

PRÁCTICAS DE MANEJO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUELOS FERRALÍTICOS ROJOS LIXIVIADOS DEGRADADOS

Marisol Morales Díaz¹, Alberto Hernández Jiménez², Julio Rodríguez Martínez¹, Carlos Guevara Vázquez¹, Manuel González Betancourt¹, María E. Álvarez Lora¹, Amarilis Cruz Ortega¹, Arián Hernández García¹, José G. Roselló Ener¹ y Maritza Díaz López¹

RESUMEN

El estudio y conocimiento de las propiedades de los suelos para su mejoramiento y protección es fundamental. Los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados que han estado sometidos al cultivo intensivo en la actualidad, presentan síntomas de degradación, sin embargo, con un manejo adecuado de los mismos se puede recuperar su productividad. El trabajo tiene como objetivo obtener prácticas de manejo con enmendantes orgánicos que conduzcan al beneficio de estos suelos. Se realizó la caracterización del área experimental, se evaluaron tres parcelas de alrededor de 60 surcos cada una con los tratamientos siguientes (Testigo (parcela I), 1 t/ha (parcela II) y 2 t/ha (parcela III) de abono orgánico) y el cultivo indicador fue el maíz (*Zea mays* L). Los resultados de la caracterización inicial demuestran que hay transformaciones en las propiedades de estos suelos, principalmente bajo contenido materia orgánica, alta densidad reflejada en la compactación con un piso de arado cercano a la superficie, alto coeficiente de dispersión y baja estabilidad estructural. Sin embargo, con las aplicaciones de materia orgánica de 2t/ha de estiércol vacuno mejoraron las características de estos suelos y se observó una tendencia al incremento de los rendimientos, a través de los indicadores evaluados, largo de las mazorcas, diámetro de la mazorca, número de hileras con granos, número de granos en la hilera, peso de las mazorcas y peso de 100 granos. La mejor variante resultó la parcela III, le siguen en orden descendiente la parcela II y con respecto al testigo los resultados fueron notablemente bajos.

Palabras claves: Agroecosistema, degradación del suelo, abono orgánicos

Practices to improve degraded leachate red ferrallitic soils

ABSTRACT

The study and knowledge of soil properties for improvement and protection is essential. Leachate Red Ferrallitic soils that have been subjected to intensive cultivation at present symptoms of degradation, however, with proper management of them can recover their productivity. The work aims to obtain management practices leading organic presenting amendments to the benefit of these soils. Soil samples were taken and their characterization. They divided the area selected for the experiment on three parcels of about 60 rows each and evaluated the following treatments (control (plot I), 1 t/ha (plot II) and 2 t/ha (plot III) organic fertilizer) and the indicator crop was corn

M.Sc. Marisol Morales Díaz, Investigadora Auxiliar del Grupo de Agronomía del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT)

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA. MES, Cuba

✉: agroecosistemas@inifat.co.cu

(*Zea mays* L), agricultural tasks recommended for cultivation. The initial characterization results demonstrate that there are changes in the properties of these soils, mainly low organic matter content, as reflected in the high density compaction a plow near surface low causing water infiltration; high scattering coefficient and low structural stability. However, with the applications of organic matter from cattle dung 2t/ha improved the characteristics of these soils and there was a trend to increased crop yields in corn, through the indicators evaluated, over the ears, Ø ear diameter, grain number of rows, number of kernels in the row, weight of ears and weight of 100granos. The best variant was the plot III, followed in descending order plot II and compared with the control, the results were remarkably low.

Key words: Agroecosystema, soil degradation, organ abound

INTRODUCCIÓN

La acción del hombre en la agricultura ha tenido una marcada influencia, la cual se ha visto reflejada en los suelos más productivos Ferralíticos Rojos. Así lo evidencian los resultados en los últimos diez años (Orellana y Moreno, 2001, Moreno, 2002; Alfonso y Monedero, 2004; Borges. 2004; Hernández *et al.*, 2006 y 2013; Morell *et al.*, 2007; Morales *et al.*, 2008). A medida que va siendo más intensa la acción antrópica, mayores serán las modificaciones o pérdidas en la estructura de los suelos, hasta un punto que conlleva a su degradación, así como la pérdida en sus nutrientes para las plantas y actividad biológica en general.

El manejo de los suelos es la problemática fundamental en la actualidad para lograr producciones sostenibles. Según Morales *et al.* (2012) en estudios realizados en suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (FRL) con evidencias de degradación demostraron que hay un efecto positivo a las prácticas de manejo tales como subsolación profunda y aplicaciones de materia orgánica y concluyen que las buenas prácticas de manejo pueden recuperar estos suelos. En este sentido, la utilización de abonos orgánicos, abonos verdes y la rotación adecuada de las cosechas proporcionan sistemas de manejo eficientes (Paneque y Calaña, 2001).

Los abonos orgánicos se consideran también fuente de incorporación de carbono en el suelo, contribuyendo a la captura y secuestro del carbono. Resultados sobre el aumento del carbono en los suelos con la utilización de enmendantes orgánicos reporta la literatura actual (DeLuca y DeLuca, 1997) específicamente para suelos FRL muy cultivados, se obtienen magníficos resultados en el aumento del carbono utilizando estiércol y humus de lombriz, a partir de experimentos en macetas (Marentes, 2010).

Por lo anterior se deduce que es importante investigar el comportamiento de la aplicación de abonos orgánicos en suelos altamente cultivados, analizando el rendimiento de los cultivos y la posibilidad de mejoramiento de las propiedades del suelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó la caracterización del suelo en el área de experimentación, la descripción morfológica del perfil y el muestreo agroquímico del Lote 3, ubicado en las áreas experimentales del Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), con un área de aproximadamente 1 ha, según el gráfico que se muestra en la Figura 1, y se analizaron puntos con barrena. Además se tomaron fotos de la superficie del terreno de la estructura de bloques prismáticos del horizonte Bt (mayor contenido de arcilla con respecto al horizonte A).

Se dividió el área seleccionada para los experimento en tres parcelas de alrededor de 60 surcos cada una y se evaluaron los tratamientos siguientes: Testigo (parcela I), 1 t/ha (parcela II) y 2 t/ha (parcela III) de abono orgánico) y el cultivo indicador fue el maíz (*Zea mays* L), la siembra se realizó en mayo y la cosecha en agosto, las labores agronómicas desyerbe, escarda, riego y atenciones al cultivo.

Para evaluar los rendimientos se tomaron 30 mazorcas por parcelas y fueron analizados los siguientes componentes del rendimiento (largo de la mazorca (LM), diámetro de la mazorca, número de granos en la hilera (NGH), número de hileras con granos (NHG), peso de las mazorcas y peso de 100 granos).

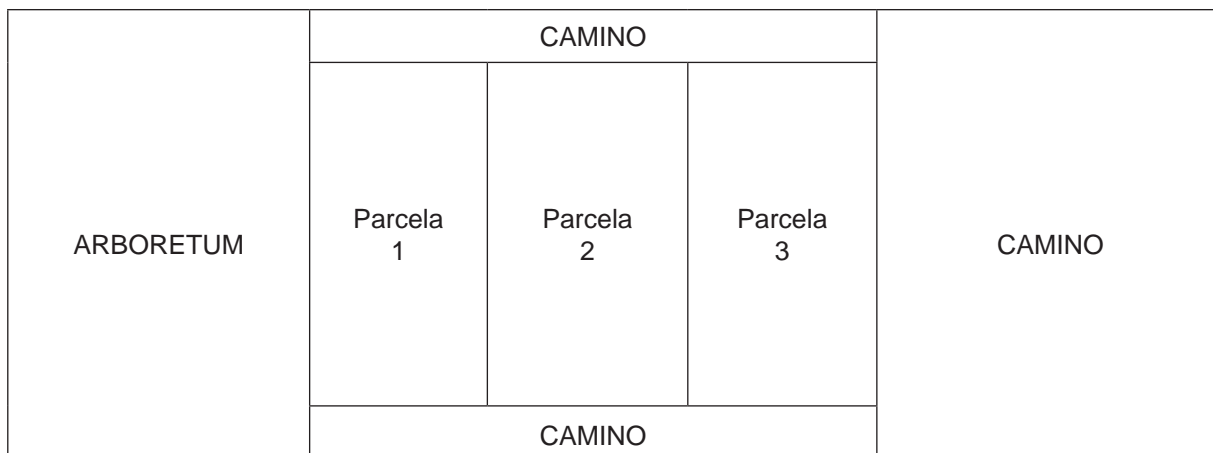


Figura 1. Esquema de ubicación y disposición de las parcelas muestreadas del Lote 3 del INIFAT

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El manejo adecuado del suelo debe estar fundamentado en sus características, para ello se realizó un estudio de suelos en los que se evaluó las propiedades del mismo. A continuación se presenta la descripción morfológica del perfil. Se destaca la presencia de un piso de arado (pa) a menos de 18 cm de profundidad (Figura 2), si se compara con un suelo bajo bosque tomado de referencia cerca del lugar (Morales *et al.*, 2010) en el cual se reportó después de los 40cm.

Otro aspecto de interés es la estructura de bloques prismáticos y la poca porosidad (Figura 3). Al respecto, en la actualidad se le denomina suelos de perfiles agrogénicos que presentan horizontes A-Bt-C, BA-Bt-C ó BA-Bt(pa)-C. Donde Bt(pa) significa que tiene piso de arado en la parte alta del horizonte (Hernández *et al.*, 2013), debido a una intensa actividad antrópica con el cultivo continuado.



Figura 2. Presencia de piso de arado cerca de la superficie del suelo



Figura 3. Estructura de bloques prismáticos en el suelo estudiado

PERFIL DE SUELO EN PARCELA 1 DEL LOTE 3

No. Perfil: 3

Localización: Terrenos del INIFAT (Lote 3)
Hoja Cartográfica: Bejucal
Altura (msnm): 80

Coordenadas: N: 350,350; E: 357,750
Provincia: La Habana

Diagnósticos:

Procesos de formación:
Horizontes de diagnóstico: Principal: B, Ferralítico;
Normal; A, ócrico; B argílico, compactado
Características de diagnóstico: Propiedades gléyicas,
nodular ferruginoso

Clasificación:

Cubana (1999): Ferralítico Rojo Lixiviado compactado,
gléyico y nodular ferruginoso
Soil Taxonomy (2006): Aquic Haplustalf
WRB (2006): Nitisol ferrálico, líxico (éturico, ródico,
arcílico)

Factores de formación

Topografía del terreno circundante: Microrrelieve: Con
surcos
Pendiente donde se tomó el perfil: 1,5 - 2%
Vegetación o uso de la tierra: Terreno en preparación
para sembrar,
Clima: Tropical subhúmedo; Precipitación anual: 1500
mm; Temperatura media anual: 24°C.
Material de origen: Roca caliza dura y materiales
transportados
Tiempo: Cuaternario antiguo
Drenaje: Superficial: Deficiente; Interno: Deficiente

Descripción del perfil

Horizonte	Profundidad (cm)	Descripción
Ap	0 – 18	Color en seco 5YR5/6, rojo amarillento, arcilloso, estructura de bloques prismáticos pequeños y medianos que aparecen en superficie y algo de estructura grumosa, seco, friable, poco poroso, con algunos nódulos ferruginosos pisolíticos y alveolares, pulidos, con algunas gravas de caliza dura, sin reacción al HCl, transición neta.
B ₁ tpa	18 – 25	Parte superior de un piso de arado, de color en seco 2,5YR5/4, pardo rojizo, un poco más arcilloso, estructura de bloques prismáticos pequeños, compactado, fresco, con pocos poros finos en las paredes de los bloques y muchos poros finos dentro de los bloques, algunos nódulos pisolíticos y alveolares, pulidas, sin reacción al HCl, transición neta
B ₂ t	25 – 50	Color en seco 2,5YR4/4-5/4, pardo rojizo, muy arcilloso, estructura de bloques prismáticos grandes (20-25 cm), ligero a medianamente húmedo, compacto, con escasos poros finos en las caras de los bloques y muchos poros finos en el interior de los mismos, presenta cutanes de lixiviación muy bien manifiestos, algunos de presión, con mayor cantidad de nódulos ferruginosos pequeños con predominio de los alveolares sobre los pisolíticos, sin reacción al HCl, transición neta.
B ₃ ndf	50 – 60	Color en seco 7,5YR6/6, amarillo rojizo, arcilloso, estructura de bloques prismáticos pequeños, compacto, menos húmedo, con mediana porosidad en la cara de los agregados, y muchos internos, mayor cantidad de nódulos ferruginosos, con predominio de alveolares, sin reacción al HCl, transición neta.
Cgndf	60 – 100 - +	Color en seco 7,5YR5/6, pardo fuerte, con manchas 10R5/6 rojo y 2,5Y7/1 gris claro, medianamente compactado, con pocos poros finos y medios, con muchos nódulos ferruginosos alveolares de mayor tamaño, sin reacción al HCl.

En la Tabla 1 se observan elevados contenidos de arcilla mayor de 60 %, estas se lixivian a las capas inferiores provocando compactación y problemas de drenaje. De ahí la importancia de realizar una subsolación profunda entre las prácticas de manejo que se le deben realizar. Otro resultado de interés es el coeficiente de dispersión mayor de 20, evaluado de alto, este indicador refleja baja estabilidad estructural, que se manifiesta en los suelos con problemas de degradación (Hernández *et al.*, 2013).

En la Tabla 2 se muestra la caracterización del suelo. El contenido de materia orgánica es medio dado por el cultivo que le antecedió. El pH cercano a la neutralidad y contenidos de nutrientes bajos de fósforo y potasio. La capacidad de cambio de base está alrededor de 35,0 cmol(+)/kg dado por el alto contenido de calcio de estos suelos.

Cuando comienzan a cultivarse estos suelos pierden materia orgánica, la arcilla se dispersa, recubre los poros y se hacen más compactos, absorben menos agua, formándose el piso de arado y las raíces no pueden crecer, lo cual se reportó en el mecanismo de degradación de estos suelos (Morales *et al.*, 2008).

De ahí la importancia de realizar aplicaciones de abonos orgánicos como mejorador de suelos y se debe precisar cuales dosis son las mas eficientes de acuerdo con la respuesta al mejoramiento de estos suelos para su recuperación. Entre las prácticas que se recomiendan para el mejoramiento de estos suelos tenemos: subsolación mayor de 30 cm, aplicación de humus de lombriz, residuos de cultivos o compost que restituyen la fertilidad del suelo y es recomendable tener el suelo cubierto para evitar la erosión.

Al evaluar la humedad natural (W%) se observa que entre las parcelas no hay grandes diferencias, en el caso de la parcela III tiene un ligero aumento de 29,32 % en la parte baja, lo que difiere es el área bajo bosque con 54,7 % con mayor retención de humedad (Tabla 3). Se deduce que en los suelos cultivados la reserva de humedad es poca y esta relacionado por la baja retención y el aporte del cultivo. La densidad volumétrica otro indicador de la degradación, se evalúa de alto para las parcelas (II y I) lo que refleja la compactación y la poca permeabilidad del suelo.

Tabla 1. Composición mecánica (%) y factor de dispersión del suelo

No. Muestra	Profundidad (cm)	Arena gruesa	Arena fina	Limo grueso	Limo fino	Arcilla	Factor Dispersión
Parcela 1	0-20	35,26	2	0	2	60,7	22,6
	20-40	30,20	2	0	2	70,0	
Parcela 2	0-20	35,26	4	0	0	60,7	20,6
	20-40	30,20	2	0	0	70,0	
Parcela 3	0-20	31,26	2	2	0	64,7	20,1
	20-40	29,00	2	2	0	70,0	

Tabla 2. Caracterización inicial del suelo del Lote 3, INIFAT

pH	MO (%)	Cationes adsorbidos cmol (+)/kg					Elementos asimilables mg/100g	
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CCB	P ₂ O ₅	K ₂ O
7,3	3,24	30,0	5,0	0,08	0,56	35,64	37,7	16,4

MO: Materia orgánica, CCB: Capacidad de Cambio de Bases

Tabla 3. Propiedades físicas del suelo del Lote 3, INIFAT

No. cilindro	Parcelas	1	2	3	4 %W	5 (3-W)	Volumen cc	Dv (Mg/m ³)
1	III	93,52	243,0	149,48	26,21	123,27	100	1,23
2	III	91,28	239,0	147,72	29,32	118,40	100	1,18
3	II	93,74	239,0	145,26	20,08	125,18	100	1,25
4	II	93,48	264,0	170,52	19,11	151,41	100	1,51
5	I	91,64	259,0	167,36	22,00	145,36	100	1,45
6	I	92,72	257,0	164,28	20,08	144,20	100	1,44
7	Bosque	93,79	264,0	170,21	54,70	115,51	100	1,15

W: humedad, Dv: densidad volumetrica

La caracterización por parcelas al final del experimento (Tabla 4) refleja los siguientes resultados: pH sigue siendo mayor de 7,0, materia orgánica valor medio a alto (en la parcela II y III) que recibieron los tratamientos de abonos orgánicos. Entre los cationes cambiabiles predomina el calcio y le sigue el magnesio. La Capacidad de Cambio de Base es alta, indicando suelo Ferrálico. El fósforo y potasio es alto en ambos casos producto de la fertilización.

De forma general, se observa una tendencia a un efecto positivo en las propiedades del suelo estudiado en las parcelas II y III.

Posteriormente, se evaluaron los rendimientos del experimento con maíz, como se evidencia en la Tabla 5 a través de los diferentes parámetros analizados. La parcela III resultó ser la mejor variante con largo de la mazorca de 25 cm, número de hilera con granos 20, peso de la mazorca 215 g, que se corresponde con la aplicación de 2 t/ha, (Figura 4), el resto de las variantes se comportaron con rendimientos inferiores a pesar que en la parcela II se observó rendimientos notables con respecto al testigo que resultó ser la peor variante (Figura 5).

Tabla 4. Caracterización final de la fertilidad en las parcelas del lote 3

No. Parcela	pH	MO %	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	CCB	P ₂ O ₅	K ₂ O
			cmol (+)/kg					mg/100g	
I	7,4	2,81	17,0	8,0	0,07	0,58	25,7	60,3	27,1
II	7,2	4,21	25,0	7,5	0,06	0,61	33,2	54,5	28,5
III	7,6	3,88	27,5	5,0	0,08	0,60	33,3	62,3	27,1

MO: materia orgánica, CCB: Capacidad de Cambio de Bases

Tabla 5. Evaluación del rendimiento del maíz (valores promedios n=30 muestras)

No parcelas	LM (cm)	Ø Diámetro mazorca	NHG	NGH	Peso de la mazorca (g)	Peso de 100granos
I	10	3,0	14	35	67,4	10,0
II	17	4,4	16	41	168,0	27,6
III	25	5,2	20	41	215,0	34,3

LM: largo de la mazorca, NHG: número de hileras con granos, NGH: número de granos en la hilera



Figura 4. Mazorcas de Maíz de la parcela III



Figura 5. Mazorcas de Maíz de la parcela I

CON CLUSIONES

- ◆ Los resultados evidencian que hay un efecto positivo a las prácticas de manejo a pesar que el suelo presentaba síntomas de degradación.
- ◆ Las aplicaciones de materia orgánica y buenas prácticas de manejo contribuyen a la recuperación de estos suelos.
- ◆ Los rendimientos del maíz fueron notablemente superior donde se aplicó abono orgánico a razón de 2 t/ha.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfonso, C. A. y Monedero, M. (2004): Uso, manejo y conservación de los suelos. AGRINFOR, La Habana, 68p.
- Borges, Y. (2004): Cambio de las propiedades de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados por el cambio de uso de la tierra. Tesis de Universidad para Ingeniero Agrónomo, UNAH, La Habana, 87p.
- DeLuca, T.H. y DeLuca, D.K. (1997): Composting for feedlot manure management and soil quality, *J. Prod. Agric.* 10:235-241.
- Hernández, A., M.O. Ascanio, M. Morales, F. Morell y Borges Y. (2006): Consideraciones sobre impactos de los Cambios globales en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (Nitisol ferrálico, éútrico, ródico) de la llanura roja de La Habana. *Cultivos Tropicales* 24(2): 41-55.
- Hernández A. M. Morales Díaz, A. Cabrera Rodríguez, M. O. Ascanio García, Y. Borges Benítez, D. Vargas Blandino y A. Bernal Fundora (2013): Degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados y sus indicadores de la llanura roja de la Habana. *Cultivos Tropicales*, vol. 34, no. 3, p. 45-51.
- Marentes Amaya, F.L. (2010): El carbono orgánico y el crecimiento del sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) ante la incorporación al suelo de estiércol vacuno y humus de lombriz. Tesis para optar por el título de Máster en Nutrición de las Plantas y Biofertilizantes. INCA. La Habana, Cuba, 99p.
- Morales, M., A. Hernández, F. Marentes, F. Funes-Monzote, Y. Borges, F. Morrell, D. Vargas y H. Ríos (2008): Nuevos aportes sobre el efecto de la disminución de la Materia Orgánica en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, *Agrotecnia de Cuba*. MINAG, La Habana. Vol. 32 (1)57-64.
- Morales Díaz M., Hernández Jiménez, A, Borges Benítez Y. y Julio Rodríguez Martínez (2010): Características de tres perfiles de suelo Ferralítico Rojo Lixiviado en condiciones naturales bajo bosque. *Agrotecnia de Cuba*. Vol. 34 (1)104-115, MINAG, La Habana.
- Morales M., Hernández A., Martínez J. y M. Betancourt (2012): Prácticas de manejo para el mejoramiento de suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados cultivados, que conlleven a la mitigación del cambio climático. Informe Final de PRCT. "AGRICULTURA URBANA Y SUBURBANA". 15p.

Moreno J.M. (2002): Modificaciones estructurales de suelos Ferralítico Rojos bajo diferente manejo. Tesis de Maestría en Ciencias del Suelo. UNAH, La Habana, 62p.

Morell, F., A. Hernández, F. Fernández y Yuselín Toledo (2007): Caracterización agrobiológica de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la región de San José de las Lajas, en relación con el cambio en el manejo agrícola. *Cultivos Tropicales* 27(4):13-18.

Orellana Gallego, Rosa y J. M. Moreno Álvarez (2001): Susceptibilidad de los suelos cubanos a la degradación. En Memorias del XV Congreso Latinoamericano y V Cubano de la Ciencia del Suelo, Centro de Convenciones Plaza América, Varadero, Cuba.

Paneque, V. y Calaña, J. (2001): Abonos orgánicos "Conceptos prácticos para su evaluación y aplicación. INCA. San José de las Lajas. La Habana, Cuba. 39pp.

Recibido: 27 de septiembre de 2013

Aceptado: 30 de abril de 2014