

Artículo científico**EVALUACIÓN VISUAL Y MICROBIOLÓGICA DEL SUELO EN DOS FINCAS SUBURBANAS DE SANTIAGO DE CUBA**

Belyani Vargas Batis¹, Yatniel Escobar Perea², Yoannia G. Pupo Blanco³, Annarela Chea González⁴, Orledis Rodríguez Osorio⁵ y Miriela Rizo Mustelier⁶

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar visual y microbiológicamente la calidad del suelo de dos fincas suburbanas, se desarrolló una investigación en las fincas La Caballería y Los Cascabeles del municipio Santiago de Cuba y en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central de Las Villas. Se realizó una evaluación visual de la calidad, la descripción cualitativa del perfil además de la toma de muestras de suelo, las que fueron analizadas en el laboratorio mediante el método de conteo en placa a partir de lo cual se cuantificó el número de unidades formadora de colonias presentes en la muestra, se describieron sus características culturales y se prepararon muestras para la observación e identificación hasta el nivel de género en el caso de los hongos. Los resultados obtenidos demuestran que los suelos de ambas fincas presentan buena calidad desde el punto de vista visual a pesar de que no todos los indicadores alcanzan valores aceptables. El mejor comportamiento de los microorganismos de manera general se alcanzó en la finca Los Cascabeles en la cual aparecieron dos géneros de hongos que pueden ser utilizados potencialmente como antagonistas en el control biológico.

Palabras clave: suelo, hongos, bacterias

Visual and microbiological evaluation of the soil in two suburban farms of Santiago de Cuba**ABSTRACT**

In order to evaluate visual and microbiological soil quality two suburban farms, research was developed on farms La Caballería and Los Cascabeles of Santiago de Cuba municipality and in the Laboratory of Microbiology, Faculty of Agricultural Sciences of the Universidad Central de Las Villas. A visual quality assessment, the qualitative description of profile in addition to the taking of soil samples, which were analyzed in the laboratory by the method of plate count from which the number of forming units was quantified performed colonies present in the sample, They described their cultural characteristics and samples for observation and identification were prepared to genus level in the case of fungi. The

¹Belyani Vargas Batis. Ing. Agrónomo. Master en Gestión Ambiental. Asistente. Departamento de Agronomía. Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Universidad de Oriente. Campus Julio Antonio Mella, Avenida de Las Américas S/N, Santiago de Cuba, Cuba. CP: 90400. E-mail: belyani@uo.edu.cu,

²Empresa de Tabaco TABACUBA Palma Soriano, ³Departamento de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Granma, ⁴Ing. de Microbiología. Facultad de Ciencias Agropecuaria. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, ⁵Grupo Científico Estudiantil de Gestión Ambiental de Ecosistemas Agrícolas. Departamento de Agronomía. Universidad de Oriente y ⁶Departamento de Agronomía. Facultad de Ingeniería Química y Agronomía. Universidad de Oriente, Cuba.

results obtained show that both farms floors have good quality from a visual point of view although not all indicators reach acceptable values. The better performance of microorganisms in general was reached on the farm The Bells in which there were two genera of fungi that are used as antagonists in biological control.

Key words: soil, fungi, bacteria

INTRODUCCIÓN

El suelo es un elemento importante en la lucha que actualmente se sigue por el logro de una verdadera soberanía y seguridad alimentarias. Diversos autores reconocen a este recurso natural como un organismo vivo debido a lo diversa y rica que puede ser la biota que en el habita (Lambert, 2010).

Este recurso natural es definido como aquella capa superficial del planeta tierra que reúne todas las características esenciales para el desarrollo de procesos productivos y para todo el soporte de la vida humana (Damián, 2012). Sin embargo, todavía no se tiene conciencia en esto y las acciones que se realizan en los predios productivos resultan en el detrimento de este recurso.

El efecto inmediato de los procesos de degradación termina frecuentemente en una esterilización parcial del suelo que casi en la totalidad de los casos demora meses o años en recuperar el equilibrio de su población de microorganismos (Pastor, 2004). El planteamiento anterior cobra vital importancia si se tiene en cuenta que en nuestro país el desarrollo del Programa Nacional de Agricultura Urbana, Suburbana y Familiar ha impuesto la necesidad de utilizar mayor cantidad de este recurso natural en proporciones más pequeñas.

A lo anterior se le une que los estudios encaminados al conocimiento de los suelos se

centran fundamentalmente en los aspectos productivos quedando en segundo plano los relacionados con la calidad.

En las fincas suburbanas La Caballería y Los Cascabeles del municipio Santiago de Cuba no se han desarrollado estudios sobre el comportamiento de los suelos, características, tipo, estado, etc. lo que indica que los procesos productivos en estos predios se han desarrollado durante años sin la conciencia de cómo se afecta positiva o negativamente la calidad de este recurso.

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar visual y microbiológicamente la calidad del suelo de las fincas suburbanas La Caballería y Los Cascabeles pertenecientes al municipio Santiago de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en las fincas suburbanas La Caballería y Los Cascabeles del municipio Santiago de Cuba y en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.

Se realizó una evaluación visual del suelo de las fincas según la metodología utilizada Escobar (2016) que considera la valoración cualitativa de 10 indicadores de suelo a los cuales se le asigna un valor visual según dicha metodología, luego

se multiplica por un factor de corrección para obtener un valor absoluto los cuales se suman dando finalmente el valor visual de la calidad del suelo. El valor obtenido es comparado con los rangos establecidos según la calidad: suelo de mala calidad (< 15); suelo de calidad moderada ($15 - 30$) y suelo de buena calidad (> 30), con lo cual se caracteriza la calidad del suelo que se analiza.

Se estableció una comparación entre ambas fincas a partir del valor que adquieren los indicadores evaluados para lo cual se utilizó el sistema AMIBA de la aplicación Microsoft Excel (procesador de datos) en la versión 10 para Windows.

Se realizó una calicata con una dimensión de 1m x 1m y se profundizó hasta que apareciera el material de origen. A partir de esto se procedió a la caracterización cualitativa de cada uno de los horizontes considerando los aspectos profundidad, color, penetración de las raíces, presencia de lombrices, textura, presencia de otros organismos y estructura. Además se realizaron tomas de muestras de suelo en cada uno de los horizontes que fueron colocadas en nailon de polietileno y conservadas en refrigeración hasta que fueron llevadas al laboratorio para su análisis.

En el análisis microbiológico se evaluó la presencia de bacterias, hongos y actinomycetes utilizando en cada caso medios de cultivos selectivos según el microorganismo. Dicho análisis se desarrolló según la técnica de conteo en placa, considerando cada uno de los horizontes presentes en el suelo, para los cuales se replicaron tres veces por cada microorganismo.

Para todos los microorganismos se contabilizó las unidades formadoras de colonias (UFCs) presentes y en el caso específico de las bacterias y los hongos se describieron las características culturales. En este último grupo de microorganismo se procedió a la identificación hasta el nivel de género llegando en algunos casos hasta la especie.

Para dicho análisis se tomaron muestras a partir de las colonias y se realizaron preparaciones, a las cuales se le adicionó una gota de colorante (Lactofenol) para facilitar la observación. Las muestras previamente preparadas fueron observadas en un microscopio óptico N-200 M al cual se le acopló una cámara marca Casio para la toma de imágenes.

Los datos fueron tabulados y la significación entre los componentes que se evalúan para la comparación entre fincas se determinó mediante el paquete estadístico ANOVA 1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran los resultados referentes al índice de calidad de los suelos de las fincas objeto de estudio. Como se puede apreciar para ambos predios productivos el suelo posee buena calidad desde el punto de vista visual aunque el menor valor se registró para el caso de la finca Los Cascabeles, esto de acuerdo al rango establecido según la escala de la metodología utilizada. Aunque los dos sistemas analizados se dedican básicamente al monocultivo, la finca La Caballería desarrolla el cultivo de plantas ornamentales las cuales requieren de una mayor realización de atenciones culturales, debido a que las plantas ornamentales presentan ciclos mucho más cortos que el cultivo del mango al cual se especializa la finca Los Cascabeles.

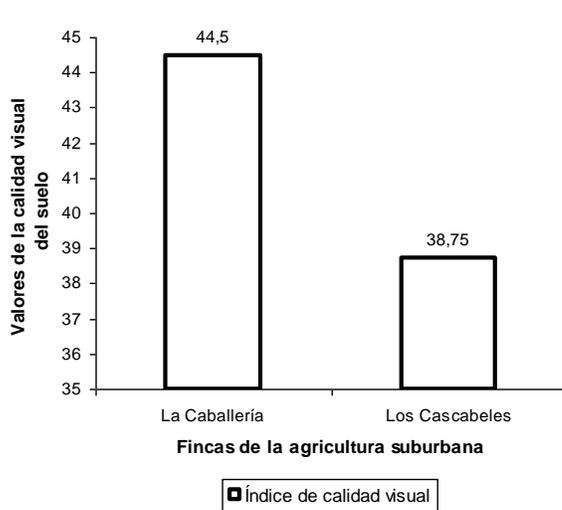


Figura 1. Índice visual de la calidad del suelo.

Además en esta última finca el relieve predominante es de ondulado a montañoso lo que aparejado al pastoreo de los animales (ganado vacuno) con los que cuenta el campesino ha conllevado a que el suelo pierda atributos que repercuten en las características que pueden reflejar lo cual va a incidir en los valores que adquieran los indicadores evaluados.

De los indicadores evaluados en la evaluación visual del suelo, los que más aportan a este comportamiento (Figura 2) son la estructura y consistencia, porosidad y erosión del suelo, en los cuales los valores alcanzados no llegan a su máxima expresión lo que se debe a las características de monocultivos que presentan cada uno de los sistemas analizados y el sistema de manejo utilizado por los productores que guarda relación con el fin productivo de cada finca.

Al analizar la calidad visual del suelo de diferentes fincas Lambert (2010) encontró que entre los indicadores que más incidían estaban la erosión así como, la estructura y consistencia.

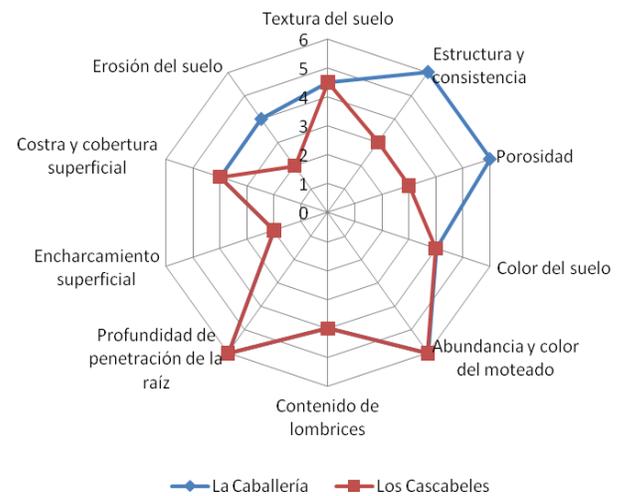


Figura 2. Indicadores que más influyen en la calidad visual del suelo.

Para el caso que nos ocupa el resto de los indicadores evaluados tuvieron un comportamiento similar en cada una de las fincas. Escobar *et al.* (2017) dentro de los indicadores que reportaron como de mayor incidencia al evaluar la calidad visual del suelo en cuatro fincas suburbanas mencionaron la estructura y consistencia, así como la porosidad.

Dentro de las fincas evaluadas por los autores antes referidos se encontraban las que constituyen objeto de esta investigación y aunque los valores que reportan son ligeramente inferiores a los obtenidos en este trabajo (43,5 para La Caballería y 35 en Los Cascabeles) se mantienen por encima 30 por lo cual se catalogan como bueno. Según estos autores no se debe olvidar que es una evaluación visual, que se realiza fundamentalmente con los sentidos de la visión y el tacto. Quizás a ello se deba la diferencia de resultados entre las dos investigaciones pues el nivel de percepción corre el riesgo de cambiar conforme cambie el investigador que desarrolle la evaluación.

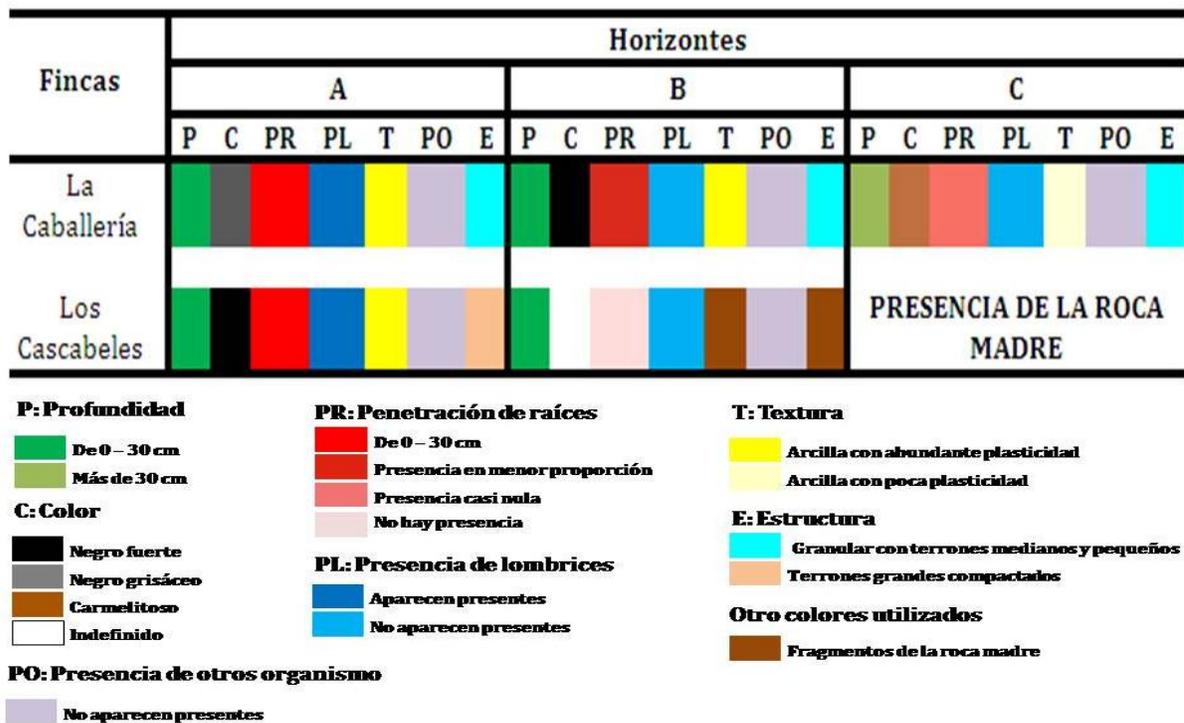


Figura 3. Esquema con los resultados de la evaluación cualitativa del perfil del suelo.

A partir de la valoración cualitativa realizada (Figura 3) en cada uno de los horizontes se pudo constatar que los suelos de las fincas objeto de estudio presentan, tres horizontes La Caballería y dos Los Cascabeles con una profundidad para ambas fincas entre 50 y 95 cm, considerando la suma de la profundidad de todos los horizontes. Para los horizontes A de cada sistema se observó que tienen una profundidad adecuada además de que la presencia de raíces en ambos sistemas va disminuyendo en la misma medida que se aumenta en la profundidad.

Hubo presencia de lombrices en ambas fincas con mayor abundancia en Los Cascabeles lo que pudiera estar relacionado con que las perturbaciones por concepto de preparación de suelo son casi nulas en esta finca por el tipo de cultivo que se desarrolla. Sin embargo, en

ninguno de los predios se observó presencia de otros organismos de la macrofauna. Los suelos son bastantes plásticos debido al contenido de arcilla aunque va disminuyendo con el aumento de la profundidad. En relación con la estructura se puede referir la formación de agregados en ambas fincas, siendo más pequeños en La Caballería y de mucho mayor tamaño en Los Cascabeles.

El color predominante para los dos sistemas es el negro en el horizonte A aunque en el C de la finca La Caballería tiende a ser carmelitoso y en el B de Los Cascabeles no tiene un color definido debido a la proximidad de la roca madre.

Autores como Vargas *et al.* (2014) señalaron que el color del suelo tiene gran importancia debido a que es la característica más evidente,

además de que indica el estado en el que se encuentran otras propiedades de los mismos. Agregaron además que las capas superiores del perfil del suelo contienen generalmente gran cantidad de materia orgánica y su acumulación se muestra a simple vista con un color oscuro, esta propiedad es la más conveniente para el cultivo. El subsuelo contiene, en comparación, mucho menos materia orgánica.

A pesar de lo planteado, un hecho interesante referente a este aspecto está relacionado con que el color del suelo en el horizonte B de la finca La Caballería es mucho más oscuro que en el horizonte A. Es posible que este comportamiento esté dado por un proceso pedogenético donde los materiales orgánicos de

un horizonte son donados por eluviación hacia otro horizonte que lo recibe por un proceso de iluviación, según Conti y Giuffré (2011).

Tener en cuenta este fenómeno es importante. Jaramillo (2011) señaló que la materia orgánica del suelo aunque no es el componente más abundante en la mayoría de ellos, si es el más importante en todos debido a la gran actividad físico-químico y biológica que genera y controla en el mismo.

Respecto al análisis microbiológico se pudo comprobar que el indicador relacionado con las UFCs mantuvo un comportamiento irregular. Los datos relacionados con el mismo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Unidades formadoras de colonias de microorganismos por horizontes.

Horizontes	La Caballería			Los Cascabeles		
	B	H	A	B	H	A
A	14	68	43	52	13	57
B	9	4	44	15	5	48
C	1	1	29			

Leyenda: B: Bacterias, H: Hongos, A: Actinomycetes

Como se puede apreciar las UFCs de microorganismos por horizontes mostró un comportamiento variable tanto por finca como por organismo contabilizado manifestando una tendencia a la disminución del número de unidades con el aumento de la profundidad. Si se analiza el comportamiento de cada uno de los componentes por finca también se puede apreciar la existencia de un comportamiento variable (Figura 4).

Como se puede apreciar los microorganismos mostraron un comportamiento variable en cada una de las fincas. Las bacterias y los actinomycetes mostraron mayor número de

UFCs en la finca Los Cascabeles con diferencias significativas respecto a la finca La Caballería. Sin embargo, en esta última se observa un comportamiento favorable en el indicador evaluado para el caso de los hongos también con diferencias significativas. De manera general para ambas fincas los actinomycetes fueron los organismos que mayor número de UFCs presentaron.

Los resultados alcanzados para el comportamiento de los diferentes microorganismos coinciden con los reportados por Osorio y Osorno (2013) quienes señalan entre los principales componentes de la flora

microbiana del suelo a las bacterias, hongos y actinomicetes. Agregan además que la presencia de estos grupos disminuye con el aumento de la profundidad y que indistintamente pueden encontrarse con mayor abundancia bacterias y actinomicetes y finalmente los hongos.

El hecho de que las bacterias tiendan a desarrollar menor cantidad de UFCs en la finca La Caballería se debe probablemente a que el número de labores realizadas como parte del monocultivo pudieron ejercer una modificación del pH provocando que el mismo tuviera una tendencia a la acidez. L

Las bacterias son microorganismos que se desarrollan en medios más básicos a diferencia de los hongos que pueden desarrollar su ciclo vital en medios donde el pH se torna un poco más ácido. Esto explica el hecho de que en este predio productivo las UFCs para este microorganismo sean mayores que en el caso de las bacterias.

Tener en cuenta este comportamiento es significativo pues de todas las funciones que pueden cumplir las bacterias en el suelo probablemente las más importantes son aquellas relacionadas con la transformación de la materia y compuestos que son esenciales para el ciclo biológico de los elementos.

La descomposición de la materia orgánica, la mineralización de nitrógeno, fósforo, azufre y compuestos conocidos como micronutrientes, son esenciales para el desarrollo de otros organismos, y en el caso de los suelos agrícolas también son importantes para los cultivos. Estos procesos son casi exclusivamente realizados por microorganismos (Coleman *et al.* (2004).

Referente a las bacterias se pudieron identificar, teniendo en cuenta sus características culturales, seis colonias diferentes en la finca La Caballería y ocho en Los Cascabeles. De estos microorganismos el género *Pseudomonas* fue identificado como común para ambos sistemas productivos objeto de estudio.

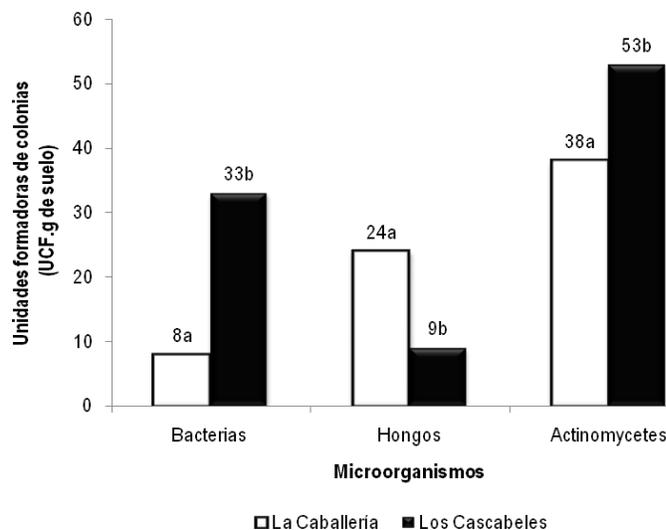


Figura 4. Comparación de las unidades formadoras de colonias de los microorganismos por fincas.

Para el caso de los hongos se encontró un total de ocho colonias diferentes considerando las fincas estudiadas (Tabla 2). De las colonias de hongos encontradas se pudieron identificar entre especies y géneros seis para La Caballería y cinco para Los Cascabeles como se muestra en la tabla que aparece a continuación.

Como se puede apreciar los géneros *Aspergillus* y *Penicillium* así como la especie *Aspergillus niger* son comunes para las dos fincas.

Según Vargas et al. (2015) estos géneros de hongos suelen encontrarse frecuentemente en los ecosistemas agrícolas debido a que tienen fundamentalmente una estrategia vital saprofitica.

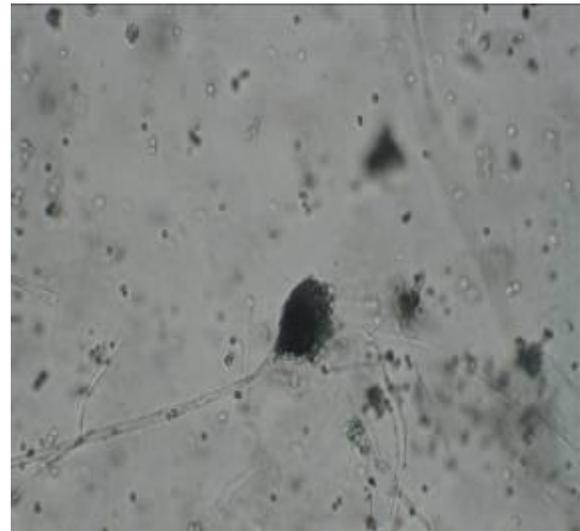
Un hecho interesante es que en la finca Los Cascabeles aparecieron colonias de hongos que son reportados de importancia en el control biológico debido a que constituyen hongos antagonistas (Figura 5).

Tabla 2. Géneros y especies de hongos identificadas.

La Caballería	Los Cascabeles
<i>Aspergillus niger</i>	<i>Aspergillus niger</i>
<i>Penicillium</i> spp.	<i>Penicillium</i> spp.
<i>Cladosporium</i> spp.	<i>Aspergillus</i> spp.
<i>Aspergillus</i> spp.	<i>Trichoderma</i> spp.
<i>Mucor</i> spp.	<i>Gliocladium</i> spp.
<i>Fusarium</i> spp.	



A) Esporas de un hongo perteneciente al género *Trichoderma* spp.



B) Estructura reproductiva de un hongo del género *Gliocladium* spp.

Figura 5. Género de hongos controladores biológicos.

El hecho de que estos géneros de hongos se encuentren en la finca puede ser un elemento interesante a partir del cual se pueden iniciar acciones para la gestión sostenible de estos ecosistemas agrícolas. Martínez *et al.* (2013) señalaron que la acción de *Trichoderma* como micoparásito natural se demostró desde 1932, y su utilización en experimentos de control biológico se implementó a partir de 1970, cuando se incrementaron los estudios de campo para su uso en cultivos de hortalizas y ornamentales.

Infante *et al.* (2009) señalaron que este género de hongo tiene acción como un controlador biológico y antagonista natural de una gran gama de fitopatógenos. Dentro de ellos están los hongos fitopatógenos de importancia, tales como: *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (E. F. Smith) Snyder y Hans., *Fusarium roseum* Link., *Botrytis cinerea* Pers., *Rhizoctonia solani* Kühn., *Sclerotium rolfsii* Sacc., *Sclerotinia* spp., *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Alternaria* spp., y nematodos, entre otros.

Dentro de los hongos hiperparásitos juntos con *Trichoderma* se encuentra el género *Gliocladium*, pues al igual que el primero contiene enzimas extracelulares como quitinasa, celulasa β 1, 3-glucanasa y proteasa que rompen la estructura de los hongos a los que parasitan. Ambos géneros de hongos ejercen su acción mediante varios mecanismos (Lecuona, 1996).

CONCLUSIONES

- Los suelos de ambas fincas presentan buena calidad desde el punto de vista visual a pesar de que no todos los indicadores alcanzan valores aceptables.

- El mejor comportamiento de los microorganismos de manera general se alcanzó en la finca Los Cascabeles en la cual aparecieron dos géneros de hongos que pueden ser utilizados como antagonistas en el control biológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coleman, C., Crossley, A., y Hendrix, P. (2004). *Fundamentals of soil ecology*. Second Edi. Elsevier Academic Press: Burlington.
- Conti, M. E., & Giuffré, L. (2011). *Edafología, bases y aplicaciones ambientales argentinas*. Buenos Aire: UBA. 656 p.
- Demián, L. (2012). *Comunidades bacterianas en suelos bajo siembra directa en la región agropecuaria pampeana. Influencia del manejo y propuesta de nuevos indicadores*. Tesis presentada para optar al título de Doctor de la Universidad Buenos Aires en el Área de Química Biológica. 130. Buenos Aires, Cuba: Universidad de Buenos Aires.
- Escobar, Y. (2016). *Evaluación de la calidad del suelo en fincas de la agricultura suburbana en el municipio Santiago de Cuba*. Tesis presentada en opción al título de Ingeniero Agrónomo, 47. Santiago de Cuba, Santiago de Cuba, Cuba: Universidad de Oriente.
- Escobar, Y., Vargas, B., Fuentes, O., Rodríguez, O., & Molina, L. B. (2017). *Evaluación visual de la calidad en cuatro fincas de la agricultura suburbana de Santiago de Cuba*. *Ciencia en su PC*, 3, 13-28.
- Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). *Mecanismos de acción de Trichoderma frente a hongos fitopatógenos*. *Protección Vegetal* 24(1): enero –abril.
- Jaramillo, D. (2011). *Caracterización de la materia orgánica del horizonte superficial de un andisol hidromórfico del oriente antioqueño (Colombia)*. *Academia Colombiana de Ciencia*, 35(134): 23-33.

- Lambert, T. (2010). Identificación, manejo y conservación de suelo con el empleo de métodos participativos en la comunidad "La Concepción". *Tesis presentada en opción al título académico de Master en Ciencias en Gestión Ambiental*, 76. Bayamo: Universidad de Granma.
- Lecuona, R. (1996). Control microbiano, utopía o realidad (p. 13-15). En R. Lecuona, *Microorganismos patógenos empleados en el control microbiano de insectos plaga* (pág. 338). Buenos Aires, Argentina: Mariano Mas.
- Martínez, B., Infante, D., & Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Protección Vegetal*, 28(1): enero –abril.
- Osorio, W., & Osorno, L. (2013). Microorganismos del suelo y su efecto en la disponibilidad de nutrientes. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Pastor, S. (18 de junio de 2004). *Biomonitorización citogenética de cuatro poblaciones agrícolas europeas, expuestas a plaguicidas, mediante ensayos de micronúcleos*. Recuperado el 20 de enero de 2015, de <http://www.tdx.cesca.es>
- Vargas, B., Martinella, A., Rizo, M., Candó, L., & Ramírez, B. (2014). Algunas variables que inciden en las condiciones edafoclimáticas del huerto intensivo El Vivero. *Ciencia en su PC*, (1): 72 – 81: enero – marzo.
- Vargas, B., Pupo, B., Fajardo, L., Puertas, A., & Viera, Y. (2015). Relación potencial con cultivos agrícolas de la diversidad micológica asociada a *Lippia dulcis*, *Lantana camara* y *Cleome viscosa*. *Granma Ciencia*, 19(1): enero – abril.

Fecha de recepción: 27 noviembre 2017

Fecha de aceptación: 25 junio 2018

Agrotecnia de Cuba
ISSN impresa: 0568-3114
ISSN digital: 2414- 4673
<http://www.ausuc.co.cu>

