



Grupo eumed.net / Universidad de Málaga y
Red Académica Iberoamericana Local-Global
Indexada en IN-Recs; LATINDEX; DICE; ANECA; ISOC; RePEc y DIALNET
Vol 8. N° 22
Febrero 2015
www.eumed.net/rev/delos/22

**DEGRADACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS SUELOS
FERRALÍTICOS ROJOS LIXIVIADOS, POR LA ACCIÓN ANTRÓPICA EN
BANAÓ, SANCTI SPIRITUS. CUBA**

**DEGRADATION SOIL PHYSICAL PROPERTIES FERRALITIC RED LEACHATE, BY
ANTHROPIC ACTION BANAÓ, SANCTI SPIRITUS. CUBA**

Dr. C. Manuel Rodríguez
manuel@uniss.edu.cu

MS.Cc. Dilier Olivera
dilier@uniss.edu.cu

MS. C Rubén Vieras Marín¹
ruben@uniss.edu.cu

Ing. Freddy Alonso²

Cuba

CONTENIDO

Resumen	2
Abstract	2
Introducción	2
Materiales y método.....	3
Resultados y discusión	4
Descripción del perfil I (Patrón).....	4
Descripción del perfil II (Conservado)	5
Descripción del perfil III (Agrogénico)	6
Conclusiones	11
Referencias bibliográficas	12

¹ Universidad de Sancti Spíritus “José Martí Pérez”. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Cuba.

² Productor de la CCS “Ramón Pando Ferrer.

RESUMEN

Los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (FRL) (Nitisol Ródico-Éutrico) de la comunidad de Banao provincia Sancti Spiritus, (Cuba) han estado dedicados a la producción de la cebolla (*Allium cepa* L) por más de un siglo, dado lugar a la degradación antrópica. Partiendo de esta problemática se han estudiado tres perfiles de los suelos FRL, con diferentes manejos: (desde condiciones en arboleda permanente, suelo cultivado, tras su puesta en pastoreo durante los últimos 10 años, hasta suelos intensamente cultivados durante 20 años. Se determinaron los cambios que ocurren en las propiedades físicas de este tipo de suelo, principalmente por el color, textura, densidad del suelo, porosidad, capacidad de campo, índice de agregado y materia orgánica. Los resultados permitieron elaborar una hipótesis sobre el mecanismo de degradación del suelo por el tipo de manejo, reflejado en el empeoramiento de las propiedades físicas del suelo.

Palabras claves: Nitisol, propiedades físicas, impacto antropogénico

ABSTRACT

Soils Ferralitic Red Leachate (FRL) (Nitisol Rhodic-Eutric) community Banao province of Sancti Spiritus (Cuba) have been engaged in the production of onion (*Allium cepa* L) for over a century, led to the anthropogenic degradation. On this issue have they studied three profiles of FRL soils with different management. (From conditions in permanent trees, cultivated soil, following his release from grazing during the past 10 years, until soil intensively cultivated during 20 years were determined the changes that occur in the physical properties of these soils, mainly by color, texture, soil density, porosity, field capacity index added and organic matter. the results allowed a hypothesis on the mechanism of soil degradation by the type of operation, reflected in the worsening of soil physical properties.

Keywords: Nitisol, physical properties, anthropogenic impact

INTRODUCCIÓN

Desde inicios del desarrollo agrícola, durante el Neolítico, los humanos alteran los suelos de varias maneras. El papel del factor antropogénico, es una fuerza que afecta al clima y los suelos, incrementándose exponencialmente durante los últimos 300 años, de tal manera que tal lapso temporal ha sido considerada como una nueva época en la evolución de la tierra: Antropoceno (Cretzen, 2002). En el transcurso del último milenio casi todos los suelos sufrieron alguna modificación por la acción humana, directa o indirectamente. De este modo, en la actualidad, la génesis de muchos suelos está regulada más por los efectos humanos que por los factores formadores naturales. Tal es la magnitud de tales transformaciones que algunos autores hablan de, evolución agrogénica de los suelos (Levedeva et al.; 2005). Actualmente, el factor antropogénico alcanza extensiones globales. Los efectos del hombre sobre el suelo son numerosos,

desde la modificación de los suelos por el manejo agrícola y la degradación por el mismo, hasta la transformación del propio edafopaisaje (Rodríguez y Socarras, 2011).

El propio testimonio de los productores banaños afirma que los suelos de la región han sido mal protegidos y sobreexplotados, por lo que los campesinos se han visto obligados a trasladarse a otras áreas más próximas a la montaña, en busca de mejores rendimientos (Lorenzo, 2006 y Rodríguez, 2014).

El objetivo del presente trabajo se centra en determinar el efecto antropogénico sobre los suelos Ferralíticos rojos lixiviados bajo distintas formas de manejo en el sistema cebollero Banao.

MATERIALES Y MÉTODO

Se han analizado tres perfiles de suelos Ferralíticos rojos lixiviados bajo diferentes formas de manejo y agrupados en: (I) Patrón (bajo arboleda natural por más de 30 años); (II) Conservado (suelo cultivado y después transformados en pastizales por 10 años); y (III) Agrogénico (bajo cultivo intensivo por 20 años). Los estudios llevados a cabo tienen como objetivo evaluar cómo se produjo la transformación de la capa superior de este suelo por la influencia del hombre.

Estos perfiles fueron caracterizados en la zona de Banao perteneciente a la provincia Sancti Spíritus, su descripción se realizó de la siguiente forma:

- 1 Descripción de los perfiles por el Manual para la Cartografía Detallada y la Evaluación Integral de los Suelos de Hernández et al; (1995).
- 2 Clasificación de los suelos por la Nueva Versión de Clasificación Genética de los Suelos de Cuba (Hernández et al; 1999), así como su correlación con la Soil Taxonomy (Soil Survey Staff Soil Taxonomy 2003) y la WRB (World Reference Base) (Deckers, 1998). Con vistas a determinar la influencia antropogénica sobre las propiedades físicas del suelo todos los métodos analíticos utilizados fueron llevados a cabo según las monografías: Métodos para Prácticas de Edafología (Kaurichev y Mershin 1984), y El Manual de Laboratorio para el Análisis Físico de los Suelos (Luís y Martín, 2003).

Análisis	Método
Composición mecánica	con el pirofosfato de sodio y triangulo textural
Densidad de suelo	(Da) peso volumétrico cilindros en el campo
	(Dr) peso específico por el método del picnómetros
Porosidad total	Por cálculo
Índice de agregación	Tamizado en húmedo TIVLIN (modificado por Yoder)
Capacidad de campo	Parcela de inundación y el método gravimétrico
Materia orgánica	Colorimétrico

Los resultados obtenidos fueron evaluados, calculándose las correlaciones entre el índice de agregación y la materia orgánica, así como la densidad del suelo. Tales cálculos estadísticos se realizaron mediante el programa de Excel 2007.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la descripción del perfil se observan las características morfológicas de los suelos relacionadas con su pedogénesis y utilización. En primer lugar cabe destacar que para los tres perfiles es común el proceso de ferralitización, inferido por el color, profundidad efectiva. Además, las descripciones realizadas ofrecen como diagnóstico el proceso de lixiviación de las arcillas hacia el horizonte Bt (B textural), caracterizado por la textura, estructura y la presencia abundante de percolación profunda de las arcilla (Hernández y Morell, 2005).

Tales evidencias son corroboradas mediante el análisis de la distribución de la arcilla en los perfiles de los suelos, respecto a la del horizonte diagnóstico. Tales test permiten clasificar los tres perfiles como del tipo (FRL), dentro del Agrupamiento de suelos Ferralíticos (Hernández et al; 1999), que se puede correlacionar con el suelo Nitisol ródico éutrico (WRB) y Udic Rhodustalf (Soil Taxonomy según Hernández et al.; 2005).

En los tres perfiles es común:

- ◆ Clima: Tropical Subhúmedo (Temp: 24,80C)
- ◆ Precipitaciones: 1 200-1 500 mm
- ◆ Hoja cartográfica: 4281-II-b (para Cuba).
- ◆ Roca madre: Metamórfica y Sedimentaria
- ◆ Posición Fisiográfica: Pie de Montaña.
- ◆ Pendiente predominante: Menor del 2%
- ◆ Clasificación genética del Suelos: Ferralítico Rojo Lixiviado típico eútrico sobre esquistos (Hernández et al; 1999).

Descripción del perfil I (Patrón)

Horizonte	Prof. cm)	Descripción
O ₁	0-4	Capa de hojarasca seco en descomposición
O ₂	4-6	Capa de materia orgánica con mezcla de suelo con restos vegetales, muchas hormigas y muy friables.
A	0-15	Color en seco 2,5 YR 3/6, (Rojo oscuro), y húmedo 2,5 YR 4/6 (Rojo), franco arcilloso. Estructura terronosa nuciforme-granular (1- 2 cm), friable. Tamaño fino y mediano. Revestimiento arcilla más óxido e hidróxido de Fe. No tiene costra superficial. Alta actividad biológica. Sin reacción al HCL.

Horizonte	Prof. cm)	Descripción
B	15-25	Color en seco 2,5 YR 4/6 (Rojo), Color en húmedo 2,5 YR 3/6 (Rojo Oscuro), franco arcilloso, estructura en bloque poliédrico típico de los procesos de lixiviación, poco clara, revestimiento de arcilla y óxido de Fe. Alta actividad biológica. Porosos con diámetros muy finos. Naturaleza al límite del horizonte subyacente paulatina. Transición gradual, sin reacción al HCL.
Bt2	25-50	Color en seco 2,5 YR 3/6 (Rojo Oscuro) y Color en húmedo 2,5 YR 3/6 (Rojo Oscuro). Franco arcilloso, estructura en bloques prismáticos textural (4- 6 cm). Revestimiento de arcilla y óxido de Fe, algunas raíces en canales finas verticales y horizontales. Porosos con diámetros medio con orientación caótica. Transición gradual, sin reacción al HCL. Ligeramente húmedo.
Bt3	50-100	Color en seco 2,5 YR 2.5/4 (Oscuro Rojizo) y Color en húmedo 2,5 YR 3/6 (Rojo Oscuro), Franco arcilloso, estructura en bloques prismáticos de mayor tamaño, ligeramente compacto a friable. Revestimiento de arcilla, sin espesor, algunas raíces. Sin agrietamiento, Mucha porosidad con diámetros medio. Sin reacción al HCL. Ligeramente húmedo.

Descripción del perfil II (Conservado)

Horizonte	Prof. cm)	Descripción
A	0-20	Color en seco 2.5 YR 3/2 (Rojo Oscuro), y húmedo 2.5 YR 2.5/2 (Rojo Oscuro). Conformado por material transportado en la parte superior con ruptura capilar. Franco arcilloso. Estructura nuciforme-granular (1-2 cm). Revestimiento de arcilla más materia orgánica. Ligeramente friable, húmedo. No tiene costra superficial. Alta actividad biológica Poroso con diámetros finos y medios con orientación oblicuos. Transición notable e irregular, sin reacción al HCL.
AB	20-35	Color en seco 2.5 YR 3/6 (Rojo Oscuro), Color en húmedo 2.5 YR 2.5/4 (Oscuro Rojizo), franco arcilloso, estructura en bloques subangulares, sin revestimiento. Con actividad biológica media y elevada, finalmente agrietado. Porosos con diámetros finos y medios con orientación oblicua. Transición gradual algo regular, sin reacción al HCL.

Horizonte	Prof. cm)	Descripción
Bt	35-50	Color en seco 2.5 YR 3/6 (Rojo Oscuro) y Color en húmedo 2.5 YR 2.5/3 (Oscuro Rojizo). Franco arcilloso, estructura en bloques subangulares de mayor tamaño, más compacto, Revestimiento de arcilla y materia orgánica, con espesor delgado localizado en grietas. Actividad biológica global media. Porosos con diámetros finos y medio con orientación oblicuos. Transición gradual y regular, sin reacción al HCL.

B	50-100	Color en seco 2.5 YR 4/6 (Rojo) y Color en húmedo 2.5 YR 3/6 (Rojo Oscuro). Franco arcilloso, estructura poliédrica, ligeramente compacto. Revestimiento de arcilla y materia orgánica, con espesor delgado localizado en grietas. Tiene alguna galería con lombrices, sin Agrietamiento. Poroso con diámetros finos y medio con orientación oblicuos. Sin reacción al HCL.
---	--------	---

Descripción del perfil III (Agrogénico)

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
AB	0-15	Color en seco 2.5 YR 6/8 (Rojo Oscuro), y húmedo 2.5 YR 3/4 (Oscuro Rojizo), franco arcillo arenoso. Estructura poliédrica con bloques en superficie, suelo suelto, seco. Revestimiento arcilla más óxido e hidróxido de Fe. Tiene costra superficial. La actividad biológica baja. Poroso con diámetros finos con orientación caótica. Transición notable, sin reacción al HCL.

Bt	15-25	Color en seco 2.5 YR 5/8 (Rojo), Color en húmedo 2.5 YR 4/8 (Rojo), franco arcilloso, estructura bloques masivo prismáticos con formación de piso de arado, compacto, revestimiento de arcilla y óxido e hidróxido de Fe, con actividad biológica reducida, sin agrietamiento. Muy poco poroso. Transición notable, sin reacción al HCL.
----	-------	--

B	25-50	Color en seco 2.5 YR 6/8 (Rojo Claro) y Color en húmedo 2.5 YR 4/8 (Rojo). Arcilla estructura bloques subangulares de mayor tamaño, al secarse se endurecen los bloques. Revestimiento de arcilla y óxido e hidróxido de Fe. Actividad biológica global baja. Sin agrietamiento. Pocos poros. Transición gradual, sin reacción al HCL.
---	-------	--

Horizonte	Prof. (cm)	Descripción
C	50-100	Color en seco 2.5 YR 3/4 (Oscuro Rojizo) y Color en húmedo 2.5 YR 5/8 (Rojo). Arcilla estructura en bloque subangulares masivos, compactados. Revestimiento de arcilla y óxido e hidróxido de Fe. Sin actividad biológica global. Sin agrietamiento. Débil porosidad con diámetros finos. Sin reacción al HCL.

Las diferencias detectadas están condicionadas por el tipo de utilización de la tierra, la distribución de los horizontes, así como por la estructura y compactación de estos últimos. Según Hernández et al; (2010) los procesos de degradación de los suelos son propiciados por el desconocimiento de las condiciones edafológicas y de mejoramiento, al poner en explotación agrícola una región determinada.

Los valores que se obtuvieron para la densidad del suelo (peso volumétrico) en el campo fueron acordes con la compactación descrita en la morfología de los perfiles (Tabla 1). El perfil #1 el (Patrón), tiene valores de densidad del suelo (peso volumétrico) entre 0,9 y 1,16 gcm-3 hasta 1 m de profundidad. Tales cifras son considerados por Martín y Duran, (2008) y Rodríguez y Montesino, (2011) como normales, para este tipo de suelo. Por lo que respecta al perfil #2 (Conservado), la densidad es superior que en el patrón, considerándolo compacto a partir de los 0,70 m, lo que coincide con la descripción llevada a cabo en el campo. El caso más crítico se detecta en el perfil Agrogénico, es decir bajo cultivo intensivo, en el cual la densidad alcanza los valores más altos, considera en la escala de estos autores como compacto hasta los 0,60 m, muy compacto hasta los 0,90 m de profundidad y altamente compacto hasta el metro de profundidad. Estas diferencias parecen ser debidas a la antropogénesis intensivas sufrida por estos suelos, en los cuales no se han hecho labores de subsolación en los últimos años. Resulta por tanto razonable inferir que la compactación se encuentra condicionada por la historia de uso y manejo del suelo y como corolario, según lo planteado por Shafiq et al; (1994), la densidad es un adecuado indicador del deterioro físico del medio edáfico.

El peso específico real (ρ_r), tiene un comportamiento similar en todos los perfiles, siendo su valor más alto en el horizonte superficial del perfil patrón y el conservado. Las cifras de porosidad total, calculadas a partir de la densidad aparente y la densidad real, son significativas también, obteniéndose la siguiente secuencia en orden decreciente: Suelo patrón > Suelo conservado > Suelo agrogénico. Los resultados obtenidos demuestran que la utilización de los suelos FRL en la agricultura, intensiva empeora la estructura del horizonte diagnóstico (Argílico) acumulativo, con el concerniente aumento de la compactación.

Según González et al; (2007) y Rodríguez, (2014) conforme aumenta la compactación del suelo por el efecto de la maquinaria, se deteriora su estructura física, también se incrementa la densidad aparente, disminuye la porosidad total, se afecta negativamente al volumen potencial que puede ocupar el aire (aireación), y como corolario se impacta negativamente en el proceso respiratorio normal que atesoran los

medios edáficos con buenas propiedades físicas. Tal hecho, reduce en la misma proporción el estado energético de las células de las raíces en los procesos de absorción, afectándose el movimiento del agua en el suelo, los procesos de absorción del agua y nutrientes.

Por lo que los rendimientos del cultivo principal en el perfil agrogénico deben estar deprimidos y el suelo estar considerado como un sustrato inerte que depende de lo que se aplique para que la planta se desarrolle.

Tabla 1: Propiedades hidrofísicas del suelo y contenido de materia orgánica.

Profundidad cm	Da (peso volumétrico) (g cm ⁻³)	Dr (peso específico) (g cm ⁻³)	Porosidad %	Capacidad de campo % bss	Horizonte	M.O
Perfil #1 (Patrón)						
0-10	0,90	2,61	63,5	30,62	A	6,28
10-20	0,98	2.64	61,5	28,55		
20-30	1,03	2,72	62.9	26,59	B	2,78
30-40	1,04	2,76	62,6	25,64		
40-50	1,05	2,77	62,1	23,83	Bt2	2,12
50-60	1,06	2,74	61,4	23,84		
60-70	1,05	2,78	61,6	23,76		
70-80	1,09	2,78	60,1	23,08	Bt3	1,38
80-90	1,11	2,80	58,9	21,47		
90-100	1,16	2,79	58,7	20,54		
Perfil #2 (Conservado)						
0-10	0,94	2,63	63,9	26,91	A	3,24
10-20	1,02	2,68	62,4	24,86		
20-30	1,05	2,76	60,3	22,94	AB	3,53
30-40	1,05	2,72	61,2	21,66		
40-50	1,10	2,74	60,4	18,85	Bt	1,52
50-60	1,13	2,78	59,8	18,47		
60-70	1,15	2,73	57,6	16,20		
70-80	1,20	2,74	58,1	15,63	B	0,7
80-90	1,23	2,74	58,9	15,50		
90-100	1,27	2,77	59,2	16,67		
Perfil # 3 (Agrogénico)						
0-10	1,21	2,80	60,1	19,90	AB	1,8
10-20	1,26	2,79	58,9	20,7		
20-30	1,31	2,79	58,0	18,4	Bt	1,03
30-40	1,39	2,76	58,7	14,75		
40-50	1,38	2,78	58,4	14,14	B	0,57
50-60	1,42	2,77	57,3	13,60		
60-70	1,47	2,66	56,0	14,82		

Profundidad cm	Da (peso volumétrico) (g cm ⁻³)	Dr (peso específico) (g cm ⁻³)	Porosidad %	Capacidad de campo % bss	Horizonte	M.O
70-80	1,52	2,70	53,4		C	Roca
80-90	1,59	2,64	55,6			
90-100	1,61	2,60	52,5			

Fuente: Elaboración propia

El estudio realizado comprueba que la evolución agrogénica genera serios cambios en el régimen hídrico, al deteriorar el almacenamiento del agua en estos suelos, con las consiguientes repercusiones sobre la eficiencia del riego y la producción de las cosechas. Para la capa de 0 - 20 cm del suelo conservado, se produce una pérdida del almacenamiento de agua del 19,5% con relación al Patrón. Tal reducción alcanza la cifra del 66,13% cuando se comparan este horizonte entre el suelo Agrogénico y el Patrón.

En la figura 1, se aprecia una clara relación entre las variables densidad aparente y capacidad de campo (coeficiente de determinación $R^2 = 0,8369$). La tendencia es que a medida que aumenta la densidad aparente disminuye el porcentaje de capacidad de campo. Otro indicio evidente de la antropización de este suelo deviene en que disminuye la profundidad efectiva del mismo, lo cual pudimos constatar en el caso del perfil agrogénico, donde la barrena de sonda para la toma de muestra no pudo penetrar más allá de los 0,70 m de profundidad por la presencia de un horizonte C con fuerte consistencia.

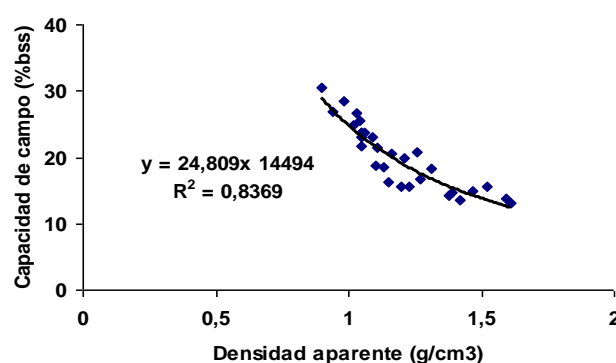


Figura 1: Relación entre la densidad del suelo (da) y la capacidad de campo.

En la tabla 1 se pueden observar los contenidos en materia orgánica, que, por orden decreciente siguen la siguiente pauta: Un máximo en el suelo bajo arboleda natural (Patrón) (algo mayor de 6%), que hoy día es muy raro encontrar en los suelos sometidos al uso humano; (III) perfil conservado que fue inicialmente cultivado; (III) suelo que ha permanecido bajo cultivo intensivo por un tiempo muy prolongado que muestra los contenidos típicos de las áreas cultivadas de la región, y en donde el aporte está condicionado por los restos de raíces de las plantas de cultivos y no por procesos de adsorción de la materia orgánica.

En la tabla 2, se pueden observar los datos del análisis mecánico de los tres perfiles. Todos ellos muestran una textura arcillosa desde la superficie y el enriquecimiento de arcilla en la parte media-inferior del perfil, lo que nos informa de la presencia de un horizonte normal de diagnóstico argílico, al complementar la descripción morfológica de campo. Además, resulta significativo el contenido tan bajo en partículas limosas y arenosas, reflejo de un grado de intemperismo intenso, propio del proceso de ferralitización. Resultados similares fueron obtenidos por Rodríguez y Rogert, (2011) en suelos FRL de la comunidad Banao.

La capacidad de formación de los complejos órgano-minerales es bastante reducida en estos suelos, lo cual provoca que las fracciones húmicas se degraden rápidamente (Orellana et al.; 2008), debilitándose aún más con un laboreo continuo e intensivo que se acelera la oxidación de los residuos orgánicos. Por estas razones la capacidad de las partículas < 0,002 mm para formar microagregados estables de primer orden es muy limitada, incremento de la dispersión de las arcillas. Por lo tanto, la formación de estructuras de agregados estables se torna inestable por la acción de la labranza, induciendo un incremento de los agregados menores 0,25 mm, y como corolario incrementando la erodibilidad, erosión, compactación y mal drenaje de estos suelos.

**Tabla 2: Valoración de los macroagregados de los suelos Ferralíticos rojos
lixiviados en dependencia de su manejo.**

Horizontes	Profundidad (cm)	Textura del suelo de acuerdo a la fracción (%)			
		Arena gruesa 2-0,2 mm	Arena fina 0,2-0,02 mm	Limo 0,02-0,002 mm	Arcilla < 0,002 mm
Perfil #1 Patrón					
A	0-15	4,75	67,23	7,50	20,43
B1	15-25	7,56	69,82	5,56	17,06
Bt	25-50	6,59	72,76	8,87	11,78
C	50-100	2,69	73,91	17,61	5,79
Perfil # 2 Conservado					
A	0-20	4,57	64,38	7,74	12,72
AB	25-35	5,50	76,18	5,53	12,79
B1	35-50	11,12	71,97	4,74	19,76
Bt	50-100	3,76	71,98	6,97	17,26
Perfil #3 Agrogénico					
AB	0-15.	6,26	75,88	7,12	10,74
B1	15-25	2,76	81,88	8,51	6,85
Bt	25-50	3,29	75,57	6,13	15,01
C	50-100	3,47	72,45	5,41	18,66

Fuente: Elaboración propia

El proceso de degradación de la estabilidad estructural en el perfil agrogénico genera el siguiente mecanismo evolutivo. El cultivo intensivo rompe el ciclo biogeoquímico natural del ecosistema, induciendo paulatinamente la disminución del contenido de materia orgánica, la destrucción de los micro-agregados y como resultado aumenta la arcilla que puede dispersarse en el suelo. De acuerdo a Hernández et al.; (2010) la arcilla dispersa en el suelo sigue tres caminos: Lixiviarse hacia horizontes inferiores, para formar allí un horizonte argílico. Este último proceso rellena los poros de los agregados de bloques subangulares del horizonte Bt que finalmente termina dando lugar a un piso de arado o suelo de laboreo que propicia la exportación de las arcillas por lixiviación lateral, tras el riego (sobre todo por el riego superficial).

El Índice de agregados tiene una dinámica compleja. La efectividad relativa del ciclo secado y humedecimiento, así como la velocidad a la que los agregados pueden formarse y estabilizarse de forma natural, son fuertemente influenciados por propiedades del suelo, tales como su composición mineral, textura, materia orgánica. A partir del análisis de la muestra con un juego de tamices desde 5 hasta 0.25 mm y un tamaño de la muestra de 100g, el perfil 3 (Agrogénico) resulta ser el más vulnerable en lo que concierne a la estabilidad de los agregados (el mayor porcentaje por ciento de la muestra se registró en los tamices de 0,5 y 0,25 mm).

En la figura 2 se aprecia la relación lineal significativa entre las variables índice de agregado y materia orgánica (con un grado de dependencia alto (coeficiente de determinación, $R^2 = 0,8027$). Por tanto, a medida que aumenta la materia orgánica aumenta el índice de agregado y viceversa.

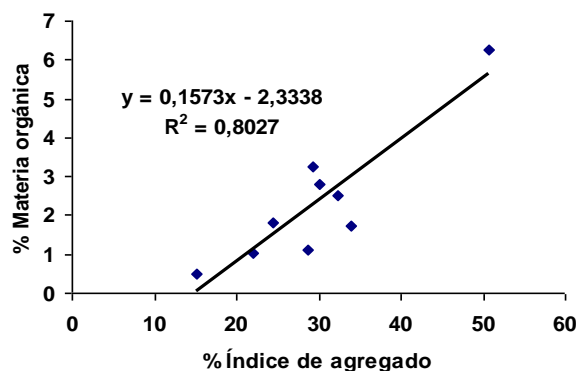


Figura 2: Relación entre el Índice de agregado y la materia orgánica en suelo Ferralítico Rojo.

CONCLUSIONES

- 1° Los resultados obtenidos demuestran que las propiedades de un tipo genético de suelo cambian de acuerdo a su tipo de uso.
- 2° El perfil agrogénico, es decir el sometido a una agricultura intensiva, presenta la degradación física e hidrofísica más significativa de los tres perfiles; lo que evidencia la necesidad de realizar el diagnóstico del estado de las propiedades del suelo ante cualquier manejo que se trate de ejecutar.

- 3° La acción del laboreo de los Nitosoles en ambientes tropicales deteriora gravemente, tanto sus propiedades físicas y productividad. En consecuencia resulta imperativo estudiar sistemas de gestión que eviten tales problemas, como algún tipo de agricultura sin labranza convencional.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRUTZEN, P. Geology of mankind. *Nature*, febrero 2002, vol. 415, nº 23.
- DECKERS, J., O. Spaargaren y F. Nachtergaele. 1998. Base referencial mundial del recurso suelo. Informes sobre recursos mundiales de suelos 84. IISC, ISRIC, FAO. 90 p.
- GONZÁLEZ, A.; RIVAS, S. y CASTILLO, A. Efecto del sobre humedecimiento en algunas propiedades físicas de un suelo cultivado con caña de azúcar. Granma, Cuba: Universidad de Granma (UDG), 2007.
- HERNÁNDEZ, A. y MORELL, F. Función ecológica de los suelos y su transformación de los ecosistemas a agrosistemas: Suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados. En: INCA. VI Encuentro Nacional de Papa. La Habana, Cuba: Editado en computadora, 2005.
- HERNÁNDEZ, A.; ASCANIO, M.; MORALES, M.; BOJÓRQUEZ, I. y GÁRCIA, N. Fundamentos sobre la formación del suelo, cambios globales y su manejo. La Habana, Cuba: MINAGRI, 2005.
- HERNÁNDEZ, A.; BOJORQUEZ, A.; MORELL, J. L.; CABRERA, A.; ASCANIO, M. y GARCÍA, J. Fundamentos sobre la estructura del suelo. Tipos de estructura en los principales suelos tropicales y su transformación por la influencia antropogénica. 1ra Edición. Nayarit, México: UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NAYARIT, 2010.
- HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, J. M.; BOSCH, D.; RIVERO, L.; CAMACHO, E.; RUIZ, J.; JAIMEZ, E.; MARSÁN, R.; OBREGÓN, A.; TORRES, J.; GONZÁLEZ, J. E.; ORELLANA, ROSA.; PANEQUE, J. y MESA, Á. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. 1ra ed. Ciudad de La Habana: AGRINFON Ministerio de la Agricultura, 1999. p. 64.
- KAURICHEV, F. y MERSHIN, A. Métodos de Prácticas de Edafología. 1ra ed. Moscú, Unión Soviética: Mir. Moscú, 1984.
- LEBEDEVA, I.; TONKONOGOV, V. y GERASINOVA, M. Anthropogenic pedogenesis and the new classification system of Russian soils. 1ra ed. Luxembourg: Eurasian Soil Sci: 38, 2005. pp. 1026-1031.
- LORENZO, E. Obtención de semilla botánica de cebolla multiplicadora (*Allium cepa*, var. *aggregatum*, Donn). Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba: UNICA, 2006. h. 82.
- LUIS, A. y MARTÍN, J. Manual de Laboratorio. Métodos para el Análisis Físico de los Suelos. 1ra ed. La Habana, Cuba: Universidad Agraria de La Habana, 2003.
- MARTÍN, N. y DURAN, J. El Suelo y su Fertilidad. 1ra ed. La Habana, Cuba: UNAH, 2008. p. 189.

- ORRELLANA, R.; MORENO, J.; FEBLES, J. y VEGA, M. Indicadores Edáficos para Medir la Sostenibilidad de suelos Ferralíticos Rojos de la Provincia La Habana, Cuba. Agrotecnia de Cuba (INIFAT), enero 2008, vol. 32, nº 1, pp. 50-56.
- RODRÍGUEZ, M. Tecnología para el mejoramiento del riego por surcos asociado al cultivo de la cebolla en suelo Ferralítico Rojo Lixiviado. Tesis de Doctorado. Santa Clara, Cuba: Universidad Central Marta Abreu de la Villa (UCLV), 2014. h. 112.
- RODRÍGUEZ, M. y MONTESINO, A. Influencia antrópica sobre las propiedades físicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados en la finca "La Esperanza", Comunidad Banao. Trabajo de Diploma. Sancti Spíritus, Cuba: Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez" (UNISS). Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2011. h. 64.
- RODRÍGUEZ, M. y ROGERT, O. Influencia antrópica sobre las propiedades químicas y biológicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados en la finca "La Esperanza", comunidad Banao. Trabajo de Diploma. Sancti Spíritus, Cuba: UNISS, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de agronomía, 2011. h. 66.
- RODRÍGUEZ, M. y SOCARRÁS, SAYLI. Caracterización socio productiva del sistema cebollero de Banao. Trabajo de Diploma. Sancti Spíritus, Cuba: UNISS (Facultad de Ciencias Agropecuaria, Departamento de Agronomía), 2011. h. 63.
- SHAFIQ, M.; HASSAN, A. y AHMAD, S. Soil physical properties as influenced by induced compaction under laboratory and field conditions. 1ra ed. USA: Soil and Tillage Research, 1994. pp. 13-26.
- SOIL SU VEY STAFF SOIL TAXONOMY. 2003. USDA, Second Edition, 890 p.