

CONTENIDO DE CARBONO EN ALGUNOS SUELOS FORESTALES DE CUBA. FERRÍTICOS

CARBON CONTAIN IN SOME CUBAN FOREST SOILS. FERRITICS

M. SC. YOLANIS RODRÍGUEZ-GIL, ING. ARSENIÓ RENDA-SAYOUX Y DRA. C. ALICIA MERCADET-PORTILLO

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Calle 174 no. 1723 e/ 17B y 17C, reparto Siboney, Playa, La Habana, yoly@forestales.co.cu, teléf.: 2082554, fax: 2082189

RESUMEN

Los suelos con vocación forestal del tipo ferrítico son los más antiguos del territorio cubano, caracterizándose por una gran profundidad total, pero muy susceptible a sufrir procesos erosivos cuando no se protegen, por lo que someterlo a reforestación constituye una vía muy segura para el almacenamiento de carbono. Ocupan una gran extensión (1875,62 km²), distribuyéndose por las provincias de Pinar del Río, Matanzas, Camagüey, Holguín y Guantánamo. El contenido de carbono se determinó a partir del nivel de materia orgánica (%) y de la densidad aparente de los diferentes perfiles de suelo hasta la profundidad de 40 cm. Se concluye que el mayor almacenamiento de carbono en este tipo de suelo tiene lugar al estar ocupado por plantaciones de *Pinus caribaea* (con café intercalado) con edades entre siete y diecinueve años. El objetivo del presente trabajo es determinar el contenido de carbono en los suelos del tipo ferrítico.

Palabras claves: Secuestro de carbono, suelo ferrítico, pino.

INTRODUCCIÓN

Los contenidos de carbono en el suelo dependen de los principales factores a largo plazo relacionados con la formación del suelo, pero pueden ser fuertemente modificados –degradados o mejorados– por los cambios en el uso y el manejo de la tierra [FAO, 2002].

Dada la importancia del tema a nivel global en general y en nuestro país en particular, los estudios iniciados sobre secuestro de carbono en los suelos forestales cubanos [Morales *et al.*,

ABSTRACT

Ferritic soil type is the oldest of Cuban territory, characterized by big profound, erosion process susceptibility without any protection so that reforest it may be one sure way to increase carbon storage. The total extension through Pinar del Río, Matanzas, Camagüey, Holguín y Guantánamo provinces is the 1 875,62 km². Carbon contain was determines from organic matter (%) and apparent density of different soil profiles to 40 cm depth. One conclusion indicate that the major carbon storage take place when the soil is covered by pine plantation (mixed with coffee) of 7 and 19 years old. The objective of this paper is give to know carbon contain in Ferritic soil type.

Key words: Carbon storage, Ferritic soil, pine

2004 y Renda *et al.*, 2010] permitirán que en el país se pueda conocer el carbono retenido en los suelos de las áreas del patrimonio forestal y formular estrategias de mitigación a partir de datos nacionales y no de datos regionales para los países tropicales.

El tipo de suelo ferrítico se distribuye, al igual que los fersialíticos rojo parduzco ferromagnésico, por las regiones del país donde aparecen rocas ultrabásicas del tipo serpentinita, es-

pecíficamente en la vertiente norte de la isla de Cuba. Este tipo de suelo es el más antiguo de Cuba, y por su uso irracional ha sufrido intensos procesos erosivos, al observarse por las regiones de Mayarí y Marbajita (Cajálbana) fundamentalmente, cárcavas muy profundas mayores de 3 m de profundidad [IIS, 1973].

El objetivo del presente trabajo es determinar el contenido de carbono en los suelos del tipo ferrítico que se distribuye por diversas regiones forestales del país.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

En el occidente se destaca la región Marbajita con una superficie de 109,375 km², en Pinar del Río, mientras que en Camagüey alcanza un área de 395,62 km², y en el norte de oriente 1298,75 km².

En relación con la vegetación natural en este tipo de suelo, las especies más comunes son *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea* Barret y Golfari en la región occidental, y *Pinus cubensis* Griseb en la oriental. Se ha reforestado con *Eucalyptus* sp. y otras especies forestales. También es posible observar en este tipo de suelo, pero en menor grado, cultivos agrícolas y pastizales donde los procesos erosivos son muy intensos.

Se utilizaron los datos de los perfiles de suelo descritos en los estudios de suelo realizados por Frías *et al.* (1972), Ancízar *et al.* (1974), Renda *et al.* (1975), IIF (1985), Unda y Ancízar (1975) y González *et al.* (1983).

La determinación del contenido de carbono se realizó hasta los 40 cm de profundidad en cada uno de los perfiles seleccionados, sometidos a diferentes usos, perteneciendo a la Formación Forestal Pinar (*Pinus caribaea* y *Pinus cubensis*).

El contenido de carbono se determinó a partir del nivel de materia orgánica (%) existente hasta la profundidad indicada, que fue multiplicado por el factor 0,58, que significa que el 58 % de la materia orgánica es carbono, luego se multiplica por 10 000 para llevar a gramos tal contenido y este resultado se divide entre un 1 000 000 para convertirlo en tonelada. Finalmente el cociente (contenido de C en la materia orgánica) se multiplica por el valor de la densidad aparente

(peso volumétrico), según el comportamiento de la composición mecánica del suelo a la profundidad asumida para el cálculo de contenido de carbono, en este caso, a 40 cm de profundidad en 1 ha de suelo. Similar método fue utilizado por Bashkin & Binkley (1998), citado por Gutiérrez y Lopera (2001) y Mohamed *et al.* (2007).

El método de análisis de laboratorio utilizado en la determinación del contenido de materia orgánica fue el de Walkey y Black [IIF, 1978]. La densidad aparente se determinó directamente en los perfiles de suelo, utilizando anillos o cilindros volumétricos, y la composición mecánica por el método de la pipeta semiautomática [IIF, 1978].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dada su amplia vocación forestal ha sido estudiado y caracterizado a escala detallada en las regiones de Marbajita (Pinar del Río), San Miguel de los Baños (Matanzas), San Felipe (Camagüey), Pinares de Mayarí (Holguín) y Baracoa (Guantánamo) para fines de investigación y desarrollo forestal [Frías *et al.*, 1972; Ancízar *et al.*, 1974; Renda *et al.*, 1975; IIF, 1985; Unda y Ancízar, 1975 y González *et al.*, 1983]. También desde el punto de vista genético fue estudiado con mucha profundidad científica [Ruiz, 1988].

Según estos autores, son suelos muy lavados y profundos en las partes estables del relieve, con horizontes bien definidos de coloración rojiza púrpura, textura loam arcillosa en superficie y arcillosa en profundidad, presentando perdigones o concreciones ferruginosas de diversos tamaños, que en ocasiones se forma una coraza dura.

Como se observa en la *Tabla 1*, el contenido de arcilla en los primeros 40 cm de profundidad varía entre el 30 y el 59,5 %, mientras que el de arena entre el 17,5 y el 53 %. Tal redistribución de estas partículas conlleva a que el comportamiento del peso volumétrico o densidad aparente oscile entre 1,12 y 1,4 gm/cm³, siendo más bajo este valor en los perfiles que contienen mayor porcentaje de arcilla. Estas diferencias influyen fuertemente en el cálculo del contenido de carbono por ser este índice físico del suelo un componente fundamental del procedimiento utilizado en su cuantificación.

TABLA 1
Datos físicos del suelo ferrítico

Uso	Prof. (cm)	Altura msnm	Peso vol. (g/cm ³)	Análisis textural		
				Arena	Limo	Arcilla
Marbajitas <i>P. caribaea</i>	0-40	180	1,16	26,5	25,0	48,5
Marbajitas <i>P. caribaea</i> + café (con afectación)	0-40	175	1,40	53,0	15,87	31,12
Marbajitas con pastizal	0-40	110	1,35	46,0	20,5	33,5
Pinares de Mayarí, <i>P. cubensis</i>	0-40	600	1,12	17,5	23,0	59,5
Pinares de Mayarí, <i>P. cubensis</i> + café (con afectación)	0-40	600	1,12	22,14	31,86	45,00
San Felipe (Camagüey)	0-40	140	1,35	41,2	16,8	42,00
Oriente (Baracoa)	0-40	430	1,4	30,5	39,5	30,0

Desde el punto de vista químico puede observarse en la *Tabla 2* que la suma de bases cambiables no excede los 11,5 cmol x kg⁻¹ debido al efecto de la fertilización al cultivo de café bajo dosel de la cubierta de pinares naturales en la región de Marbajita, pero al no estar asociado a este cultivo solo llega a 5,66 cmol x kg⁻¹. En sentido general, en las cuatro regiones estudiadas su nivel de bases cambiables varía entre 3,66 y 8,97 cmol x kg⁻¹ cuando no está asociado al cultivo del café.

Es significativo que el nivel de materia orgánica hasta los 40 cm de profundidad oscila entre el

0,65 y el 5,0 %, según el uso a que esté sometido (*Tablas 1 y 2*). El contenido más bajo (0,65 %) se corresponde cuando está ocupado por pastizales en la zona de Marbajita, mientras que el más alto (5,0 %) estuvo cubierto por una plantación de *Pinus caribaea* en la región de Baracoa con siete años de edad [González *et al.*, 1983].

Al igual que la densidad aparente, el contenido de materia orgánica es indicador clave para el cálculo de la cantidad de carbono que resulte susceptible de almacenarse en el suelo, de ahí que de acuerdo con el uso que se someta el suelo se comporta el nivel de materia orgánica.

TABLA 2
Algunos datos químicos y contenido de carbono del suelo ferrítico

Uso	Prof. (cm)	Contenido de MO (%)	Contenido de carbono (t/ha)	pH (en agua)	Cationes cambiables (cmolkg ⁻¹)				
					Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	Suma
Marbajitas <i>P. caribaea</i>	0-40	1,56	41,98	6,0	3,0	2,5	0,06	0,1	5,66
Marbajitas <i>P. caribaea</i> + café (con afectación)	0-40	2,77	89,96	5,27	3,0	8,25	0,30	-	11,55
Marbajitas con Pastizal	0-40	0,65	20,35	6,5	3,0	2,5	0,06	0,1	5,66
Pinares de Mayarí, <i>P. cubensis</i>	0-40	2,70	70,15	6,0	1,5	2,5	0,05	-	4,05
Pinares de Mayarí, <i>P. cubensis</i> + café (con afectación)	0-40	4,60	119,52	6,00	1,9	2,7	0,12	-	4,72
San Felipe (Camagüey)	0-40	4,00	125,2	5,9	2,40	1,20	0,06	-	3,66
Oriente (Baracoa)	0-40	5,00	162,4	6,3	6,68	1,65	0,38	0,26	8,97

De acuerdo con este criterio, puede observarse en la *Tabla 2* que el mayor contenido o cantidad de carbono acumulado se encuentra en el sitio de Baracoa con 162,4 t/ha, siguiéndole en orden San Felipe con 125,2 t/ha, cubiertos ambos por plantaciones de *Pinus caribaea* con edades entre siete y diecinueve años, mientras que en los pinares naturales con edades desconocidas en Marbajita (*Pinus caribaea*) y Mayarí (*Pinus cubensis*) oscila entre 41,98 y 70,15 t/ha. Tal diferencia naturalmente se debe al contenido de materia orgánica y al peso volumétrico presente en cada perfil de suelo estudiado.

Aunque se muestran los datos fisico-químicos de un solo perfil de suelo al estar ocupado por pastizales, es significativo que el contenido de materia orgánica sea muy bajo (0,65 %) y consecuentemente el de carbono de 20,35 t/ha, a pesar de tener propiedades fisico-químicas similar al estar ocupado por pinares, lo que indica que con este tipo de cobertura vegetal el suelo almacenaría mucho menos cantidad de carbono, que en este caso sería casi ocho veces en relación con la plantación en Baracoa y dos veces en relación con los pinares naturales de Marbajita.

De acuerdo con el estudio del contenido de humedad, indicó que la capacidad de campo varía entre el 26,8 y el 38,3 %, repercutiendo en el desarrollo y crecimiento de los árboles [Unda y Ancízar, 1975], y pudiendo alcanzar el crecimiento de los árboles de *Pinus caribaea* a los dieciséis años 35,1 m³/ha en la región de Marbajita; sin embargo, en la meseta de San Felipe, con esta misma especie forestal, a los diecinueve años con aplicación de fertilizante el volumen por hectárea resultó de 200 m³, atribuyéndose este grado de desarrollo –aparte de la fertilización– a las buenas condiciones hidrofísicas del suelo. Con estos dos ejemplos se muestra la potencialidad de este tipo de suelo en el establecimiento y desarrollo para esta importantísima especie de pino cubano en la economía nacional y consecuentemente en el secuestro de carbono.

CONCLUSIONES

- Los suelos ferríticos tienen su mayor acumulación de carbono en plantaciones de

Pinus caribaea con edades entre siete y diecinueve años, con valores entre 162,4 y 125,2 t/ha.

- Al estar ocupado en Marbajita por pinares naturales con *Pinus caribaea*, alcanza 41,98 t/ha, mientras que al estar plantado con *Pinus cubensis* en Mayarí resultó de 70,15 t/ha.
- Tanto en Marbajita como en Mayarí, al asociarse el cultivo del café con el pino, la acumulación de carbono aumenta, llegando a valores de 89,96 y 119,52 t/ha respectivamente.
- Cuando este tipo de suelo está ocupado por pastizales, el contenido de carbono disminuye notablemente a 20,35 t/ha.

BIBLIOGRAFÍA

- ANCIZAR, A., RENDA, A., ESPÍN, G. 1974. *Estudio de los suelos de la Unidad Docente Cajalbana*. La Habana. Centro de Investigación y Capacitación Forestal.
- BASHKIN, M. A & BINKLEY, D. 1998. «Changes in soil carbon following afforestation in Hawaii». *Ecology* 79 (3): 828-833.
- FAO. 2002. *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra*. Capítulo 2: «La evaluación del almacenamiento del carbono en el suelo y los principales cambios», Dpto. de Desarrollo Sostenible. No. 96. pp. 1-8.
- FRIAS, G.; JIMÉNEZ, M.; HORSTEIN, F.; AWAN, A. B. 1972. *Los suelos de la Meseta de San Felipe*. La Habana. Centro de Investigación y Capacitación Forestal. p. 16.
- GONZÁLEZ, A.; MERCADET, A.; MORENO, V. 1983. «Comportamiento de orígenes geográficos de *Pinus caribaea* en Cuba». *Revista Forestal Baracoa* (CU) Vol. 13 (2): 57-102.
- GUTIÉRREZ VÉLEZ, V.; H Y LOPERA, ARANGO, G, J. 2001. Metodología para la cuantificación de existencias y flujo de carbono en plantaciones forestales. Simposio Internacional Medición y Monitoreo de la Captura de Carbono en Ecosistemas Forestales, 18 al 20 de octubre del 2001, Valdivia, Chile.
- INSTITUTO DE SUELOS (IIS). 1973. *Génesis y clasificación de los suelos de Cuba*. La Habana. Academia de Ciencia de Cuba. p. 315.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES (IIF). 1978. *Manual de análisis del laboratorio de suelos, foliar y aguas*. La Habana.
- INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FORESTALES. 1985. «Informe Final del Tema 908-12 sobre particularidades de suelos forestales de Cuba». La Habana. p. 18.
- MOHAMED, I. ET AL. 2007. «Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua». *Revista Agroforestería en las Américas* (CR). No. 45.
- RENDA, A.; UNDA, A.; PULIDO, R. 1975. *Los suelos del Plan Forestal San Miguel de los Baños, provincia Matanzas*. Centro de Investigación Forestal. Informe Técnico. La Habana. p. 50.

RUIZ, J. 1988. «Particularidades de la formación y uso agrícola de los suelos del macizo montañoso Sagüa-Baracoa». Tesis en opción al grado Científico de Doctor en Ciencias Forestales. La Habana. p.103.

RENDA, A.; RODRÍGUEZ, Y.; MERCADET, A. 2010. «Contenido de carbono en algunos suelos forestales de Cuba. Parte I: Ferralítico Rojo Amarillento». Inédito. La Habana. Cuba. p. 8.

UNDA, A., ANCIZAR, A. 1975. «Influencia del contenido de agua del suelo en el crecimiento y desarrollo de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en el bosque de Cajalbana». La Habana. Centro de Investigación Forestal. p. 26.

URL:<http://www.cipav.org.co/.../almacenamiento%20de%20carbono%20en%20el%20suelo%20y%20la%20>

RESEÑA CURRICULAR

Autor principal: Yolanis Rodríguez Gil.

Ingeniero Agrónomo, Máster en Geografía, Medio Ambiente, Ordenación Territorial en la mención de Hidroclimatología y Manejo de Cuencas, labora en el Grupo de Medio Ambiente del Instituto de Investigaciones Agro-Forestales. Realiza trabajos de investigación en temas relacionados con el Manejo de Cuencas y el Medio Ambiente. Ha impartido conferencias y asesoramientos a personal técnico y a especialistas en la agricultura urbana. Obtuvo Premio Organismo perteneciente al Ministerio de la Agricultura en 2010. Ha participado en eventos nacionales e internacionales.

Instituto de Investigaciones Agro-Forestales

Patentes

- Uso de bioestimulantes en la resinosis inducida.

Otras ofertas

- Turismo científico.
- Posturas forestales y frutales.
- Literatura científica y materiales informativos.
- Semillas forestales.
- Aceite trementina, colofonia.