

# ALGUNOS RESULTADOS SOBRE LAS PÉRDIDAS DE CARBONO EN ECOSISTEMAS CON SUELOS FERRALÍTICOS ROJOS LIXIVIADOS EN CLIMA TROPICAL SUBHÚMEDO DE CUBA

A. Hernández<sup>✉</sup>, Marisol Morales, F. Morell, Yenia Borges, Irene Moreno, H. Ríos y Dania Vargas

**ABSTRACT.** Carbon pools are determined in two ecosystems with Red Lixivated Ferralitic soils of Cuba (Ferralitic Rhodic Nitisols), in the red plain of soil formed over hard limestone rock in San Jose de las Lajas region, Havana province, and in the shield highlands of La Palma region, Pinar del Rio province. In both cases, calculation is made between comparative standard profiles with conserve vegetation and soils cultivated for many years. In San Jose de las Lajas region, different variants were studied: by ficus trees, by fruit trees and by intensive cultivation. In this case, carbon pools by fruit trees diminished about 50 %, in the 0-20 and 0-50 cm layers from soil surface, in relation with the carbon pools in the soil by ficus trees, besides there is a loss of 70-75 % in the soils by intensive cultivation, for this soil depth. In La Palma region, these losses were more or less the same as in the previous region. In both cases, it can be determined, at the 50-100 cm layer from soil surface, there is a very hard loss of carbon pool in the soil profiles with intensive cultivation. This process gives rise to the concept evolution of soil to weathering crust in this layer, because of the lack of the biological factor influence.

**RESUMEN.** Se determinan las reservas de carbono en dos ecosistemas de suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de Cuba (Ferralíticos Nitisoles Ródicos), en la llanura roja formada de roca caliza en la región de San José de las Lajas, La Habana, y en las Alturas de Pizarras de la región de La Palma, Pinar del Río. En ambos casos, se hacen los cálculos con patrones comparativos desde suelos con vegetación conservada y suelos cultivados durante muchos años. Para la región de San José de las Lajas, se estudiaron variantes bajo arboleda de ficus conservada, también suelos de plantaciones de frutales y finalmente con cultivos intensivos. Se determinó que las reservas de carbono en los suelos bajo frutales disminuyen en 50 %, para las capas de 0-20 y 0-50 cm desde la superficie del suelo, en relación con los del suelo bajo arboleda de ficus y, a su vez, hay una disminución de 70-75 % de estas reservas en los suelos bajo cultivo intensivo en comparación con los de la arboleda de ficus. En la región de La Palma, se estudiaron las reservas de carbono para suelos conservados con matorral secundario y en suelos bajo cultivo intensivo. En este caso, se determinó una disminución de las reservas de carbono similar a la de la región anterior. En ambos casos, se pudo observar que para la capa de 50-100 cm de ambas regiones está ocurriendo una disminución muy fuerte en las reservas de carbono en los perfiles con cultivos intensivos, en estos suelos. Este proceso conlleva a que en este espesor del suelo se está pasando del concepto de "suelo" al de "corteza de intemperismo" por la falta de influencia del factor biológico.

*Key words:* climatic change, nitisols, nature reserves, carbon

*Palabras clave:* cambio climático, nitisoles, reservas naturales, carbono

## INTRODUCCIÓN

El problema del ciclo del carbono en la naturaleza tiene una importancia de actualidad. Existen numerosos trabajos que se refieren a esta problemática, siendo la de

más discusión y análisis la del incremento del carbono en la atmósfera, que conlleva al aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI), lo que ha dado lugar a la política de secuestro y captura del carbono por los ecosistemas terrestres, como vía más efectiva para amortiguar los problemas de cambio climático que están ocurriendo debido a la intensificación del GEI.

Dr.C. A. Hernández, Investigador Titular; Ms.C. F. Morell, Investigador y Yenia Borges, Especialista del Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las Plantas; Ms.C. Irene Moreno, Investigador Agregado del Departamento de Fitotecnia; Dr.C. H. Rios, Investigador Auxiliar y Ms.C. Dania Vargas, Investigador del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana; Ms.C. Marisol Morales, Investigador Auxiliar, Instituto de Investigaciones Fundamentales para la Agricultura Tropical (INIFAT), Ciudad de La Habana, Cuba.

Se estima que los reservorios de carbono en la naturaleza se encuentran en la forma siguiente (1):

C en sedimentos..... $3,9 \times 10^5$  t  
C en la atmósfera..... $720 \times 10^9$  t  
C en los océanos..... $39 \times 10^{12}$  t  
C en la materia orgánica del suelo y biomasa muerta..... $2 \times 10^9$  t  
C en la biomasa viva del suelo..... $1 \times 10^9$  t

<sup>✉</sup> ahj@inca.edu.cu

Las regiones tropicales, por la explotación desmesurada a que han estado sometidas, sobre todo por la tala y quema de sus recursos boscosos, conjuntamente con los problemas de agricultura intensiva y migratoria que persisten en estas regiones, resultan de gran importancia para el establecimiento de medidas que conlleven a la disminución de emisiones de GEI a la atmósfera, sobre todo de CO<sub>2</sub> (2).

Es por ello que hoy en día se están teniendo políticas de manejo agroecológico, con el establecimiento de fincas orgánicas en regiones tropicales, con el fin de mitigar la emisión de GEI a la atmósfera (3, 4, 5). Para esto es necesario ante todo realizar un diagnóstico del estado del carbono en los ecosistemas, siendo el suelo el primer factor a considerar para la sostenibilidad de los agrosistemas (6).

Cuba resulta un ejemplo de antropogénesis tropical, donde han incidido procesos de deforestación intensa, agricultura migratoria y agricultura intensiva o de altos insumos. Por estas razones, para nuestro país resulta de vital importancia analizar el comportamiento del carbono en los suelos y cuál es la situación actual, como fundamento para establecer políticas de captura y secuestro del carbono en nuestros ecosistemas, tanto naturales como agrícolas.

*La deforestación en Cuba.* Cuba es un país cuyos bosques naturales estuvieron sometidos a la deforestación durante la época colonial (hasta 1900) y de desarrollo capitalista (1900-1958), de forma tal que al triunfo de la Revolución Cubana, en 1959, ya se llegó a tener solamente 13 % del territorio cubierto de bosques. En este sentido, las tierras rojas con suelos Ferralíticos en las regiones de llanura y alomadas fueron objeto de cultivo durante muchos años, con la consiguiente degradación de la fertilidad en los suelos de estas regiones.

De esta forma, desde principios de siglo XX, se planteó que “las tierras coloradas fueron favoritas de los primitivos colonizadores, pues en su mayor parte han sido cultivadas por muchos años, siendo escasas las tierras coloradas vírgenes” (7). Este autor expuso, además, la necesidad de incorporar en la agricultura cubana tecnologías no existentes hasta ese momento, como la rotación de cosechas y el abono verde, lo cual es necesario puesto que se practicaba en ese tiempo “tanto para la caña como el tabaco año tras año se siembran en el mismo lugar”, indicando al mismo tiempo que la planta de tabaco se lleva grandes cantidades de potasa y de tal modo, que si la tierra no está provista de una buena proporción de esta sustancia, se llega a poner estéril al cultivo de esta planta”.

En el libro “The Soils of Cuba” prácticamente se hace una denuncia de la deforestación intensa a que estaba sometido el territorio de Cuba (8), debido a la expansión azucarera. En ese sentido, los antes citados (7) escribieron lo siguiente:

“Al finalizar la Guerra de Independencia en 1898, la industria azucarera se encontró por sí misma en una con-

dición de debilitamiento muy seria. En algunas partes de la Isla la producción casi había cesado. De acuerdo con los registros, en los tres años de esta guerra la producción de azúcar se redujo a aproximadamente el 60 % en la parte occidental de la Isla y en más del 90 % en la parte oriental. Con la paz se restableció la industria y de nuevo se extendió. Hubo una extensión notable de caña cultivada en los terrenos forestales de Camagüey y Oriente. Esta expansión llegó a su clímax durante la Guerra Mundial e inmediatamente después de esta y ha dejado una impresión bien definida en la agricultura de las extensas regiones recientemente abiertas en las provincias orientales. La gran presión, o quizás el estímulo, bajo el cual tuvo lugar el desarrollo de estas áreas orientales, favorecieron la adopción de métodos crudos para traer estos terrenos vírgenes al cultivo lo más pronto posible”.

Expusieron también que “Sin ninguna medida, grandes áreas de árboles nativos fueron sacrificados en aquel momento, a fin de extender la producción y casi todas las clases de terrenos fueron sembrados, incluyendo algunos donde la planta probablemente no pueda cultivarse económicamente, cuando el cultivo se haga necesario como lo será en algunos años, y aún algunos donde los rendimientos fueron excesivamente bajos en el suelo virgen”.

“En estas regiones más nuevas, la práctica ha sido la de cortar grandes secciones del bosque, permitir que se seque durante la temporada de invierno y, a no ser que los troncos más grandes puedan quitarse del lugar económicamente, se quema la masa completa de leña y troncos de madera inmediatamente antes del comienzo de las lluvias de primavera”.

De esta forma, la deforestación fue más intensa en la etapa capitalista que en la colonial en Cuba, llegándose a tener a finales del siglo XIX 42 % del área de Cuba cubierta de bosque (9), reduciéndose a 13 % al triunfo de la Revolución Cubana. Esta cifra se ha venido incrementando en todo el período revolucionario, alcanzando en estos momentos alrededor de 25 % del territorio cubano, cubierto por bosques.

*La agricultura de altos insumos en Cuba.* Ya en el período posterior a 1959, con plena conciencia de este problema comienza una etapa de reforestación en el país, que está logrando que el área forestal alcance 25 % del territorio en los momentos actuales. No obstante, en esta etapa surgieron otros problemas que coadyuvaron a que disminuyera el potencial productivo de nuestros suelos.

Con el ingreso de Cuba al CAME (Consejo de Ayuda Mutua Económica de los antiguos países socialistas), se comenzó en 1975 un programa de agricultura intensiva, con el fin de lograr el aumento de los rendimientos en caña de azúcar y cítricos principalmente. De esta forma, se aumentó la aplicación de los fertilizantes y pesticidas, la mecanización, el riego y otras medidas, que conllevaron indudablemente al aumento del rendimiento en los cultivos, pero también a problemas de degradación del suelo, como fueron la salinización secundaria,

compactación, mineralización de la materia orgánica y disminución de la actividad biológica en los suelos.

En este sentido, se informa que “el sistema agrícola de Cuba estaba muy industrializado- tanto es así que se utilizaban más tractores y se aplicaba mayor cantidad de fertilizantes nitrogenados ( $192 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) que sistemas de producción similares en Estados Unidos, mientras que más de la cuarta parte de las tierras cultivadas eran irrigadas con sistemas mecanizados” (10).

Uno de los grandes problemas que se produjo desde la época colonial y continuó en la capitalista fue la pérdida de materia orgánica y carbono en los ecosistemas, cuestión que no se percató en la época de la agricultura intensiva. De esta forma, hoy en día los suelos de Cuba presentan 4,66 millones de hectáreas (69,6 % del territorio nacional) con muy bajo contenido en materia orgánica (11).

Por eso, en el país se implanta un programa para el mejoramiento orgánico de los suelos, cuestión referida por el Ministerio de Agricultura en el programa acelerado de producción de materia orgánica en Cuba. Dentro de esto se incide además en la captura y el secuestro de carbono, ya sea por abonos orgánicos, creación de nichos forestales o por la siembra de caña de azúcar, ya que esta última resulta una gramínea de excelencia, con la fijación de una cantidad alta de  $\text{CO}_2$  de la atmósfera por su actividad fotosintética (12, 13).

Por lo anterior se deduce la importancia que tiene el diagnóstico de los diferentes escenarios en lo relativo al carbono de los suelos, para lo cual se hace referencia a dos de ellos con suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, en la región de San José de las Lajas, provincia de La Habana, y La Palma, provincia de Pinar del Río.

Algunos resultados son de los últimos años respecto al estado del carbono en los suelos de Cuba (14, 15), siempre en términos más generales. No obstante, es necesario ir incorporando nuevos resultados de las regiones, que ayuden a precisar esta problemática, para lograr vías efectivas en relación con la captura y el secuestro del carbono en los ecosistemas terrestres, que contribuyan al mismo tiempo a amortiguar los problemas del cambio climático global.

Teniendo en cuenta que Cuba es un ejemplo de antropogénesis tropical intensa, este trabajo tiene el objetivo de comenzar a brindar resultados sobre la estimación de las pérdidas de carbono en los suelos de diferentes ecosistemas, en este caso de suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, en la región de la llanura de San José de las Lajas, provincia de La Habana, y en la parte alomada-ondulada de la Palma, en Pinar del Río.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se describieron y caracterizaron diferentes perfiles de suelos (16) Ferralíticos Rojos Lixiviados (Ferralíticos Nitisoles Ródicos, arcillosos) en la zona de San José de las Lajas y La Palma, con diferentes condiciones de uso y manejo. En San José de las Lajas, son del género

éutrico, formados de caliza dura. En esta región se estudió un perfil bajo arboleda de ficus (*Ficus sp.*), otro en plantación de mango (*Mangifera indica*), plantación de guayaba (*Psidium guajava*) y dos perfiles en cultivo intensivo. Para la región de La Palma estos suelos son desaturados, correspondiendo con el género dístrico; para el estudio se tomó un perfil bajo cultivo intensivo y otro conservado con arbustos y gramíneas (*Paspalum notatum*).

Los perfiles de suelos de San José de las Lajas fueron estudiados en la finca ‘Las Papas’ y en los terrenos aledaños al INCA, entre 2002 y 2004, y los de La Palma en 2006, en áreas de campesinos particulares aledaños a este pueblo. Los perfiles se describieron teniendo en cuenta el manual que rige en Cuba (17), acorde a los criterios FAO (18) y se caracterizaron las siguientes propiedades edafológicas: composición mecánica, composición de microagregados, factor de dispersión, densidad aparente, pH en agua y en KCl, cationes intercambiables y materia orgánica en el suelo. Las técnicas analíticas empleadas fueron las siguientes:

- ↪ pH por potenciometría
- ↪ densidad aparente en campo por el método de los cilindros, con un volumen de 100 cc.
- ↪ materia orgánica por Walkley y Black
- ↪ contenido de carbono, dividiendo el porcentaje de materia orgánica entre 1,724.

Se determinaron las reservas de carbono multiplicando el porcentaje de carbono por la densidad aparente y por el espesor del horizonte (cm). Se realizaron los cálculos de estas reservas para las capas de 0-20, 0-50 y 0-100 cm de cada perfil, y se presenta una discusión sobre las posibles pérdidas de carbono por el uso agrícola de los suelos en cada una de las regiones.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

*Reservas de carbono en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de San José de las Lajas, La Habana.* Estos suelos son profundos, rojos, formados de calizas duras miocénicas y saturados, por lo que son éutricos. Las características de estos suelos ya se han publicado (19, 20, 21).

Para este trabajo, el estudio de las reservas de carbono se realizó paralelamente al de la evolución de las propiedades de estos suelos, por el cambio del uso de la tierra, desde terrenos casi vírgenes (arboleda de ficus) hasta los que han estado sometidos a cultivos intensivos en los últimos 20-30 años, analizando también etapas intermedias de suelos conservados, ya sea bajo plantación de mango o guayaba.

En la Tabla I se presentan los resultados de las reservas de carbono en cinco perfiles de suelos FRL, diferenciados por su fertilidad, en relación con el uso agrícola que han tenido. Resulta notable que con el laboreo hasta el cultivo intensivo, las reservas de carbono disminuyen sustancialmente. Así, en el suelo bajo arboleda de ficus permanente, hay tanta reserva para la capa de 0-20 cm

como para la capa de 0-80 cm, en el suelo bajo frutales de muchos años; igualmente, las reservas de carbono para la capa de 0-50 cm en los suelos con frutales de muchos años equivale a las reservas de carbono para la capa de 0-100 cm en los suelos bajo cultivo intensivo.

Es muy ilustrativo que las pérdidas de carbono que ha tenido el suelo bajo cultivo intensivo, para la capa de 0-20 cm al compararlo con el suelo bajo ficus, pueden ser representativas de este suelo bajo bosque original.

Además, es importante comparar la evolución del carbono no solamente en las capas superiores (0-20 y 0-50 cm) del suelo, sino en la de 50-100 cm también (Tabla I). Por estos resultados se observa una tendencia muy marcada a la disminución de las reservas de carbono en dicha capa en estos suelos evolucionados.

Esto puede ocurrir por la falta de actividad biológica, debido al cambio de uso de la tierra, desde forestales con raíces profundas a sabanas secundarias, frutales con gramíneas y cultivos intensivos.

Hay que tener en cuenta, además, que en plantaciones como caña de azúcar, debe haber un reciclaje de nutrientes con la paja de la caña y, también, por las raíces de esta gramínea, que en estos suelos pueden llegar a 50-70 cm de profundidad.

Cuando el cultivo es de pocas raíces, ya sea hortalizas o tubérculos como la papa o el boniato, en profundidad van disminuyendo las reservas de carbono.

También hay que considerar los pastizales y ver cómo es el reciclaje de materia orgánica en ellos.

En fin, al parecer ocurre en estos suelos por el laboreo intensivo una disminución en las reservas de materia orgánica, que es de carbono y tiene lugar un proceso de degradación del suelo, que conlleva entre otras cosas a la disminución fuerte de la actividad biológica en la capa subsuperficial del suelo y la evolución, a partir de los 50 cm de profundidad, de lo que es suelo a corteza de intemperismo, fundamentado en los conceptos de *kora bibetrivanie* (según la edafología rusa) o *weathering crust* (según la edafología norteamericana), fundamentados en los principios de Guerasimov y Glazovskaya (22).

*Reservas de carbono en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados dísticos de la Palma, Pinar del Río.* Estos suelos también son rojos, profundos, formados de corizas de intemperismo de esquistos y pizarras, de la formación San Cayetano (Jurásico). Son de carácter ácido, por lo que se clasifican como dísticos a nivel de género, incluso en algunos casos con pH en KCl igual o menor a 4, lo que indica que están en el límite de los suelos Alíticos.

**Tabla I. Reservas de C en diferentes capas (cm) del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado éutrico de San José de las Lajas, provincia La Habana, en relación con el uso del suelo**

No. perfil	Cultivo	Horizonte	Profundidad (cm)	MO (%)	C (%)	Densidad aparente (kg.dm <sup>-3</sup> )	pH H <sub>2</sub> O	Reservas de C (t.ha <sup>-1</sup> )			
								0-20	0-50	0-100	50-100
2	Arboleda de ficus	A <sub>11</sub>	0-16	9.19	5.33	0.90	7.27	83	127	162	35
		A <sub>12</sub>	16-32	2.71	1.57	1.05	7.16				
		B <sub>11t</sub>	32-47	2.34	1.36	1.03	6.41				
		B <sub>12t</sub>	47-65	1.38	0.80	1.05	5.54				
		B <sub>2t</sub>	65-100	1.07	0.62	1.03	5.70				
1	Frutales (mango de 30 años)	A <sub>11</sub>	0-8	3.55	2.06	0.98	6.99	38	62	90	28
		A <sub>12</sub>	8-22	3.12	1.81	1.00	6.05				
		B <sub>11t</sub>	22-41	1.38	0.80	1.09	5.12				
		B <sub>12t</sub>	41-64	0.70	0.40	1.04	5.26				
		B <sub>2</sub>	64-100	0.50	0.60	1.03	5.34				
8	Frutales (guayaba de años)	A <sub>1</sub>	0-12	3.58	2.08	1.08	6.50	41	63	80	17
		B <sub>1t</sub>	12-28	2.70	1.57	1.13	6.40				
		B <sub>2t</sub>	28-50	0.55	0.32	1.10	6.50				
		B <sub>3</sub>	50-70	0.45	0.26	1.08	6.60				
		BC	70-100	0.60	0.34	1.10	-				
4	Cultivo intensivo	A <sub>1p</sub>	0-12	1.61	0.93	0.89	7.50	18	49	56	7
		B <sub>11t</sub>	12-22	1.67	0.96	1.01	7.40				
		B <sub>12t</sub>	22-37	1.93	1.11	1.17	6.90				
		B <sub>21t</sub>	37-50	1.15	0.67	1.13	7.00				
		B <sub>22t</sub>	50-62	0.28	0.16	1.06	7.00				
		B <sub>3</sub>	62-100	0.20	0.12	1.08	-				
10	Cultivo intensivo	BA	0-18	1.51	0.88	1.10	6.90	19	43	58	15
		B <sub>11t</sub>	18-50	1.17	0.68	1.18	6.90				
		B <sub>12t</sub>	50-60	0.45	0.26	1.25	5.50				
		B <sub>2t</sub>	60-83	0.50	0.29	1.13	5.90				
		B <sub>3</sub>	83-100	0.40	0.23	1.10	-				

En este trabajo se presentan los resultados de dos perfiles estudiados, uno conservado en la finca de Ángel, con una vegetación de arbustos y gramíneas, aunque en pendiente de 6-8 % y el otro erosionado en la finca de Coco, en pendiente de 2 %, sometido a cultivos intensivos.

En la Tabla II se brindan los datos de las reservas de carbono en ambos perfiles, resultando muy significativas las escasas reservas de carbono en el perfil del suelo cultivado, prácticamente cuatro veces menor en comparación con el perfil conservado.

**Tabla II. Reservas de C en diferentes capas (cm) del suelo Ferralítico Rojo Lixiviado dístico de La Palma, Pinar del Río, en relación con el uso del suelo**

No. Perfil	Cultivo	Horizonte	Profundidad (cm)	MO (%)	C (%)	Densidad aparente (kg.dm <sup>-3</sup> )	pH (KCl)	Reservas de C (t.ha <sup>-1</sup> )			
								0-20	0-50	0-100	50-100
7 (conservado) (finca de Angel)	Arbustos con Gramíneas	A <sub>11</sub>	0-18	3.85	2.23	1.00	4.02	45	100	121	21
		A <sub>12</sub>	18-40	3.66	2.12	1.05	4.41				
		AB	40-60	1.64	0.95	1.10	4.70				
		B <sub>1t</sub>	60-86	0.48	0.28	1.20	4.43				
		B <sub>2t</sub>	86-130	0.20	0.12	1.22	4.51				
3 (Finca de Coco)	Cultivo intensivo	Ap	0-10	1.12	0.65	1.15	4.00	11	21	35	14
		B <sub>1t</sub>	10-24	0.48	0.28	1.20	3.92				
		B <sub>2t</sub>	24-60	0.48	0.28	1.25	4.81				
		B <sub>3gr</sub>	60-80	0.20	0.12	1.30	5.00				
		BC	80-100	0.48	0.28	1.20	4.27				

Al revisar las reservas de carbono para las capas de 0-20 y 0-50 cm en estos dos perfiles, también se encuentran las mismas regularidades que en los suelos del ecosistema de San José de las Lajas, evidenciándose una disminución notable de estas reservas de carbono en el perfil de suelo bajo cultivos intensivos (Tabla II). Igualmente se observa el proceso de disminución de la actividad biológica, que está ocurriendo en la capa de 50-100 cm, con una disminución de 33 % en el perfil bajo cultivo intensivo, en relación con las reservas en esa capa, en el perfil de suelo conservado y además esa misma disminución de 33 %, en comparación con la capa superior de 0-50 cm en ese mismo perfil (Tabla II).

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- \* Se hace un estimado de las pérdidas de carbono en los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados éutricos, en la región de San José de las Lajas, con diferentes formas de manejo. Bajo arboleda de frutales estas pérdidas para la capa de 0-50 cm de la parte superior del perfil, pueden ser menores de un 50 % que las que existían en ese suelo, bajo arboleda natural de ficus, mientras que bajo cultivo intensivo estas pérdidas pueden alcanzar entre 70-75 %.
- \* Para el ecosistema de La Palma con el mismo tipo genético de suelo, pero de género dístico, se estimaron las pérdidas de carbono, entre un suelo conservado pero con vegetación secundaria y un suelo muy cultivado, determinándose que estas pérdidas pueden

alcanzar hasta 70-75 % también para la capa de 0-50 cm de la parte superior del perfil.

- \* Para los suelos de ambos ecosistemas se diagnostica que, para la capa entre 50-100 cm, desde la superficie del perfil, se desarrolla un proceso de disminución intensa de las reservas de carbono, de forma tal que se está produciendo una evolución del suelo en esa capa a la corteza de intemperismo.

## REFERENCIAS

1. Varallyay, G.; Scharpenseel, H. W. y Targulian, V. O. Types of soil processes and changes. En *Global Soil Change*. IIASA. Laxenburg, Austria, 1990. 110 p.
2. Izac, A. M. N. y Whitman, C. Policy for soil carbon management in tropical regions. En: *15<sup>th</sup> World Congress of Soil Science*. Symposium ID-17. Vol. 9, p.179-200. 1994.
3. Amador, M. Agricultura Orgánica, emisión de gases de efecto invernadero y fijación de carbono. *Revista Aportes*, 2006, no. 132, p. 3-5.
4. Castro, J. CEDECO crea nueva propuesta que evalúa emisión de gases de efecto invernadero y fijación de carbono en fincas orgánicas de Costa Rica. *Revista Aportes*, 2006, no. 132, p. 29-31.
5. Castro, J. Gases de efecto invernadero y la fijación de carbono en fincas orgánicas en Costa Rica. Resultados preliminares. *Revista Aportes*, 2006, no. 132, p. 32-36.
6. Mata, R. El suelo es el primer factor para la sostenibilidad de los Agroecosistemas. *Revista Aportes*, 2006, no. 132, p. 13-17.
7. Crawley, J. T. Las Tierras de Cuba. Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas. Imprenta y Papelería Rambla, La Habana, 1916. 81 p.
8. Bennett, H. H. y Allison, R.V. Los Suelos de Cuba. Publicación de la Comisión Nacional Cubana de la UNESCO. 1962. Imprenta Nacional, La Habana, 1928. 378 p.
9. Herrera, R. y Menéndez, L. Historia del uso de las tierras en Sierra del Rosario. En: "Ecología de los bosques siempreverdes de la Sierra del Rosario, Cuba". ROSTLAC, UNESCO, Montevideo, Uruguay, 1988. p. 1-32.

10. Wright, J. El forzoso aprendizaje agroecológico de Cuba. *Revista de Agroecología LEISA*, 2006, vol. 22, no. 2, p. 14-17.
11. Instituto de Suelos. Programa Nacional de Mejoramiento y Conservación de Suelos. La Habana: Agrinfor, 2001, 39 p.
12. Salgado, S.; Bucio, L.; Riestra, D. y Lagunas, L. C. Caña de azúcar: hacia un manejo sustentable. Centro de Posgraduados Campus Tabasco, ISPROYAB, fundación PRODUCE. Villahermosa, Tabasco, México, 2001, 394 p.
13. Ascanio, M. O. y Hernández, A. Suelos cañeros en Veracruz y Oaxaca: Cambios globales y ambiente. Textos Universitarios, Editorial Universidad Veracruzana, 2006. 285 p.
14. Ponce de León, D. Las reservas de carbono orgánico de los suelos minerales de Cuba. Aporte metodológico al cálculo y generalización espacial. [Tesis de doctorado]; Universidad Agraria de La Habana, 2006. 99 p.
15. Morales, M.; Hernández, A. y Vantour, A. Reservas de carbono en los suelos de diferentes ecosistemas de Cuba. En: Congreso Científico INCA. La Habana, (15:2006:San José).
16. IUSS Working Group WRB. World reference base for soil resources 2006. Rome:FAO, 2006, 128 p.
17. Hernández, A.; Paneque, J.; Pérez, J. M. y Mesa, A. Metodología para la cartografía detallada y la evaluación integral de los suelos. La Habana: Instituto de Suelos, 1995, 47 p.
18. FAO. Guidelines for soil description. Fourth edition. FAO, 2006. 97 p.
19. Borges, Y. Contribución al estudio de la degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados de la región de San José de las Lajas por el cambio del uso de la tierra. [Trabajo de Diploma]; Universidad Agraria de La Habana, 2004. 69 p.
20. Morell, F. Degradación de las propiedades agrobiológicas de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados por la influencia antrópica y su respuesta agroproductiva al mejoramiento. [Tesis de Maestría]; INCA, 2006, 97 p.
21. Hernández, A.; Morell, F.; Morales, M.; Borges, Y. y Ascanio, O. Cambios globales de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (Nitisoles ródicos éutricos) de la provincia La Habana. *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 2, p. 41-50.
22. Guerasimov, I. P. y Glazovskaya, M. A. Fundamentals of Soil Science and Soil Geography. Israel Program Transl., Jerusalem, 1965, 380 p.

Recibido: 4 de abril de 2007

Aceptado: 7 de septiembre de 2007

# CURSOS DE POSGRADO

Precio: 350 CUC

## *Fisiología vegetal*

*Coordinador: Dr.C. Inés Reynaldo Escobar*

*Dr.C. Walfredo Torres de la Noval*

*Fecha: a solicitud*

*Duración: 80 horas*

### SOLICITAR INFORMACIÓN

**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación, Servicios Informativos**  
**y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba. CP 32700**  
**Telef: (53) (47) 86-3773**  
**Fax: (53) (47) 86-3867**  
**E.mail: posgrado@inca.edu.cu**