzianum* cepa A-34 presenta resultado con grado medio 1 y 1,15, seguido del *Bacillus thuringiensis* cepa LBT-3 con 1,45 y 1,50, la efectividad de *Bacillus thuringiensis* LBT-25, es superior con las aplicaciones de 30 y 40 L.ha⁻¹ a un estándar (HeberNem) a 10 L.ha⁻¹ aplicados en el momento del trasplante y a los 15 días posteriores, se obtiene rendimientos por encima de 65 t.ha⁻¹. El manejo Integrado de Plaga (MIP) propuesto consta además de medidas legales y fitotécnicas, con nuevos elementos para el control de nemátodos.

Palabras clave:

Alternativas biológicas, *Bacillus thuringiensis*.

Implementación de medidas agroecológicas en una finca lechera de Premontaña

Ing. Diana Báez Chaviano ¹

Dra. C. Rafaela Soto Ortiz ²

E-mail: rsoto@ucf.edu.cu

MSc. Juan Almaguer López²

Ing. Yanoris Bernal Carrazana²

¹ Centro de Estudio para la Transformación Agraria Sostenible. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Cienfuegos

² Estación Experimental de Suelos, Barajagua, Cumanayagua, Cienfuegos

RESUMEN

Mediante el desarrollo de la investigación en la finca vaquería Laboratorio # 3 de la Estación Experimental, Barajagua, Cienfuegos, en el período 2005-2009, se ha evaluado el efecto de la implementación de medidas agroecológicas. Se caracteriza el agroecosistema y su manejo a través de la consulta de los registros, expedientes, observaciones directas en el campo y análisis de laboratorio. Se lleva a cabo un inventario de las especies de plantas y animales para determinar la riqueza en dos momentos, se calcula, además, la disponibilidad de los pastos y forrajes, su calidad y rendimiento. Es realizado el análisis económico mediante un Flujo de Caja. El agroecosistema se caracteriza por estar sustentado sobre un suelo Pardo Grisáceo, cuya fertilidad aumenta por efecto de las medidas agroecológicas aplicadas y las precipitaciones que oscilan entre 1 000 y 1 900 mm anuales. La riqueza de las plantas se incrementa de ocho a cincuenta especies y variedades, agrupadas en seis grupos funcionales, y animal de tres a cinco, con un nivel de integración entre cultivos y animales, espacial y funcionalmente. Se incrementa la producción de leche de 3,36 a 7,90 litros por vaca, por el aumento de la biodiversidad de los pastos y forrajes, bancos de proteínas y el manejo agroecológico del agro ecosistema. El nivel de las producciones realizadas muestra un incremento sostenido, como resultado del aumento de la biodiversidad y del manejo agroecológico realizado, lo que permite que se alcance en el quinto año el Punto de Equilibrio y que el Valor Actual Neto (VAN) sea positivo, con una ganancia de 14,48 miles de pesos y una Tasa Interna de Recuperación (TIR) de 19,48%.

Palabras clave:

Disponibilidad de pastos y forrajes, riqueza de plantas y animales, punto de equilibrio.

NORMAS DE PUBLICACIÓN

Los autores interesados en publicar en la Revista Científica Agroecosistemas deberán enviar sus contribuciones en español o inglés a la siguiente dirección electrónica: agroecosistemas@ucf.edu.cu

Los trabajos enviados para su publicación han de ser inéditos; no deben haber sido presentados simultáneamente en otra revista y no pueden contener plagio. Las contribuciones podrán escribirse en Microsoft Office Word u Open Office Writer, en formato carta, empleando letra Verdana a 10 puntos puntos e interlineado sencillo. Los márgenes superior e inferior serán a 2,5 cm y se dejará 2 cm para el derecho e izquierdo. Los tipos de contribuciones que aceptará la revista serán: artículos de investigación científico-tecnológica, artículos de reflexión, artículos de revisión y reseñas bibliográficas.

Estructura de los manuscritos

El envío de los artículos deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Extensión entre 10 y 15 páginas.
- Título en español e inglés (20 palabras como máximo).
- Nombre (completo) y apellidos de cada uno de los autores, antecedido por el título académico o científico (se recomienda no incluir más de tres autores por artículo).
- Adscripción laboral, país y correo electrónico.
- Resumen en español y en inglés (no excederá las 250 palabras) y palabras clave (de tres a diez en español e inglés).
- Introducción, en la que se excluya el diseño metodológico de la investigación; Materiales y métodos; Resultados y discusión, para artículos de investigación científico tecnológica, el resto de las contribuciones tendrá en vez de estos dos apartados un Desarrollo; Conclusiones, nunca enumeradas; y Referencias bibliográficas. En caso de tener Anexos se incluirán al final del documento.

Requisitos formales

- Las páginas deben enumerarse en la esquina inferior derecha con números arábigos.
- Los títulos de los apartados que formen parte de la estructura del artículo deberán ir en negrita y mayúscula; el resto de los subtítulos solo en negrita.
- Las fórmulas serán insertadas como texto editable, nunca como imagen.
- Las tablas serán enumeradas según su orden de aparición y su título se colocará en la parte superior. Se enviarán en texto editable. Se hará referencia a ellas en el texto de la forma: ver tabla 1 ó (tabla 1).
- Las figuras serán enumeradas según el orden en que se mencionen y su título se colocará en la parte inferior. Serán enviadas en formato .jpg. Se mencionarán en el texto de la forma: ver figura 1 ó (figura 1).
- Las abreviaturas acompañarán al texto que la definen la primera vez, entre paréntesis y no se conjugarán en plural.
- Las notas se localizarán al pie de página, nunca al final del artículo y estarán enumeradas con números arábigos. Tendrán una extensión de hasta 60 palabras. Se evitarán aquellas que solo contengan citas y referencias bibliográficas.
- Los anexos serán mencionados en el texto de la manera: ver anexo 1 ó (anexo 1).

Referencias bibliográficas

Las Referencias bibliográficas se ajustarán al estilo de la Asociación Americana de Psicología (APA), 6ta edición de 2009. Se escribirán en el idioma original de la contribución utilizada y se evitará utilizar fuentes no confiables, que no contengan todos sus datos. Dentro del texto las citas se señalarán de la forma: Apellido (año, p. Número de página), si la oración incluye el (los) apellido (s) del (de los) autor (es). Si no se incluyen estos datos en el texto se utilizará la variante: (Apellido, año, p. Número de página). El listado con todas las fuentes citadas se colocará al final del artículo y deberá ordenarse alfabéticamente con sangría francesa.

Nota:

El Consejo Editorial se reserva el derecho de realizar la corrección de estilo y los cambios que considere pertinentes para mejorar la calidad del artículo.

Revista publicada bajo una Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Sin Derivar 4.0 Internacional. Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.



ISSN: 2415-2862



Síguenos en:

<http://universosur.ucf.edu.cu/>

<http://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>



Editorial: "Universo Sur".
Universidad de Cienfuegos.
Carretera a Rodas, Km 3 ½.
Cuatro Caminos. Cienfuegos. Cuba.
CP: 59430

© Podrá reproducirse, de forma parcial o total, el contenido de esta publicación, siempre que se haga de forma literal y se mencione la fuente.