

DEGRADACIÓN DE LAS PROPIEDADES AGROBIOLÓGICAS DE LOS SUELOS FERRALÍTICOS ROJOS LIXIVIADOS POR LA INFLUENCIA ANTRÓPICA Y SU RESPUESTA AGROPRODUCTIVA AL MEJORAMIENTO.

Fernando Morell Planes¹; Alberto Hernández Jiménez¹

1. *Instituto Nacional de ciencias Agrícolas Carretera Tapaste , Km 3 ½. San José de Las Lajas. Provincia Hahaban. Cuba. fmorell@inca.edu.cu ;ahj@inca.edu.cu*

INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo pasado, se viene prestando gran atención al problema de la degradación de los suelos en el mundo y sobre todo en las regiones tropicales debido a que los procesos ocurren en forma más enérgica como resultado del clima, la aplicación de tecnologías sofisticadas con altos insumos en la agricultura y el subdesarrollo

En efecto, la solución de los principales problemas que afectan a los suelos agrícolas de Cuba, debe ser vista con un enfoque sistémico e integrador y no como una solución aislada, pues se concatenan factores naturales y antrópicos (4). Es importante indicar que la sustentabilidad de los sistemas de producción, depende, fundamentalmente, del mantenimiento de la productividad de los suelos a través del desarrollo, la restauración y el mantenimiento de las condiciones físicas, químicas y biológicas, regulada en gran medida por la capacidad de reciclaje de los recursos orgánicos y las actividades de los microorganismos, que deben ser favorecidas por las acciones de manejo que se realicen (7).

Los microorganismos constituyen un factor importante en el proceso de formación de suelo; participan en la transformación de compuestos orgánicos y minerales, e influyen en el contenido y movilidad de los macro y microelementos, así como en su balance y asimilación por las plantas. Teniendo en cuenta el papel multifacético que ellos juegan en el suelo, numerosos investigadores en todas las regiones del mundo, han desarrollado estos estudios, con el fin de conocer la dirección e intensidad de los procesos edáficos regidos por las biocenosis microbianas (12) y (13).

Son numerosos los trabajos realizados por la mayoría de los investigadores con el objetivo de mejorar, o incrementar los rendimientos de los cultivos incluyendo aportes de diversas fuentes de abonos orgánicos e implementación diferentes tipos de biofertilizantes, con diversos usos respectivamente. No obstante, hasta el presente en Cuba, existen muy pocos resultados que diagnostiquen con precisión los índices de la degradación de las propiedades de los suelos, tanto química – física como biológicas, como resultado de la acción antrópica, así como la respuestas de estos índices a la aplicación de diferentes enmiendas mejoradoras. Teniendo en cuenta la problemática anteriormente expuesta nos planteamos los siguientes objetivos: Caracterizar algunos de los principales índices de degradación de las propiedades físicas, químicas y biológicas en suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, en función de la influencia antropogénica. Contribuir al establecimiento de índices de diagnóstico de la formación agrogénica en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, que sirvan para el perfeccionamiento de la clasificación y cartografía de los suelos de Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el trabajo se toman como base los resultados obtenidos de la caracterización de los parámetros físicos, químicos y físico – químicos de los suelos en estudio, ubicados en la región de San José de las Lajas, Provincia Habana, con relación a la influencia antrópica en los mismos.

Se seleccionaron tres perfiles de suelo Ferralíticos Rojos Lixiviados localizados en áreas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).

Perfil 1. Tomado bajo plantación de mango (*Mangífera indica*) de más de 30 años.

Perfil 2. Tomado bajo arboleda de ficus (*Ficus sp.*).

Perfil 3. Tomado en área de cultivo intensivo, en la finca experimental "Las Papas

La descripción de los perfiles, su clasificación y la caracterización de sus propiedades fueron realizadas por (8, 9, 14, 10, 12 y 16). Los datos referentes a los resultados de los análisis de químicas y físicas aparecen a continuación.

Se determinaron los siguientes indicadores biológicos

1. Conteo de bacterias, hongos y actinomicetos, se realizó por el método de disolución-suspensión de suelo, con siembras superficiales en capsulas Petri, mediante el empleo de los siguientes medios de cultivo: Rosa bengala (Hongos). Rojo congo (*Azospirillum*). King B. (*Pseudomonas*). YMA (*Rizobium*). SYP (Levaduras). CAA (Actinomicetos)
2. Se determinó porcentaje de colonización micorrízica o frecuencia de Colonización (% Col.) mediante la Técnica de Tinción (15) se evaluó por el método de los Interceptos "Grin line Intersept" (6).
3. Densidad Visual (% DV) y la Masa del Endófito (EA), parámetros que nos mide la intensidad de la colonización (11). Así como se contó el número de esporas en cada suelo después del muestreo utilizando el sistema del tamizado y decantado por vía húmeda de los propágulos del hongo (5). glomalina (total y fácilmente extraíble), (21)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización biológica de los suelos en estudio

Microbiota total

Las poblaciones presentes en este tipo de suelo con mayor incidencia son las Bacterias totales, *Pseudomonas* y Levaduras, en el orden de 10^6 , siguiéndoles en orden decreciente, los hongos Filamentosos (10^3), y *Azospirillum*, *Rhizobium* y Actinomicetos (10^2).

Tabla. 4. Microbiota total endémica presente en los suelos en estudio. P1, conservado (Arboleda de ficus), P2, medianamente conservado (Arboleda de mango) y P3, suelo agrícola (Cultivo intensivo).

Medios	Suelos empleados		
	P1	P2	P3
microbiota total	$3,8 \cdot 10^6$	$3,2 \cdot 10^6$	$3,6 \cdot 10^6$
Rosa bengala (Hongos)	$6,2 \cdot 10^3$	$6,9 \cdot 10^3$	$5,8 \cdot 10^3$
Rojo Congo (<i>Azospirillum</i>)	$3,5 \cdot 10^2$	$4,2 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^2$
K.B. (<i>Pseudomona</i>)	$2,9 \cdot 10^6$	$5,2 \cdot 10^6$	$2,8 \cdot 10^6$
YMA (<i>Rhizobium</i>)	$2,9 \cdot 10^2$	$2,1 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^2$
SYP (Levaduras)	$2,9 \cdot 10^6$	$2,8 \cdot 10^6$	$3,1 \cdot 10^6$
CAA (Actinomicetos)	$2 \cdot 10^2$	$3,9 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$

No se pudo apreciar un patrón definido de comportamiento en la distribución microbiana de acuerdo al grado de degradación del suelo, aunque si se puede afirmar que existió una tendencia a la disminución, a medida que el suelo fue cambiando en su grado de deterioro, observándose de forma general los mayores valores poblacionales en los suelos, mas conservados desde el punto de vista de su manejo (P1 y P2).

Extracción de esporas de los suelos en estudio

En las tablas 5, 6, y 7 se presentan los valores de esporas por tipos de hongos micorrízicos arbusculares (HMA) encontrados en cada uno de los perfiles de suelo

estudiados. En este caso no solo se aprecia una tendencia a la disminución en las cantidades totales de esporas a medida que el perfil de suelo es más degradado ($P1 > P2 > P3$), sino también se vio afectada la abundancia de especie.

En el perfil con mayor grado de conservación (P1), se pudo observar la presencia de tres tipos de Glomus, Acaulospora y Sclerocystis, esta última ausente en los dos restantes perfiles. Otro aspecto interesante encontrado fue la diferencia en la viabilidad de especies en cada uno de los sitios analizados. En el caso del suelo más conservado, no se aprecian esporas necrosadas, sin embargo, en los otros dos perfiles, éstas constituyen más del 60 % de la población de Glomales cuantificada.

Tabla 5. Conteo de esporas del Perfil bajo arboleda de ficus (P1)

individuo	R1	R2	x
Glomus sp 1 (hialino)	8	5	6.5
Sclerocystis sp1	7	15	11
Glomus sp2 (amarillo)	25	20	22.5
Acaulospora sp1	18	40	29
Glomus sp3 (Modicella like)	90	90	90
Total	148	170	159

R1y R2: Réplicas utilizadas

Tabla 6. Conteo de esporas del Perfil bajo arboleda de mango (P2)

Individuo	R1	R2	x
Esporas necrosadas	113	61	87
Glomus sp4	47	44	45.5
Acaulospora sp 2	1	0	0.5
Gigaspora sp1	0	2	1
Total	161	107	134

R1y R2: Réplicas utilizadas

Tabla 7. Conteo de esporas del Perfil bajo cultivo intensivo (P3)

Individuo	R1	R2	x
Esporas necrosadas	87	53	70
Glomus sp5	26	19	22.5
Acaulospora sp3	24	16	20
Gigaspora sp 2	8	2	5
Total	145	90	117.5

R1y R2: Réplicas utilizadas

Conteo de micelio

En la Tabla 8 se presentan los resultados del conteo de micelios totales de HMA en cada uno de los suelos estudiados. Para esta variable se encontraron resultados muy similares a los hallados anteriormente en relación con la cantidad de esporas por tipo de hongos presentes en los suelos, es decir la concentración de micelio externo arbuscular en un mismo tipo de suelo, pero con niveles de degradación diferentes, también sufre variaciones con relación a las condiciones químicas - físicas y biológicas en donde se desarrolla.

Tabla 8. Conteo de micelios totales de HMA en cada uno de los suelos estudiados.

Perfil	I	II	III	IV	media	FC(0.000745)

P1	3 9	48	45	51	45.75	0.03408375
P2	4 6	43	56	43	47.75	0.03557375
P3	1 4	26	11	23	18.5	0.0137825

Colonización Micorrízica

Al analizar la colonización micorrízica, así como la intensidad de la misma y el masa del endófito arbuscular (tabla 9), se pone de manifiesto un comportamiento similar al encontrado para las variables anteriormente evaluadas. En este caso los mayores valores micorrízicos aparecen en los suelos mas conservados, a medida que estos se degradan. También disminuyen marcadamente sus contenidos fúngicos en el interior radical.

Este resultado se aprecia con mayor claridad en los contenidos de densidad visual y peso de endófito, variables que expresan no solo la presencia del simbiote, sino la intensidad de la colonización. Se pudo constatar que en el suelo mas conservado aparece una fuerte presencia fúngica y un elevado peso de endófito, el cual va disminuyendo a medida que se van degradando el suelo por el efecto antropogénico, lo cual es un indicativo de la pérdida de la actividad micorrízica natural de estos suelos.

Tabla 9. Resultado de la tinción de raíces efectuada a plantas presentes en los suelos en estudio

M	% Inf.	D. V	P.End.
P1	95	19,525	282,4877
P1	98	25,46	368,3552
P2	66	7,3725	18,01839
P2	75	8,255	20,17522
P3	14	0,965	2,75411
P3	18	0,88	2,51152

Extracción de glomalina

Los resultados del análisis de la Glomalina, glicoproteína soluble específica de los hongos formadores de micorizas arbusculares (tabla 10), la cual esta estrechamente relacionada, conjuntamente con el micelio fúngico y las raíces de las plantas, y la formación de agregados, con la conjunta mejora de la estructura en los suelos (17, 18, 19, 20, 21) reflejan una fuerte tendencia a la disminución a medida que los perfiles de suelos analizados estaban menos conservados, resultado que corrobora lo anteriormente expuesto.

Tabla 10. Extracción de glomalina presente en los suelos en estudio.

Muestras	G. T (mcg/ml)	G. F.E (mcg/ml)
P1	8.739	6.054
P1	8.492	3.198
P1	8.79.6	7.597
P1	8.206	7.368
Media	8.55	6.054
P2	7.508	1.999
P2	7.387	1.865
P2	6.226	2.303
P2	7.254	2.284
Media	7.09	2.11

P3	2.265	1.256
P3	2.913	2.475
P3	3.351	3.160

En esta variable se pudo constatar elevadas concentraciones en el suelo natural (P1) y una sensible disminución hacia el suelo más degradado (P3), es decir en condiciones agrícolas de cultivo intensivo, lo cual está muy relacionado, no solo con las poblaciones de HMA, sino también con la actividad micorrízica encontrada en estas condiciones, que ha sido baja para todas las variables analizadas.

Otros autores quienes plantean que la agregación es un proceso complejo que incluye sustancias cementantes producidas por hongos, plantas y bacterias, las bacterias producen polisacáridos que evitan la disecación de las partículas y con ello amortiguan los ciclos de seca y humedad que disminuyen la agregación del suelo, todo lo cual se encuentra en estrecha relación con el estado de conservación en que se encuentre dicho suelo (2 y 19).

Se puede concluir que a medida que va siendo más intensa la acción antrópica, mayor serán las pérdidas en la estructura de los suelos, hasta un punto que conlleva a la degradación de los mismos, así como la pérdida en sus contenidos en materia orgánica, nutrientes para las plantas y población microbiana en general. Quedando, en cuanto al estado de conservación de los suelos la siguiente secuencia: SBA de ficus > SBA de frutales > SB pastos o flores > SB cultivo intensivo.

Referencias

1. Deckers, J. Spaargaren, O., Nachtergaele, F. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 84. IISC, ISRIC, FAO. 90p., 1998.
2. F. Domingo Olivé, J. Hooker, C. Watson. Efecto de diferentes hongos micorrízicos sobre la agregación y estabilidad del suelo. I Congreso de la Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Toledo, septiembre de 1994. * Departament de Medi Ambient i Ciències del Sòl, Universitat de Lleida. Av. Rovira Roure 177, 25198 Llérida. **
3. Febles j. 1999. Estrategias agroecológicas para la conservación de suelos. Conferencia del Programa de cursos de Maestría. UNAH. Habana. p. 143.
4. Gerdermann, J. W. y Nicolson, T. H. Espores of Mycorrhizae endogone especies extracted from soil by wet sieving and decanting. Tras. Br. Mycol. Soc. 46, 235 - 244. 1963.
5. Giovanetti, M. y B. Mosse. An evaluation of techniques to measure vesicular-arbuscular infection in rotos. New Phytologist, 84:489-500, 1980.
6. Gomero, L. and Velásquez, H. 2001. Bases conceptuales y programáticas para el manejo ecológico de suelos. Disponible en: "<http://www.adas.co.uk> 15/10/ 2002.
7. Hernández, A. y Morell, F. Función ecológica de los suelos y su transformación de los ecosistemas a agrosistemas: Suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados. Conferencia impartida en VI Encuentro Nacional de Papa. INCA, La Habana, 2005.
8. Hernández, A., Ascanio, M.O., Borges, Y. y Morell, F. Some criteria about Global Soil Change in Cuba. International Conference of Global Soil Change. Instituto de Geología, UNAM, México, p. 2005
9. Hernández, A., Pérez, J.M., Bosch, D., Rivero, L. Nueva Versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. AGRINFOR, La Habana, 64p. 1999.
10. Herrera, R. A. Estrategia de funcionamiento de las Micorrizas VA en un bosque tropical. Biodiversidad en Iberoamérica: Ecosistemas, evolución y procesos

- sociales (Eds. Maximina monasterio). Programa Iberoamericano de Ciencias y tecnología para el desarrollo. Subprograma XII, diversidad biológica, Mérida, 1995.
11. Luis, A, J. y Martín, J. Manual de Laboratorio. Métodos para el Análisis Químicos y Físico de los Suelos. Universidad Agraria de la Habana. Facultad de Agronomía. Departamento de Riego, Drenaje y Ciencias del Suelo. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Departamento de Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. San José de las Lajas. 37 p. 2003.
 12. Martínez, A. C.; Mauri, G y Irma Chan. Características biológicas de los principales suelos de Cuba I. Microbiota total. Revista "Ciencias de la Agricultura" 1983. No. 9. pp 91-102.
 13. Martínez, A. C.; Mauri, G y Aleman, I. Características biológicas de los principales suelos de Cuba II. Actividad de la invertasa y la ureasa. Revista "Ciencias de la Agricultura" 1982. No. 11. pp 67 - 76.
 14. Martínez, A. C.; Mauri, G y Irma Chan. Características biológicas de los principales suelos de Cuba III. Hongos y actinomicetos. Revista "Ciencias de la Agricultura" 1983. No. 15. pp 59-65.
 15. Morell, F., Borges, Y. y Hernández, A. Influencia del cambio de uso de la tierra en algunas propiedades físicas del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. XIV Congreso Científico del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). La Habana, 9-12 de Noviembre, 2004.
 16. Phillips, J.M. y D.S. Hayman. Improved procedures for cleaning root and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infections. *Transfer. Britanic: Micology Society* 55: 159-211, 1972.
 17. Soil Survey Staff. *Soil Taxonomy*. USDA, Second Edition, 890p. 1999.
 18. Wright S. A fluorescent antibody assay for hyphae and glomalin from arbuscular mycorrhizal fungi. *Plant And Soil Journal*. 1999.
 19. Wright S. 2002. Artificial Climate Warming Positively Affects Arbuscular Mycorrhizae But Decreases Soil Aggregate Water Stability in An Annual Grassland.
 20. Wright S. Jawson L. A pressure cooker method to extract glomalin from soils. *Soil Science Society Of America Journal*. 2000.
 21. Wright, S.; Nichols, K.; Jawson, L.; McKenna, L. and Almendras, A. 2001. Glomalin-A manageable soil glue. *Soil Science Society Of America Special Publication Book*. Disponible en <http://www.nps.usda.gov/publication/htm> 07/8/02
 22. Wrihth. F. F. and Upandhyaya A. 1999. Quantification of arbuscular mycorrhizal fungi activity by the glomalin concentration on hyphal traps.