VARIACION DE LA CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS EN DISTINTOS SUELOS DE CUBA

Marisel Ortega García, Ignacio Caraballo Barreto, Yoania Ríos Rocafull, Rosa Orellana Gallego[ǂ], Rafael Martínez Viera[ǂ] y Bernardo Dibut Álvarez.

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el comportamiento de diferentes microorganismos del suelo en zonas de Occidente, Centro y Oriente en veinte tipos de suelos del país pertenecientes a siete agrupamientos donde se incluyen la mayoría de los procesos de formación. Se colectaron 10 gramos de suelo los que se diluyeron para cuantificar la concentración de algunos microorganismos como solubilizadores de fósforo, fijadores de nitrógeno atmosférico, actinomicetos, hongos, levaduras y microorganismos totales. Se empleó el Método de Diluciones Seriadas con posterior siembra en Placas Petri y medios selectivos para cada uno de los grupos microbianos involucrados. De manera general las mayores concentraciones de microorganismos se observaron en la rizosfera de las zonas montañosas, las que coinciden con áreas poco explotadas o en su ambiente natural. En los llanos se encontró un decremento de los microorganismos, lo que puede deberse al nivel de explotación y malas prácticas agrícolas ambas, abundantes bajo estas condiciones. Las concentraciones microbianas determinadas oscilaron entre 10^4 -10^7 UFC/g de suelo en terrenos llanos y ondulados respectivamente, lo que sin dudas evidencia la pérdida de fertilidad que ha ocurrido en nuestros suelos fundamentalmente en los llanos por la explotación a que han sido sometidos. Trabajos de este tipo permiten considerar como aspecto a tener en cuenta, dada las funciones que realizan los microorganismos y su importancia como indicador de fertilidad del suelo.

Palabras clave: beneficiosos, fertilidad, funciones.

Variation behavior of the concentration of microorganisms in different soils of Cuba.

ABSTRACT

In this work the behavior of different microorganisms of the soils was evaluated in areas of West, Center and East in twenty types of soil of the country belonging to seven groups, the that most of the formation processes. For this end 10 grams of soil those were collected that were diluted to quantify the concentration of some microorganisms like match solubilizers, fixers of atmospheric nitrogen, actinomicets, mushrooms, yeasts and total microorganisms. The Method of Dilutions Series was used with later crops the Box Petri, using selective means for each one of the involved microorganisms. In a general way the biggest concentrations of microorganisms were observed in the rizosfera of the mountainous areas, those that coincide with areas little exploded or in their natural atmosphere. In the plains he/she was a decrement of the beneficial microorganisms, what can be due at the exploitation level and bad practical agricultural abundant I lower these conditions. The certain microbial concentrations oscillated respectively among 104 -107 UFC/g of soil in flat and wavy lands, that that without doubts evidence the loss of fertility that has happened fundamentally in our floors in the plains for the exploitation to that you/they have been subjected.

Ing. Marisel Ortega García, especialista del Grupo de Microbiología del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT). Calle 188 #38754 e/ 397 y Linderos, Santiago de las Vegas. Municipio Boyeros. La Habana. Cuba. E-mail: subdircientifica@inifat.co.cu

Works of this type allow considering as aspect to keep in mind, given the functions that you carry out the microorganisms and their importance like indicator of the soil.

Key words: beneficial, fertility, functions

INTRODUCCIÓN

En los ecosistemas naturales en equilibrio existe un ciclo de fertilidad, donde los nutrientes son mayormente reciclados y cualquier desbalance puede ser restablecido mediante una serie de mecanismos biológicos. Cuando los suelos son incorporados a la agricultura, su vegetación nativa se elimina y esto conlleva a una deficiencia en los niveles de nitrógeno y otros elementos fundamentales, por lo que se recomienda la utilización de abonos orgánicos y fertilizantes, en dependencia de la composición y el tipo de suelo. Estas prácticas pueden resultar perjudiciales tanto desde el punto de vista ecológico, como por los riesgos ocasionados por contaminaciones y efectos negativos al medio ambiente, además de la repercusión negativa en términos económicos (IUSS Working Group, 2008).

La mayoría de los suelos de nuestro país se encuentra afectada por procesos de carácter natural o antrópico, que se han acumulado a lo largo de los años, que han conllevado a procesos erosivos que afectan más de 2,5 millones de hectáreas. Algunas de las principales afectaciones a la superficie agrícola del país son la acidez, salinidad, sodicidad y la compactación por problemas de en algunos casos por más de un factor a la vez, lo que pueden provocar procesos de desertificación (Hernández *et al*., 2011).

Las propiedades biológicas como respiración, cantidad de microorganismos y nitrógeno mineralizable son utilizados como indicadores ecológicos, ya que las mismas son más dinámicas y tienen la ventaja de servir como señales tempranas de degradación o de mejoría de los suelos (Febles *et al*., 2008).

Aspectos relacionados con las propiedades biologías del suelo resultan necesarios para un mayor conocimiento de su contenido microbiológico ya que nos permiten estimar su potencial agrícola y al unísono trazar una estrategia de trabajo eficiente para el adecuado uso de los mismos. En el país, la mayoría de los suelos sufren procesos erosivos continuos, que hacen se degraden y pierdan sus características productivas, que a su vez se afectan los microorganismos del ecosistema, debido a su deterioro por uso indiscriminado de laboreo agrícola y otras prácticas inadecuadas (Hernández *et al*., 2011).

Estos microorganismos se encuentran normalmente distribuidos en la rizosfera región del suelo que se encuentra más afectada por acción de las raíces; que representa un punto de comunicación o interface entre las plantas y el suelo. Existiendo entre ellas relaciones que fluyen de la raíz al suelo y del suelo a la raíz, en este punto se constituyen vínculos importantes entre el suelo, la planta y las poblaciones micro y macrobióticas que en él habitan, pudiendo ser hongos, bacterias, protozoos o nematodos (Pie-Xiang *et al.,* 2012).

En la rizosfera se pueden distinguir tres regiones: rizosfera, rizoplano y endorrizosfera. Siendo la rizosfera la región más extensa, la misma se encuentra relacionada directamente con la interfaz raíz-suelo, puede medir de 1 a 3 mm de espesor; en ciertos cultivos, como los de gramíneas pratenses que poseen sistemas radiculares fasciculados muy ramificados, la zona rizosférica sería todo el suelo bajo su dominio. La segunda zona, el rizoplano le sigue a la rizosfera, justo sobre la superficie de la raíz. Enseguida se halla la endorrizósfera que incluye el tejido cortical. En la endorizósfera es posible

encontrar tres clases de organismos: los que conviven en simbiosis mutualista con la planta, los que parasitan el tejido vegetal y finalmente los que habitan los tejidos muertos de la raíz (Hayashi *et al*., 2012).

Los trabajos relacionados con la actividad biológica de los suelos en Cuba han sido muy escasos, ya que generalmente se basan en lo referente a las propiedades físico químicas del suelo. Martínez (1985) estudia microbiológicamente cinco tipos de suelos de Cuba en cuanto a comportamiento de diferentes grupos funcionales. Este autor recomienda utilizar una adecuada nutrición y adición, tanto de fertilizantes químicos como de materia orgánica, para lograr mantener el equilibrio de los microorganismos que habitan en este ecosistema. En aquellos momentos las poblaciones oscilaban entre 10^8 y 10^9 UFC x g^{-1} de suelo, lo que demuestra las condiciones en que se encontraban los suelos en ese período. Igualmente se enfatiza en la necesidad de continuar investigaciones en otros suelos, así como de estudios con mayor actualidad en esta rama de la ciencia.

El objetivo de este trabajo consistió en determinar la distribución y concentración de algunos microorganismos como solubilizadores de fósforo, fijadores de nitrógeno atmosférico, actinomicetos, hongos, levaduras y microorganismos totales en distintos suelos de Cuba, con el fin de contar con información actualizada, basada en aspectos microbiológicos del suelos de los diferentes ecosistemas. Además este muestreo tributaría a ampliar la colección de Bacterias Beneficiosas del INIFAT y a contribuir a la misión de nuestro centro.

MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de la colecta de muestras de suelo entre los años 2011 y 2012, pertenecientes a diferentes agrupamientos de suelos varias provincias del país. Se realizó un estudio encaminado a determinar la concentración de grupos funcionales de algunos microorganismos del suelo (solubilizadores de fósforo, fijadores de nitrógeno atmosférico, actinomicetos, hongos, levaduras y microorganismos totales) mediante la utilización del método de Diluciones Seriadas (Madigan *et al*., 2012). Para este trabajo se utilizaron 10 g de suelo colectados a una profundidad de 10 cm los que se suspendieron en 100 ml de agua destilada estéril. La solución que se obtuvo se inoculó sobre placas Petri de 9 cm con medios de cultivos selectivos para cada caso. Se utilizaron Agar Nutriente, Extracto de Malta (BIOCEN, 2011), Pikovskaya, Asbhy y una formulación para determinar presencia de actinomicetos (Martínez *et al.,* 2007). Posteriormente se incubaron a 32°C de temperatura, durante 48 horas para proceder a realizar el conteo de las colonias típicas según las características de las mismas.

Para realizar la clasificación genética de los suelos, se utilizó la Versión de los suelos de Cuba dada por Hernández y colaboradores en 2005.

En la Tabla.1 se muestran los siete diferentes agrupamientos con que se trabajó, conjuntamente con relieve, altitud y lugar de colecta.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contar con estudios que incluyan diferentes agroecosistemas constituye una vía de conocimientos e información para nuestra comunidad científica, ya que los mismos se encuentran sumamente vinculados a las principales actividades de las plantas. Los microorganismos también juegan un papel importante en la transformación y migración de las sustancias y sin dudas repercuten marcadamente en su fertilidad. (Alexander, 1980). Razón por la cual el objetivo del trabajo consistió en la búsqueda de variabilidad de suelos de diferentes

ecosistemas con vistas a evaluar las condiciones microbiólogas de cada uno de ellos.

En la Figura 1 se muestra el contenido de microorganismos del suelo encargados tanto de la fijación de nitrógeno atmosférico y la solubilización de fósforo de suelo expresado en UFC.g^{-1}. Resulta necesario su estudio dado la importancia que estos microorganismos en la productividad.

Tabla 1. Diferentes agrupamientos de suelos, localidad, provincia y relieve.

Agrupamientos de suelos	Relieve/Altitud	Lugar de colecta
Pardo	Ondulado (730 m).	Macizo Montañoso del Guamuhaya, Finca Mayarí Vega 1 (Cienfuegos).
		Macizo Montañoso del Guamuhaya, Finca Mayarí Vega 2, (Cienfuegos).
		Macizo Montañoso del Guamuhaya, Finca Mayarí La Cañada, (Cienfuegos).
	Ondulado (830 m).	Macizo Montañoso del Guamuhaya, Loma Tetas de Juana, (Cienfuegos).
	Llano	La Sierrita, Finca del Gallego Otero, (Cienfuegos).
		Manzanillo.
		Cooperativa Solidaridad con Panamá, Caujerí (Guantánamo).
		Finca Siboney del MININT (Artemisa).
		El Jobo (Artemisa).
Alítico	Ondulado (1140 m). (1050 m).	Pico San Juan (Cienfuegos).
		Pico San Juan (Cienfuegos).
Húmico Sialítico	Llano	Carretera de Cayajabo a Cabañas (Artemisa).
		Carretera de Cabañas a Bahía Honda (Artemisa).
		Bahía Honda, (Pinar del Rio).
		UEB Noel Turruella (Las Tunas).
Fersialítico		Entronque de Cayajabo y carretera del Rosario, (Artemisa).
		Entronque de Cayajabo y carretera del Rosario, (Artemisa).
Hidromórfico		CPA Omar Rivera (Manzanillo).
Ferrítico		Meseta de Cajalva (Pinar del Rio).
Ferralítico		CCS Antonio Maceo (Santiago de las Vegas).

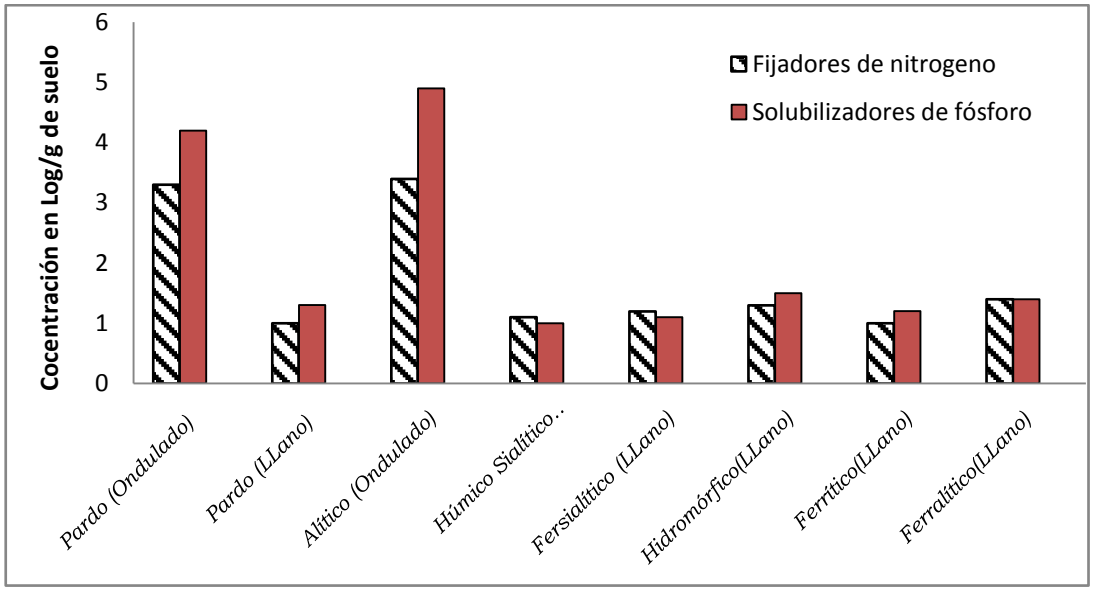


Figura 1. Contenido de microorganismos encargados de la fijación de nitrógeno atmosférico y la solubilización de fósforo en UFC. g^{-1} de suelo rizosférico.

En todos los casos se observa el decremento que existe tanto de los fijadores de nitrógeno como de los solubilizadores de fósforo en los llanos. Todo esto puede deberse a que en los últimos años los mismos han estado expuestos a diferentes sistemas de manejo agrícola con exceso o defecto de fertilizaciones mineral, lo que coincide con referencias de Morales *et al*. (2008) que encontró modificaciones en el estado microbiológico de un suelo Fersialítico pardo rojizo, después de estar sometidos en un largo periodo de tiempo a labores inadecuadas. En el suelo, bacterias y hongos tienen la capacidad de solubilizar varias formas precipitadas de P. Entre estos microorganismos predominan los géneros *Bacillus, Pseudomonas, Penicillum* y *Aspergillus* spp. En base a ensayos de laboratorio, se estima que microorganismos solubilizadores de P pueden llegar a ser el 40% de la población cultivable de microorganismos del suelo y que una significante proporción de estos se encuentran en la rizósfera (Marschner *et al.,* 2011).

El fósforo conjuntamente con elementos orgánicos constituye entre el 30 y el 50% del contenido total en la mayoría de los suelos. La principal fuente de compuestos orgánicos de este elemento proviene de la descomposición de la vegetación y de los protoplasmas microbianos. Otra de las vías son los productos metabólicos de la flora y la microflora del suelo. Los microorganismos presentes en el suelo o inoculados afectan la transformación de las formas de fósforo orgánico para ponerlas a disposición de las plantas a través de complejos procesos, principalmente en suelos tropicales (Hinsinger *et al*., 2011).

También los bajos niveles de microorganismos se puede corresponder a la sobreexplotación de las áreas agrícolas con exceso de laboreo, inversión del prisma, problemas con la rotación de cultivos y muchas otras prácticas inadecuadas que han incrementado su deterioro (Alexander, 1980). La disminución de ambos grupos microbianos puede influir en la pérdida de fertilidad y en el descenso de la productividad por concepto de insuficiencia

nutrimental a los suelos, ya que estos organismos establecen asociaciones con diferentes cultivares y permiten se aporte nutrientes, fundamentalmente nitrógeno, fósforo y sustancias activas, como las giberelinas, citoquininas, auxinas y otras, que a su vez estimulan el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Se demuestra una vez más la importancia de un adecuado tratamiento al suelo, para mantener tanto su actividad biológica como su productividad (Hinsinger *et al*., 2011).

Las mayores concentraciones de microorganismos fijadores de nitrógeno y solubilizadores de fósforo, se encuentran ubicadas en las zonas del Escambray Cienfueguero, correspondiente a grandes alturas entre 1150 y 730 metros de altura sobre el nivel del mar. En ellas la temperatura y humedad relativa favorecen la presencia de microorganismos, producto del difícil acceso y la existencia de pocos pobladores. Además todas las áreas no se dedican a labores agrícolas por lo que son ecosistemas que han sufrido pocas alteraciones.

Otros trabajos del Instituto de Suelos (Calero *et al*., 1999), muestran coincidencias en cuanto a la productividad del suelo al realizar un adecuado manejo agrícola, ya que se produce un incremento de la microbiota, al no existir limitaciones con las reservas de nutrientes en el suelo. Además revelo resultados sobre los indicadores de actividad potencial básica, los que se incrementan con la fertilización, demostrando la influencia que ejerce la fertilización mineral en el incremento de la biomasa microbiana. Todo esto sustenta la necesidad del manejo adecuado conjuntamente con la fertilización necesaria de manera individual para cada tipo de suelo.

Razón por la cual los estudios relacionados con la actividad microbiana, son considerados de gran importancia ya que la actividad biológica involucra al componente lábil de la materia orgánica e integra factores del medio ambiente que ejercen una influencia directa en el progreso de la calidad del suelo (Martínez y Dibut, 2012).

En la Figura 2 se presenta como los actinomicetos se encuentran distribuidos en niveles similares en las distintas alturas. Los mismos son un grupo muy diverso de bacterias Gram + con mayor o menor desarrollo miceliar, son heterótrofos aerobios (algunos anaerobios facultativos). Tienden a crecer lentamente formando filamentos los que los distingue de otros microorganismos y lo que les confiere mayor resistencia a diversas condiciones. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por el Martínez, 1985 en suelos del Pico Turquino, donde los actinomicetos se encontraban mayormente distribuidos en los llanos tanto en número como en especies. Estas diferencias pueden existir por los efectos del manejo de los suelos, principalmente en la actualidad ya que a pesar tener mayor número de resultados en la ciencia y la técnica, se sobreexplotan mucho más los suelos con el empleo de monocultivos y otras muchas prácticas que atentan contra su fertilidad. Otras investigaciones realizadas plantean la necesidad de su conservación para el campo de las ciencias médicas fundamentalmente para la obtención de nuevos antibióticos (Martínez y Dibut. 2012). En el caso de hongos y levaduras, ambos se encuentran distribuidos en niveles similares no observándose diferencias significativas en los diferentes agrupamientos. Aspecto que puede responder a que tienen mayor permanencia en el suelo, a pesar de que las condiciones sean mejores o no para su mantenimiento y desarrollo. También a que sean menos exigentes en cuanto a nutrientes para su sobrevivencia, lo que coincide con referencias de otros autores sobre la temática (Alexander, 1980). Los microorganismos totales también muestran incremento en las zonas onduladas con respecto a los llanos, lo que confirma una mayor presencia de vida microbiana en este ambiente. No es posible comparar estos resultados con los obtenidos por

Martínez (1985), ya que solo realizó estudios de dinámica poblacional en suelos llanos. Sin embargo estos datos constituyen una fuente de información valiosa para el manejo de suelos montañosos, ya que son muy empleados para el establecimiento de cultivos como café y cacao. Las concentraciones obtenidas en este estudio, difieren significativamente a los analizados por Martínez, 1985, ya que en esa etapa oscilaban entre 10^8 y 10^9 UFCxg^{-1} de suelo y en este trabajo se encuentra en valores inferiores. No es de extrañar en estos momentos tan marcada disminución en los valores de UFC, teniendo en cuenta la existencia en la década de los 80 del pasado siglo. En estos momentos además conspiran otros factores ambientales como la salinidad, degradación, erosión, monocultivos, uso de cultivos esquilmantes, y otras prácticas inadecuadas que se manejan en ocasiones por desconocimiento y otras en la búsqueda de incrementos productivos a corto plazo.

En Cuba se ha trabajado tradicionalmente con un enfoque mucho más agronómico que ecológico para el manejo de los suelos. Entre los más importantes se encuentra el incremento de su productividad mediante la apertura de nuevas tierras de cultivo, la utilización de fertilizantes para remediar las pérdidas de fertilidad, la introducción de variedades mejoradas y el empleo de maquinarias cada vez más complejas, con el objetivo de buscar eficiencia en las labores agrícolas. No obstante, no se evalúa ni efectos ni implicaciones a largo plazo en los nuevos esquemas de desarrollo (Febles *et al*., 2008). También se pueden utilizar avances de la biotecnología para esclarecer las funciones fitorreguladoras que tienen varios compuestos que producen los microorganismos del suelo como lipoquito-oligosacáridos, y el papel de hongos como las micorrizas en la movilización de nutrientes (Koranda *et al*., 2011).

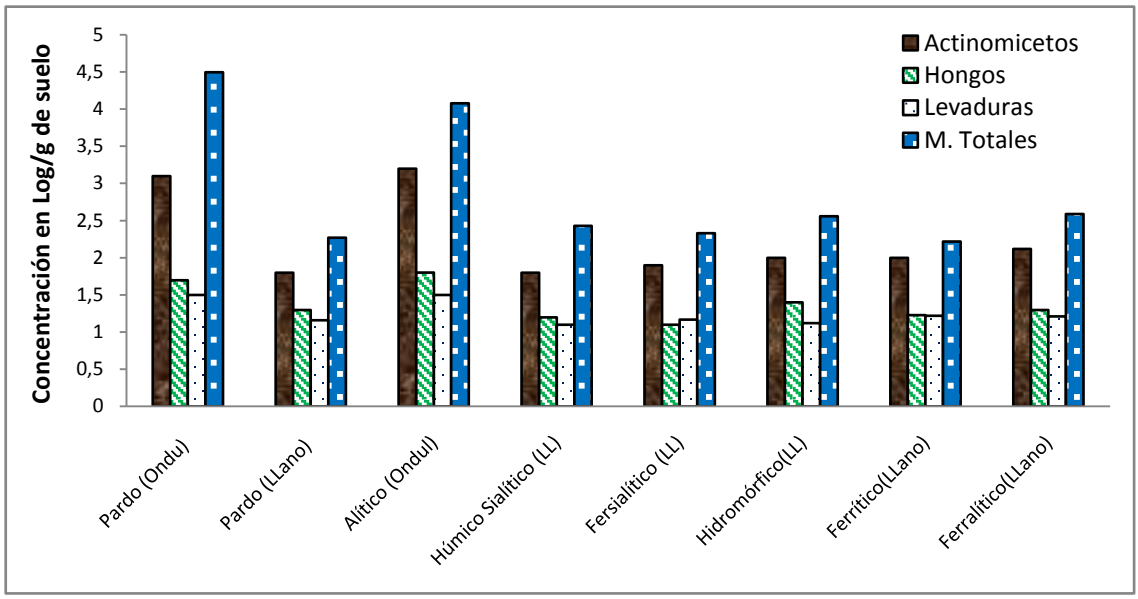


Figura 2. Contenido de microorganismos totales, actinomicetos, levaduras, y hongos en la rizosfera de distintos suelos del país.

Dentro de la gran diversidad y complejidad de los microorganismos microbianos del suelo, existen múltiples campos de investigación, en especial en la zona rizosférica y los microorganismos que en ella interaccionan, produciendo consecuencias a favor o en contra de los cultivos. Las investigaciones en este campo pretenden mejorar el desarrollo y crecimiento vegetal y por ende incrementar la productividad agrícola a partir de aquellos microorganismos que presentan los mecanismos y capacidades requeridas para lograrlo (Fan *et al*., 2011).

Aunque en los últimos años el estudio de los microorganismos del suelo no ha tenido el seguimiento necesario, se debe tener en cuenta que los mismos son capaces de multiplicarse rápidamente y producir grandes poblaciones que pueden tener un impacto en el hábitat donde se encuentren (IUSS Working group, 2008). También es importante conocer la estrecha relación entre la formación del humus y la población microbiana, ya que es la encargada de la síntesis de enzimas oxidantes y compuestos fenólicos simples los que se utilizan para llevar a cabo la síntesis de ácidos húmicos.

Mantener un equilibrio en el sistema microbiano del suelo es de gran importancia, ya que es considerado que esto tiene efectos potentes en el suelos como supresor de patógenos y elevada capacidad quitinolíticas, lo que permite una adecuada relación entre el ambiente y su productividad, así como la salud de los cultivos (Kumar *et al.,* 2012)

Conocer cómo mantener la productividad biológica resulta de gran utilidad para evitar controlar la degradación por la que atraviesan hoy día los suelos, de allí la importancia de realizar evaluaciones periódicas que nos permitan profundizar en el tema, para valorar el comportamiento de la comunidad microbiana y utilizar la misma como indicador de un manejo sostenible del suelo y su productividad.

CONCLUSIONES

- Las concentraciones microbianas en los diferentes tipos de suelos promedian valores entre 10^4 -10^6 UFC/g de suelo puro.
- Existen diferencias entre las concentraciones de algunos grupos funcionales de microorganismos del suelo de las regiones montañosas y los llanos.
- Los microorganismos fijadores de nitrógeno, solubilizadores de fósforo y microorganismos totales, se encuentran en un número mayor en las regiones montañosas que en los llanos, independientemente del agrupamiento de suelo muestreado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexander, M. (1980): Introducción a la Microbiología del suelo. AGT. Editor S.A. México. ISBN 968-462-002,

BIOCEN (2011): Manual de Medios de Cultivo. La Habana. Centro Nacional de Biopreparados. BIOCEN.

Calero, B. J; Morales, A, Font L y Alfonso (1999). Estado microbiológico de un Ferrasol sometido a diferentes sistemas de manejo agrícola .Instituto de Suelos.

Febles J. M., Vega, M.; Febles, G. y Pérez; Tolón, A. y Jerez, L (2008): Indicadores agroambientales de sostenibilidad para caracterizar la erosión de los suelos en regiones cársicas de uso ganadero. Revista de Ciencias Agrícolas del ICA. Volumen 42 No.4.

Hayashi M, Saeki Y, Haga M, Harada K, Kouchi H, Umehara Y. (2012): *R j*(*rj*) gene involved in nitrogen-fixing root nodule formation in soybean. Breed. Sci., 61:544 –553.

Hernández, A, M, Morales, M.O. Ascanio Y Borges, D, Vargas y A. Fundora (2011). Degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados y sus indicadores, de “La llanura roja de la Habana” Cultivos Tropicales, 10pp.

.Hinsinger P, Betencourt E, Bernard L, Brauman A, Plassard C, Shen J, Tang X, Zhang F. P (2011): For two, sharing a scarce resource—soil phosphorus acquisition in the rhizosphere of intercropped species. Plant Physiol doi: 10.1104/ pp.111.175331.

IUSS Working group (2008): Base referencial mundial. Recurso suelo. Informe sobre recursos mundiales de suelo. Roma: FAO.

Kumar S., R. Karan, S. Kapoor, S.P.Singh, S.K. Khare (2012): Screening and isolation of halophic bacteria producing industrialy important enzymes. Brazilian Journal of Microbiology, 1595-1603.

Madigan, M., J. Martinco., D. Stahl y Clarck, D. (2012): Brock Biology of Microorganisms. Thirteenth Edition. ISBN 13: 978-8-321-64963-8. 1155 pp.

Marschner P, Crowley D, Rengel Z. (2011): Rhizosphere interactions between microorganisms and plants govern iron and phophorus acquisition along the root axis—model and research methods. Soil Biol. Biochem., 43:883– 894. 2011.

Martínez, R y Dibut, B. (2012): Biofertilizantes Bacterianos. Editorial Científico-Técnica. Instituto Cubano del Libro. ISBN 978-959-05-0659-8. 279 pp. Universidad Agraria de la Habana. La Habana, Cuba.

Martínez Cruz, A (1985): Dinámica de la actividad biológica de algunos de los principales suelos de Cuba. Tesis para doctor en Ciencias, 1985.

Martínez, R., M, López., B, Dibut., C, Parra y J, Rguez (2007): La fijación biológica de nitrógeno atmosférico en condiciones tropicales. Venezuela. MPPAT. 172 pp.

Morales, M., Hernández A, Marentes F, Funes-Monzote F., Borges Y., Morrell F., Vargas D.y Ríos H. (2008): Nuevos aportes sobre el efecto de la disminución de la Materia Orgánica en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, Agrotecnia de Cuba. Vol. 32 (2)57-64, MINAG, Ciudad de La Habana. 2008.

Pie-Xiang Y., M.A Li, M.H Chen, J. Xi, F.He, C. Duan, M.MO., D.Fan., Y.Duan, Y F.Yang (2012): Phosphate Solobilizing Ability and Phylogenetic Diversity of Bacteria from P-Rich Soils Around Dianchi Lake Drainage Area of China. Pedosphere, 22(5): 707-716.

Koranda M, Schnecker J, Kaiser C, Fuchslueger L, Kitzler B, Stange CF, Sessitsch A, Zechmeister-Boltenstern S, Richter A. (2011): Microbial processes and community composition in the rhizosphere of European beech—the influence of plant C exudates. Soil Biol. Biochem., 43:551–558.

Fan F, Zhang F, Lu Y. (2011): Linking plant identity and interspecific competition to soil nitrogen cycling through ammonia oxidizer communities. Soil Biol. Biochem., 43:46–54.

Fecha recibido: 11 de junio de 2015.
Fecha aceptado: 24 de marzo de 2016.