

# CAMBIO DE LA COBERTURA DEL SUELO POR INFLUENCIA ANTROPOGÉNICA: ÉNFASIS EN REGIONES TROPICALES

Alberto Hernández<sup>1</sup>, José Irán Bojórquez<sup>2</sup>, Miguel Osvaldo Ascanio<sup>3</sup>, Juan Diego García<sup>2</sup>, Fernando Morell<sup>1</sup>, Marisol Morales<sup>4</sup> y Yenia Borges<sup>1</sup>

1. *Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Cuba*

2. *Universidad Autónoma de Nayarit (UAN), México*

3. *Universidad Veracruzana (UV), México*

4. *Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” (INIFAT), Cuba*

## Introducción

Desde el inicio del desarrollo agrícola de la civilización, las actividades del hombre afectan los suelos de diferentes formas. El papel del factor antropogénico es una fuerza que impacta en el clima y los suelos y se incrementa en los últimos 300 años de forma tal que hoy día se ha planteado que estamos en una nueva era geológica denominada Antropoceno (Crutzen, 2002). La génesis de muchos suelos ahora está más influenciada por el efecto humano que por los factores formadores del suelo. Resultados recientes en Rusia llegan a la conclusión de que el proceso de transformación de las propiedades de los suelos por la influencia agrícola debe ser nombrado como evolución agrogénica (Mikheeva, 1997; Lebedeva et al., 2005) dando lugar en la versión actual de clasificación de suelos de Rusia a un Grupo de suelos Agrozems (Shishov et al., 2002). Estos principios sobre la evolución agrogénica de los suelos se reafirman recientemente por resultados obtenidos en el cambio de las propiedades de los suelos Ferrálíticos Rojos Lixiviados de provincia Habana por la influencia agrícola.

En este trabajo se presentan resultados de la transformación de la capa superficial del suelo en tres regiones tropicales: Suelos Ferrálíticos Rojos Lixiviados de provincia Habana, Cuba, suelos Alisoles plínticos bajo caña de azúcar en el Alto Veracruz, México y suelos Feozems-Cambisoles de la Llanura Costera Norte de Nayarit, México.

## Materiales y Métodos

Se hace el estudio en tres ecosistemas de regiones tropicales; Llanura roja de la Habana, Cuba con 36 perfiles de suelos estudiados; en el ejido Ojo de Agua, del Ingenio Motozorongo, en el Alto Veracruz, México, con 12 perfiles estudiados y en la Llanura costera norte de Nayarit, México, con 14 perfiles estudiados. En todos los casos se estudiaron suelos conservados que sirvieran de patrones y suelos muy cultivados. Se realizó la descripción morfológica del perfil, siguiendo la metodología establecida en Cuba (Hernández et al., 1995), utilizando las tablas de colores Munsell (2001) para determinar el color del suelo. Se realizó la caracterización de los suelos por los métodos analíticos siguientes: pH por potenciometría, relación materia orgánica por Walkley & Black, densidad aparente en campo por el método de los cilindros, acidez cambiante por el método de Sokolov, bases cambiables por el método de acetato de amonio.

## Resultados y Discusión

### 1. Ecosistema de suelos Ferrálíticos Rojos Lixiviados en la Llanura roja de la Habana:

Este ecosistema se desarrolla en relieve de Llanura sobre roca caliza dura con precipitaciones que oscilan entre 1200 y 1500 mm al año, con alternancia de períodos de lluvia (mayo a octubre) y sequía (noviembre a abril). La vegetación original fue de bosques semideciduos en su mayor parte, aunque existieron en las partes más lluviosas bosques de latifolias con lianas emergentes. El tiempo de formación de los suelos fue finales del Neógeno estimándose en 2-5 millones de año.

El proceso de formación de suelos es la ferralitización, conjuntamente con la lixiviación; en los suelos de formación natural se desarrolló el proceso de humificación, con un horizonte Ah rico en materia orgánica, el cual en la mayor parte del territorio ha desaparecido por el cultivo continuado durante más de dos siglos. Este horizonte Ah se presenta en suelos bastante conservados con bosques de 100 años o más, también en arboledas de 25-30 años. De esta forma el suelo orginal fue de perfil Ah-Bt-C.

En el estudio realizado se tomaron 4 perfiles patrones bajo arboledas de más de 50 años, 16 perfiles en arboledas de 20-25 años (suelos conservados) y 16 perfiles de suelos con cultivo continuado durante muchos años.

El estudio del cambio de las propiedades de los suelos según el uso que han tenido arroja los siguientes resultados:

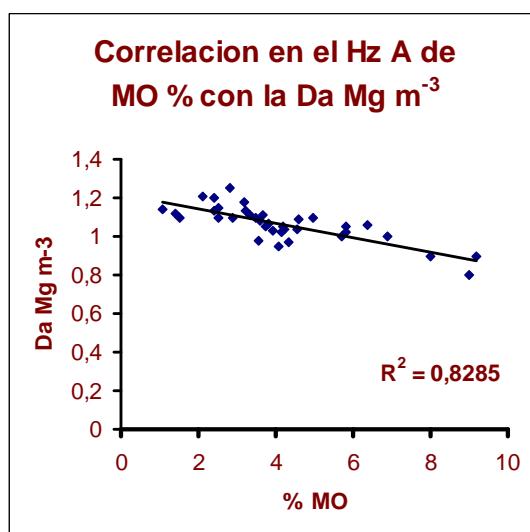
1. Pérdidas de reservas de carbono (Tabla 1)

**Tabla 1. Pérdidas de Carbono en Mg ha<sup>-1</sup>, en suelos FRL, por la influencia agrogénica, en el ecosistema de la llanura roja de La Habana**

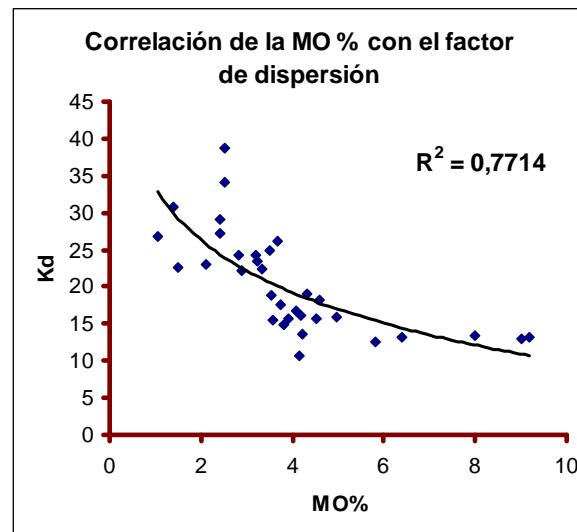
Tipo de perfil	Reservas de C en Mg ha <sup>-1</sup> , por capas en cm.				Pérdidas de C en Mg ha <sup>-1</sup> , por capas en cm.		
	0-20	0-50	0-100	50-100	0-20	0-50	0-100
<b>Patrón (4)</b>	67	97	133	40	--	--	--
<b>Conservado (16)</b>	48	87	123	36	19	10	10
<b>Agrogénico (16)</b>	32	62	89	27	35	35	43

Es decir, que los resultados indican que estos suelos han perdido en perfiles conservados el 28,4% de las reservas de carbono con suelos cercanos a los que existían en ecosistemas naturales y los agrogénicos 52,2% del carbono. En ambos casos en la capa de 0-20 cm. (capa arable del suelo). Para la variante de suelos agrogénicos, las pérdidas de carbono en las capas de 0-50 y 0-100 cm están alrededor del 30%. Estos resultados están dentro de los límites de pérdidas de carbono en los ecosistemas naturales planteados por Lal et al. (2007), quienes aseguran que los suelos agrícolas han perdido entre el 30% y 75% de las reservas de carbono orgánico o 30 a 40 Mg C ha<sup>-1</sup>.

Las pérdidas de MOS, por tanto del carbono, conlleva a la destrucción de microagregados en estos suelos y pérdida de la estructura original nuciforme y granular, conllevando al aumento de factor de dispersión del suelo y aumento de la densidad de volumen, que da lugar a su vez al surgimiento de la compactación del suelo. En las Figs. 1 y 2 se presenta los valores de correlación entre el contenido de MOS con la densidad de volumen y con el factor de dispersión.



**Figura 1**



**Figura 2**

Además se realizó el estudio de la estabilidad estructural en dos capas (0-20 cm y 20-40 cm) de este suelo en forma de dinámica, (cada dos meses,durante el año 2008), en las tres variantes: Patrón, conservado y agrogénico (figuras 3 y 4). Los muestreos fueron realizados cada dos meses, desde septiembre de 2007 hasta mayo de 2008. Los resultados obtenidos para ambas capas por el índice de estabilidad de estructura del suelo, nos muestra que en ambos casos, la variante del suelo agrogénico empeora en el año dicho índice, mejorando en la variante de suelo patrón y manteniéndose estable en la de suelo conservado.

Otras afectaciones se pudieron determinar en el estudio, como la pérdida de 30% del almacén de agua en los suelos cultivados, manifestación del lixiviado frontal en los suelos cultivados y aumento del pH en los suelos cultivados. Se preparó una hipótesis sobre el aumento del pH en estos suelos, en relación con la degradación de sus propiedades por el cultivo continuado y el cambio climático. Se dan indicadores de las propiedades de los suelos, según su nivel de degradación, conjuntamente con medidas de manejo adecuadas

## 2. Ecosistema de suelos Alisoles plínticos cultivados con caña de azúcar en el ejido Ojo de Agua, del Ingenio Motzorongo.

Este ecosistema se encuentra en el área de abastecimiento de caña de azúcar del Ingenio Motzorongo, Veracruz. Tiene relieve ondulado con pendientes de 4-8%, precipitaciones anuales de 1600 mm, concentradas principalmente entre los meses de junio a octubre, los suelos se forman de conglomerado basáltico con aportes de cenizas volcánicas y la formación del suelo debe ser de 4-5 millones de año; la vegetación original era de selva (bosque tropical).

El proceso de formación del suelo conlleva a la destrucción intensa de la parte mineral del suelo, con fuerte lavado y acumulación de aluminio cambiable en un porcentaje mayor de 50%, con humificación muy fuerte en el espesor superior del suelo posiblemente debido al aporte de cenizas volcánicas que en forma sinlitogénica tuvo participación en ello, además hay lixiviación marcada de la arcilla por el perfil. El perfil de suelo es Ah-Bt-C; con un horizonte plíntico en la parte inferior del perfil debido a la gleyzación antigua que cambió a un régimen de oxidación por el levantamiento del relieve.

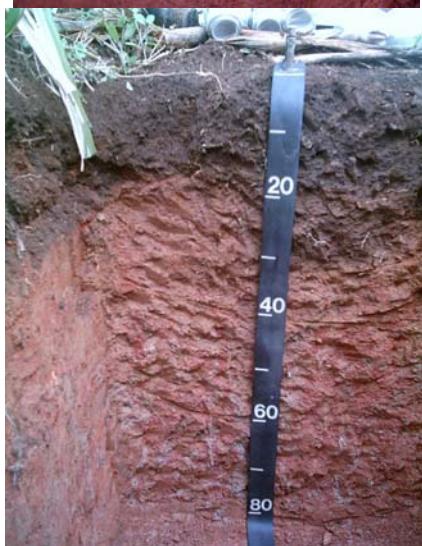
Se tomó un perfil patrón del suelo en arboleda con pastos y los demás perfiles con caña de azúcar, se pudo determinar que es muy marcado el proceso de erosión, con disminución cada vez mayor del horizonte Ah, el cual cambia de 40 cm de espesor a 20-25 cm en los suelos poco degradados y 8-15 cm en los degradados. En los suelos

degradados, el horizonte A ya está mezclado con el Bt y por tanto conjuntamente con el proceso y por tanto conjuntamente con el proceso erosivo, con disminución del espesor del horizonte Ah, aumenta la acidez cambiable en superficie que puede alcanzar hasta 40-50% de aluminio cambiable. En las fotos 1,2y3 se muestran tres perfiles de estos suelos y los indicadores de su degradación.



#### **SUELO PATRÓN**

- .. Contenido alto en MOS (> 6%)
- .. Espesor del Horizonte Ah: 35-40 cm.
- de espesor
- ..Reserva de C : 0-20 cm:  $93 \text{ Mg ha}^{-1}$ ; 0-50 cm:  $145 \text{ Mg ha}^{-1}$
- .. Valor de pH en el horizonte A de 5.04 - 5.95 ..Saturación por aluminio de 6-15% en el horizonte A, y 55% en el horizonte Bt.



#### **SUELO POCO DEGRADADO (por la formación agrogénica)**

- .. Espesor del Horizonte Ah: 20 cm.
- ..Las reservas de C: 0-20 cm:  $61 \text{ Mg ha}^{-1}$ ; 0-50 cm:  $107 \text{ Mg ha}^{-1}$
- .. Valor de pH en el horizonte A de: 4.83-4.31
- .. Saturación por aluminio de 25-35% en el hor. A, y 52% in el horizonte



#### **SUELO MUY DEGRADADO (AGROGÉNICO)**

- .. Espesor del Horizonte Ah: 14 cm.
- ..Las reservas de C: 0-20 cm:  $60 \text{ Mg ha}^{-1}$ ; 0-50 cm:  $80 \text{ Mg ha}^{-1}$
- .. Valor de pH en el horizonte A: 4.28-4.30
- .. Saturación por aluminio de 40-50% en el horizonte A, y 60% en el horizonte Bt.

### **3. Ecosistema de suelos Feozems transformados en Cambisoles en la llanura costera norte del estado de Nayarit, México**

Esta es una llanura joven de aproximadamente 5000 años, formada de sedimentos mezclados de rocas silílicas de la Sierra Madre Occidental, conjuntamente con materiales volcánicos del San Juan. El clima es tropical subhúmedo con lluvias en verano entre 1100-1300 mm anual. La vegetación es bosque subcaducifolio. La formación del suelo es bajo el proceso de sialitización, con suelos Feozems en condiciones naturales y Fluvisoles. El cultivo intensivo en esta llanura, principalmente con sorgo, frijol, tomate y maíz ha conllevado a la degradación del suelo, de forma tal que los Feozems se han cambiado en su mayor parte a Cambisoles y así es como están representados en los mapas de suelos (Bojórquez et al., 2006).

El estudio realizado comparando propiedades de suelos Feozems que se encuentran muy poco extensivos, en palapares (palmares) y arboledas antiguas de mango, con los cultivados, demostró que los suelos originales han perdido reservas de carbono, cambios en la estructura del horizonte húmico acumulativo, cambios en el color del suelo, de color oscuro a hiperóxico y aumento de la densidad aparente, factor de dispersión y presencia de horizontes compactados.

Como se puede observar, el cultivo intensivo en los ecosistemas sobretodo en los tropicales ha traído grandes cambios en la cobertura del suelo, de forma tal que Dusal (2005) plantea diferentes cambios en este sentido, lo cual debe reflejarse en la clasificación y cartografía de los suelos en la actualidad.

### **Referencias**

- Bojórquez, I., Nájera, O., García, D., Hernández, A., Madueño, A., Bugarín, R. Formación de suelos y principales suelos de la llanura costera norte de Nayarit, México. *Cultivos Tropicales* 26(4): 34-45. 2006.
- Crutzen, P.J. *Geology of mankind*. *Nature* 415: 23. 2002. -- -
- Dusal, R. The sixth factor of soil formation. *Eurasian Soil Science* 38: 60-65. 2005.
- Hernández, A., Panueque, J., Pérez, J.M., Fuentes, E. Metodología para la cartografía detallada y evaluación integral de los suelos. *Instituto de Suelos de Cuba*, 43p.1995
- Hernández, A., Morales, M., Morell, F., Borges, Y., Ascanio, M.O., Bojórquez, J.I., Murray, R., Ontiveros, H., García, J.D., Gómez, I. Changes in soil properties by agricultural activity in tropical ecosystems. *Abstracts Internat. Conf. "Soil Geography:New Horizons"*, 16-20 of November 2009, Huatulco Santa Cruz, Mexico, p. 57. 2009.
- Lebedeva, I.I., Tonkonogov, V.D., Gerasimova, M.I. Anthropogenic pedogenesis and the new classification system of Russian soils. *Eurasian Soil Sci.* 38: 1026-1031. 2005.
- Mikheeva, I.V. Changes in spatial variability of soil properties under anthropogenic impact *Eurasian Soil Sci.* 30: 87-93. 1997.
- Shishov, L.L, Tonkonogov, V.D., Lebedeva, I.I., Gerasimova, M.I. Principles, structure and prospects of the new Russian soil classification system. En: Micheli, E., Nachtergael, F.O., Jones, R.J.A., Montanarella, L. *ESBN Research Report No. 7*, Luxembourg, pp. 27-34. 2002.