



Comportamiento del carbono orgánico según el uso de Suelos Pardos de la Finca "La Rosita"

Behavior of organic carbon organic carbon, according to the use of Brown Soils of "La Rosita" farm

 Dania Vargas-Blandino^{1*},  Dagoberto López-Pérez²,
 Alberto Hernández-Jiménez¹,  Marisol Morales-Díaz³

¹Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

²Finca "La Rosita", de la UJC Nacional. Cuba

³Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT), calle 2 y 1, No. 17200, Santiago de Las Vegas, La Habana, Cuba

RESUMEN: Teniendo en cuenta la importancia que tiene, actualmente, el cambio del carbono orgánico en los suelos, según su manejo, se realiza un estudio del cambio del contenido en Reservas de Carbono Orgánico (RCO) en suelos Cambisoles y Vertisoles, como referentes de un paisaje del ecosistema del pediplano de Jaruco-Campo Florido, con clima tropical de humedad alternante, en provincia Mayabeque, Cuba. Se pudo comprobar que en suelos Cambisoles vérticos, bajo arboleda de mango (*Mangifera indica*) con pastizales y con pastizales solamente, el contenido en RCO aumenta en 1,87 t ha⁻¹ año⁻¹, para la capa de 0.-30 cm del espesor superior del suelo; mientras que, en estos mismos suelos bajo cultivo, hay pérdidas, en la capa de 0-30 cm, de 0,53 a 1,20 t/ha/año en RCO. Se demuestra, además, que en Vertisoles mólicos, bajo arboleda de mango (*Mangifera indica*), o bajo pastizales, aumenta el contenido en carbono orgánico entre 0,11 a 0,14 t/ha/año, para la capa de 0-30 cm del espesor superior del suelo; pero en la variante bajo cultivo de 10 años, disminuye hasta 1,92 t/ha/año, para la misma capa de 0-30 cm.

Palabras clave: Propiedades edafológicas, degradación, cambio climático.

ABSTRACT: Considering the current importance of the change of organic carbon in soils, according to their management, a study of the change in the content of Organic Carbon Reserves (OCR) in Cambisols and Vertisols soils was carried out, as a reference of a landscape of the Jaruco-Campo Florido pediplane ecosystem, with tropical climate of alternating humidity, in Mayabeque province, Cuba. It was found that in vertic Cambisols soils, under mango grove (*Mangifera indica*) with pastures and with pastures only, OCR content increases in 1.87 t ha⁻¹ year⁻¹, for the 0-30 cm layer of the upper thickness of the soil. In these same soils under cultivation, there are losses, in the 0-30 cm layer, from 0.53 to 1.20 t ha year in OCR. It is also shown that in mellow Vertisols, under mango grove (*Mangifera indica*), or under pasture, the organic carbon content increases between 0.11 to 0.14 t ha year, for the 0-30 cm layer of the upper soil thickness; but in the variant under cultivation for 10 years, it decreases to 1.92 t ha year, for the same 0-30 cm layer.

Key Words: edaphological properties, classification, climate change.

INTRODUCCIÓN

El suelo es uno de los componentes más importantes de los ecosistemas, junto al clima, la fauna y la actividad biológica. Actualmente, un factor importante que está incidiendo en las propiedades de los suelos, lo constituye la actividad del hombre (1-3). Es bien conocido la importancia

que tiene, actualmente, el contenido de carbono en el suelo, tanto desde el punto de vista de degradación de las propiedades del suelo, como en la mitigación del cambio climático (4) La retención de carbono en los suelos y su posible enriquecimiento con los manejos agrícolas se ha convertido en un tema de actualidad, a investigar por los edafólogos en el mundo.

*Autor para correspondencia: dvblandino@gmail.com

Recibido: 20/01/2021

Aceptado: 28/09/2021

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



En los últimos años, se vienen realizando investigaciones al respecto. En Brasil, se han obtenido resultados sobre las reservas y flujo de carbono en sistemas naturales y agrícolas (5). Por su parte, en México, se tienen resultados novedosos sobre el contenido y variación de carbono orgánico en suelos, según su manejo (6,7). Además, en pastizales subalpinos se han obtenido resultados sobre los cambios en el carbono (8). En los últimos años, en la Amazonía, se determinan los cambios en el contenido de Carbono Orgánico, antes y después de la deforestación (9).

Para Cuba, es necesario encaminar estos estudios en los suelos de los ecosistemas, por provincia, para sentar las bases para el desarrollo local en relación con la mitigación del cambio climático y la producción de alimentos (9). De suma importancia para la producción de alimentos, en Cuba, es la provincia Mayabeque, la cual tiene como objetivo principal abastecer de alimentos a la provincia de la Habana, además de los pequeños pueblos y ciudades que le pertenecen. En Mayabeque, se pueden separar siete ecosistemas, de los cuales, tres de ellos son los de mayor importancia agrícola (10).

Uno de estos ecosistemas lo constituye el caso específico del ecosistema de la llanura cársica, con suelos Ferralíticos Rojos y Ferralíticos Rojos Lixiviados (FRL), donde se ha podido determinar cuánto pierde en carbono el suelo FRL por el cultivo continuado y cómo influye en sus propiedades (11). Además, se ha cuantificado las ganancias o pérdidas de carbono en estos suelos por el manejo, ya sea en arboledas de muchos años, plantaciones de frutales, pastizales o cultivo continuado (12). Otro ecosistema de importancia, sobre todo para la ganadería y la producción de viandas y granos (maíz y frijoles), es el ecosistema del pediplano Campo Florido-Jaruco, con suelos Pardos, Vertisoles y Húmicos Calcimórficos. Teniendo en cuenta lo anterior, iniciamos investigaciones edafológicas, en este ecosistema, para conocer el comportamiento del carbono en suelos Pardos, en fincas de producción agrícola y pecuaria intensiva.

En la finca "La Rosita", ubicada en el municipio Habana del Este, La Habana, que tiene producciones de granos, viandas, hortalizas, leche, carne y huevos durante todo el año, se comenzó a investigar cuánto gana o pierde el carbono del suelo Pardo, según su manejo. Los suelos de esta finca fueron estudiados, inicialmente, para una Tesis de Maestría, en la cual se demuestra que los suelos predominantes son, principalmente, del tipo genético de suelos Pardos formados de rocas carbonatadas, en relieve ondulado, medianamente a poco profundos, con arcilla tipo 2:1 (13). Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo es conocer el estado (ganancia o pérdida) del carbono de los suelos Pardos en la finca la Rosita, después de 15 años de haber sido caracterizados.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona en estudio tiene una superficie de 32,29 ha y se localiza en la Carretera de Minas a Campo Florido, dos km antes de llegar a Campo Florido. Presenta un clima tropical

subhúmedo, relativamente seco, con precipitación promedio anual de 1.200 mm, temperatura media de 24,5 °C y relieve ondulado a alomado; el material de origen es de calizas del Oligoceno, constituida por margas (carbonato de calcio de textura arcillosa), en combinación con lutitas y serpentinitas del Cretáceo, con desarrollo de suelos Pardos en las partes altas y de pendiente del relieve y Vertisoles en muchas partes llanas (depresiones) (13). Para el trabajo se partió de investigaciones precedentes sobre las características de los suelos Pardos estudiados (13). Siguiendo el método geográfico comparativo, se seleccionaron cinco perfiles de estos suelos, con diferentes coberturas de vegetación, se realizó el muestreo por triplicado (excepto el perfil D-8), en los meses de febrero y marzo de 2020. En las Tablas de este trabajo se presenta el promedio de los análisis del muestreo por triplicado.

Se utiliza la clasificación de suelos de (14) para los resultados de los suelos en el 2020 y la clasificación de suelos (15), que fue la que se utilizó en el trabajo edafológico de la Finca "La Rosita" en el año 2005 (12). Los perfiles de suelos Pardos con su uso se realizaron de acuerdo a la clasificación de suelos de (15) para el estudio realizado en el año 2005 y la clasificación de suelos de (14) para los estudios de 2020.

Para este estudio se presentan los resultados del comportamiento de las Reservas de Carbono Orgánico (RCO) en los cinco perfiles de suelos Pardos formados de roca carbonatada, tomando como referencia los datos de caracterización realizadas anteriormente (13). Los muestreos se realizaron en la capa superior del perfil, donde ocurren los cambios más importantes en relación con el carbono del suelo en este período de tiempo. Estos muestreos se hicieron para las capas de 0-10 y 10-30 cm, en el área alrededor donde se caracterizó el perfil de suelo.

El cálculo del contenido de COS se realizó por la determinación de las Reservas de Carbono Orgánico del suelo, con la ecuación:

$$COS = Dv(mg\ m^{-3}) \times CO(\%) \times espesor(en\ cm) \times (1 - I)$$

Donde:

Dv (Densidad de volumen): la densidad de volumen del suelo se determinó en campo por el método del cilindro, mediante el uso de un cilindro de 100 cc de volumen y con determinación de la humedad en estufa a 105 °C por 24 horas, hasta peso constante;

I: el porcentaje que pueda haber de Inclusiones (nódulos ferruginosos, gravas o piedras). En el caso de los suelos que se estudiaron no se presentan Inclusiones para las capas superiores del perfil, por lo que no se aplica esta parte de la fórmula.

La materia orgánica (MO) se determinó mediante el procedimiento de combustión húmeda (Walkley & Black). Luego, a partir del % de MO, aplicando el factor empírico equivalente a 1.724, se determinó el % de carbono orgánico (CO).

Las ganancias o pérdidas de COS se calcularon al comparar los resultados de los perfiles estudiados en el 2005 y los muestreos realizados en 2020, lo que nos da una diferencia de 15 años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hasta el momento, en Cuba, existen muy pocos resultados del cambio de las propiedades de los suelos Pardos ocasionados por el cultivo. Recientemente, se reportan resultados obtenidos sobre el cambio de propiedades de suelos Pardos bajo bosque secundario, bajo cultivo y, posteriormente, como pastos y bajo cultivo permanente (16).

En este trabajo, se obtiene que, en los perfiles estudiados, las RCO, en el suelo Pardo esléptico y vértico, con arboleda de mangos o con pastizales con arbustos, para la capa de 0-10 cm se presentan valores de 23 t ha⁻¹ y para la capa de 0-30 cm, no es mayor de 52 t ha⁻¹. Los valores más bajos para la capa de 0-10 cm se obtuvo en el perfil D-6, que es un suelo erosionado y muy poco profundo, en una pendiente de 15 % (Tabla 1) (15); según datos de (13).

Sin embargo, los resultados obtenidos después de 15 años con manejos algo diferentes muestran que en aquellos suelos que se pusieron bajo cultivo, el contenido de RCO disminuyó (perfiles D-7 y D-8) mientras que en los

que estuvieron bajo cultivos de arboleda de mangos con pastizales (perfil D-1) o bajo pastizales (perfiles D-10 y D-6), estas reservas aumentaron (Tabla 2).

En el perfil D-1, los aumentos para la capa de 0-10 cm fueron mayores, igualmente para los perfiles D-10 y D-7, bajo pastizales. En los perfiles D-7 y D-8, que estaban bajo pastos o pastos con arbustos, y que en los últimos años se pusieron bajo cultivo, las RCO disminuyeron. Teniendo en cuenta estos resultados, al comparar las RCO en el año 2005 para estos suelos, y en el año 2020, con una diferencia de 15 años, se obtienen ganancias y pérdidas promedio por año de RCO, para estos suelos, según su manejo (Tabla 3).

Las ganancias en RCO en el perfil D-1, bajo arboleda de mangos con pastizales para la capa de 0-10 cm no sobrepasa 1 t ha⁻¹ año⁻¹, mientras que para las capas de 0-20 y 0-30 cm aumenta un poco más. En los perfiles D-10 y D-6, bajo pastizales, es un poco menor esta ganancia de RCO por año, para la capa de 0-10 cm, lo que puede atribuirse que bajo la arboleda de mango hay enriquecimiento en carbono no solamente por los

Tabla 1. Datos de las Reservas de Carbono Orgánico (RCO) en mg ha⁻¹ en suelos Pardos, estudiados en 2005

No. Perfil	Suelo y vegetación	Capas de suelo en cm		
		0-10	0-20	0-30
D-1	Pardo vértico bajo arboleda de mangos	21	35	52
D-10	Pardo mullido bajo pastizales	18	33	46
D-7	Pardo vértico bajo cultivo	19	38	49
D-6	Pardo háplico bajo pastizales, muy erosionado	13	20	Nd
D-8	Pardo vértico bajo pastizales	23	41	51

Tabla 2. Datos de Reservas de Carbono Orgánico (RCO) en mg ha⁻¹, en suelos Pardos, tomados en febrero 2020

No. Perfil	Profundidad cm	MO %	CO %	Dv kg dm ⁻³	RCO mg ha ⁻¹	Capas de suelo en cm		
						0-10	0-20	0-30
D-1	0 - 10	4,17	2,42	1,19	28,80	29	54	78
	10 - 30	3,24	1,88	1,32	49,63			
D-10	0 - 10	4,56	2,65	0,99	26,2	26	50	74
	10 - 30	4,01	2,33	1,02	47,5			
D-7	0 - 10	1,53	0,88	1,15	10,1	10	20	31
	10 - 30	1,30	0,75	1,35	20,4			
D-6	0 - 10	4,41	2,56	0,97	24,8	25	Nd	Nd
D-8	0 - 9	2,53	1,47	0,90	11,91	14	32	43
	9 - 24	2,98	1,73	1,08	28,30			
	24 - 38	2,21	1,39	1,19	19,92			

Tabla 3. Cálculo de ganancias o pérdidas de carbono orgánico en los suelos Pardos formados de rocas carbonatadas en la Finca "La Rosita" (en t ha⁻¹ por capas, en cm)

No. Perfil	Año 2005			Año 2020			Ganancia o pérdida neta			Ganancia o pérdida en t ha ⁻¹ año ⁻¹		
	0-10	0-20	0-30	0-10	0-20	0-30	0-10	0-20	0-30	0-10	0-20	0-30
D-1	18	35	52	32	57	80	+14	+22	+28	+0,93	+1,47	+1,87
D-10	18	33	46	26	50	74	+8	+17	+28	+0,53	+1,13	+1,87
D-7	19	38	49	10	20	31	-9	-18	-18	-0,60	-1,20	-1,20
D-6	13	20	Nd	25	Nd	Nd	+12	Nd	Nd	+0,80	Nd	Nd
D-8	23	41	51	14	32	43	-9	-9	-8	-0,60	-0,60	-0,53

pastizales entre los árboles, sino también, por la cantidad de hojas que deja esta arboleda.

Es notable que la ganancia en RCO en estos suelos tanto bajo arboledas de frutales con pastos, como bajo pastizales sea menor que lo que se obtiene en suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados (FRL) del ecosistema de estos suelos en la propia provincia de Mayabeque, lo que puede atribuirse a dos cosas, por una parte la incidencia de una cantidad menor de lluvias y por otra que en los suelos FRL, a pesar que tienen arcilla del tipo 1:1 (caolinitas), que fijan menos carbono que las arcillas del tipo 2:1 (montmorillonita), que predomina en los suelos Pardos, tienen una buena cantidad de hierro que es un elemento que capta carbono rápidamente en el suelo (17). Debe señalarse que en el suelo las sustancias que captan carbono más rápidamente son la ceniza volcánica (ausente en los suelos de Cuba), el hierro libre y los carbonatos de calcio (18). Estos cambios en las pérdidas y ganancias de carbono en el suelo por el manejo, en el tiempo, puede llevar a cambios en sus propiedades y por tanto en su clasificación; sobre todo teniendo en cuenta los avances en las clasificaciones de suelo en los últimos años (19). Teniendo en cuenta estos avances y los resultados obtenidos hemos aplicado la Clasificación de Suelos 2015, en estos perfiles, encontrando en ellos diferencias notables (Tabla 4).

El perfil D-1, mantiene su misma clasificación, aunque el contenido en carbono tiene una tendencia a aumentar, hasta llegar a obtener valores en materia orgánica igual o mayor de 4 %, para la capa de 0-20 cm del espesor superior del suelo, lo que lo pondría en el subtipo húmico, pero aún no lo alcanza, es realmente una tendencia, en varios años bajo este manejo lo alcanzaría (Tabla 4). En el caso del perfil D-10, que se clasificó como suelo Pardo mullido, en el año 2020, presenta un contenido en materia orgánica ligeramente mayor de 4 % para los primeros cm del horizonte superior, por lo que hay que clasificarlo como mullido y húmico, según la clasificación más actualizada de 2015.

Por otra parte, los perfiles de suelo D-7 y D-8, han perdido 0,60 t ha⁻¹ año⁻¹, para la capa superior de 0-10 cm, lo que se debe, no solamente a la oxidación de la materia orgánica por el cultivo, sino también, posiblemente, a pérdidas de carbono con la erosión, ya que estos suelos están en pendiente. Esto al aplicar la clasificación actual (14), los coloca en el subtipo erogénico (Tabla 4).

El perfil D-6 que se clasificó como ócrico y lítico, ha ganado en carbono orgánico para la capa superior de 0-10 cm. Este suelo estaba erosionado, ya que según (12)

era un perfil BA-BkCk, con colores claros en superficie y ahora tiene el horizonte A bien desarrollado, con un contenido alto en materia orgánica y con colores gris oscuro. Todo esto es debido a la acción de los pastizales, siendo la ganancia en carbono de 0,60 t ha⁻¹ año⁻¹, como promedio, en estos últimos 15 años. Como está erosionado debido a los manejos antiguos, debe ser erogénico, pero nos preguntamos cómo un suelo erogénico tiene un contenido tan alto en materia orgánica, por esto es posible que en un futuro estos suelos puedan clasificarse posterogénicos, como plantean Tonkonogov y Gueraimova en 2005 (20). Es decir, el hombre provocó el proceso erosivo, pero como han estado en barbecho con pastos durante tantos años, tiene que reflejarse en su clasificación esta acción, por eso hay que ver en un futuro para suelos erosionados que han estado en barbecho el concepto de posterogénico; acorde a los principios actuales de la clasificación de los suelos en el mundo que debe reflejarse la acción antropogénica en ellas (21).

Para los suelos erogénicos (perfiles D-7 y D-8), hay que estudiar y aplicar tecnologías de manejo que conlleven a la conservación y mejora de las propiedades de ellos. Puede pensarse en medidas anti erosivas como recomienda (20); pero los resultados de costo que plantea la aplicación de estas medidas son altamente costosas, sobre todo, al hacer el cálculo de las mismas contra el dinero invertido, la medida de conservación conlleva a un costo de 8 000 pesos cubanos por hectárea y, en ese caso, hay que hacer una evaluación de la relación Beneficio:Costo que llevaría su aplicación, para no ocasionar pérdidas económicas (22).

Finalmente, es necesario destacar que las ganancias en carbono de los perfiles que se obtienen en este estudio es una muestra palpable de los servicios ambientales que realiza el suelo, como un componente en los ecosistemas muy importante para la captura y secuestro de carbono, como bien reflejan (19).

CONCLUSIONES

- Los suelos Pardos formados de rocas carbonatadas de la Finca la Rosita cambian en las reservas de carbono, en el tiempo.
- Debe considerarse para la clasificación de los suelos de Cuba los cambios en el tiempo en las propiedades del suelo, que pueden conllevar hasta cambios en el tipo o subtipo de suelos.

Tabla 4. Cambios en la Clasificación de Suelos, provocado por la antropogénesis en 15 años de manejo

No. Perfil	Clasificación del Suelo en 2005	Clasificación del Suelo en 2020
D-1	Pardo vértico y cálcico, lavado	Pardo eslítico, vértico y cálcico lavado
D-10	Pardo mullido y cálcico, medianamente lavado	Pardo mullido, húmico y cálcico, medianamente lavado
D-7	Pardo vértico y cálcico, medianamente lavado	Pardo erogénico, eslítico y cálcico, medianamente lavado
D-6	Pardo ócrico y lítico, carbonatado	Pardo posterogénico (¿?) y lítico, carbonatado
D-8	Pardo vértico y cálcico, lavado	Pardo erogénico, vértico y cálcico, carbonatado

- Los suelos Pardos de la Finca la Rosita, bajo arboleda con pastizales o con pastizales, ganan en reservas de carbono orgánico, pero bajo cultivo se obtienen pérdidas en las reservas de carbono orgánico.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda buscar medidas de manejo efectivo para los suelos de esta Finca, con el objetivo de no causar pérdidas en sus propiedades y obtener rendimientos de los cultivos que den beneficio económico.
- Continuar este tipo de estudios en los suelos más importantes del ecosistema del pediplano Campo Florido a Jaruco, con suelos Pardos, Vertisoles y Húmico Calcimórficos, que servirían a la provincia Mayabeque para trazar una estrategia de manejo de suelos en este ecosistema, con el fin de capturar carbono y obtener buenos rendimientos agrícolas en la producción de alimentos.
- Con los resultados obtenidos se recomienda calcular el aporte de captura de carbono, anualmente, en suelos Pardos de pastizales, en el ecosistema de Campo Florido a Jaruco.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Jiménez AH, Macías LV, Basurto CAN, Mantuano FWV, Cedeño AMG, Arrieta MV, et al. Impactos del cambio de uso de la tierra en la microcuenca Membrillo, Manabí, Ecuador. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(1):59-65.
2. Viciado DO, Hernández A, Rodríguez M, Lizcano R, Calero A, Peña K. Effects of land-use change on Nitisols properties in a tropical climate. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2018;71(3):8601-8.
3. Bernal-Fundora A, Hernández-Jiménez A. Influencia de diferentes sistemas de uso del suelo sobre su estructura. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(4):50-7.
4. Lal R, Follett RF, Stewart BA, Kimble JM. Soil carbon sequestration to mitigate climate change and advance food security. *Soil science*. 2007;172(12):943-56.
5. Cerri CC, Bernoux M, Blair GJ. 'Reservas y flujo de carbono en sistemas naturales y agrícolas del Brasil y las implicaciones para el balance global de CO₂. *Terra Latinoamericana*. 1996;14(1):1-12.
6. Acevedo DC, Hernández Acosta E, Maldonado Torres R, Álvarez Sánchez ME, Acevedo DC, Hernández Acosta E, et al. Variabilidad espacial del carbono en un suelo después de 10 años de retiro e incorporación de residuos de cosecha. *Terra Latinoamericana*. 2015;33(3):199-208.
7. Bojórquez Serrano JI, Castillo Pacheco LA, Hernández Jiménez A, García Paredes JD, Madueño Molina A. Cambios en las reservas de carbono orgánico del suelo bajo diferentes coberturas. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(4):63-9.
8. Hunziker M, Caviezel C, Kuhn NJ. Shrub encroachment by green alder on subalpine pastures: Changes in mineral soil organic carbon characteristics. *Catena*. 2017;157:35-46.
9. Fujisaki K, Perrin A-S, Garric B, Balesdent J, Brossard M. Soil organic carbon changes after deforestation and agrosystem establishment in Amazonia: An assessment by diachronic approach. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 2017;245:63-73.
10. Hernández Jiménez A. Ecosistemas y suelos de la provincia de Mayabeque, Cuba. In Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas; 2020. p. 19.
11. Hernández-Jiménez A, Vargas-Blandino D, Bojórquez-Serrano JI, García-Paredes JD, Madueño-Molina A, Morales-Díaz M. Carbon losses and soil property changes in ferralic Nitisols from Cuba under different coverages. *Scientia Agricola*. 2017;74:311-6.
12. Carnero-Lazo G, Hernández-Jiménez A, Terry-Alfonso E, Bojórquez-Serrano JI. Changes in organic carbon stocks in lixiviated red ferralitic soils from Mayabeque, Cuba. *Revista bio ciencias [Internet]*. 2019;6. Available from: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-33802019000100136&script=sci_arttext
13. López D. Confeción de un Sector de Referencia en la finca "La Rosita" de la UJC Nacional como fundamento para el manejo de los suelos en la producción agropecuaria [Internet] [Maestría]. [Mayabeque, Cuba]: Universidad Agraria de la Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez"; 2007. 98 p. Available from: https://scholar.google.com/cu/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&q=L%2C3%B3pez%2C+D.+Confecci%2C3%B3n+de+un+Sector+de+Referencia+en+la+finca+%E2%80%9CLa+Rosita+%E2%80%9D+de+la+UJC+Nacional+como+fundamento+para+el+manejo+de+los+suelos+en+la+producci%2C3%B3n+agropecuaria.+%5BTesis+de+Maestr%2C3%ADa%5D%3B+UNAH.+2007.+98+p.&btnG=
14. Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. 2015;93:91.
15. Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Rivero L. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba, 64pp. AGRINFOR, ISBN. 1999;959-246.
16. Socarrás Armenteros Y, Hernández Jiménez A, Terry Alfonso E, González Cañizares PJ, Sánchez Iznaga ÁL, Delgado Cabrera O. Cambios en las propiedades morfológicas de suelos Pardos sialíticos sometidos a diferentes manejos agrícolas en Cuba. *Idesia (Arica)*. 2019;37(3):47-53.
17. Verchinin, PV. Fase sólida del suelo como fundamento de su régimen físico. In: *Fundamentos de Agrofísica*. Rusia: Fizmatlit; 1959. p. 209-404.
18. Bojórquez JI, Hernández Jiménez A. La captura de Carbono Orgánico en los Suelos. In Nayarit, México: Escuela de Agricultura de la Universidad Autónoma de Nayarit; 2018. p. 24.
19. Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Speck NC. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*. 2019;40(1).
20. Tonkonogov VD, Guerasimova MI. Agrogenic pedogenesis and soil evolution. In México: Instituto de Geología, UNAM; 2005. p. 79-80. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-5936201300030007

21. Blum WE, Schad P, Nortcliff S. *Essentials of Soil Science: soil formation, functions, use and classification (World Reference Base, WRB)* [Internet]. Germany: Gebr. Borntraeger Science Publishers; 2017. 171 p. Available from: [https://books.google.com.cu/books?hl=es&lr=&id=r6qeEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=21.+Winfried+E.H.+Blum,+Peter+Schad,+Stephen++Nortcliff.+2018:+Essentials+or+Soil+Science.+Soil+formation,+functions,+use+and+classification+\(Woird+Reference+Base\).+Bomtraeger+Science+Publishers,+Stuttgart+2018.+ISBN:+978-3-443-01090-4.171+p%C3%A1ginas.&ots=D3shPvuFqE&sig=wIQdUPSfvNfwGXWqpLCZINiCi0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.cu/books?hl=es&lr=&id=r6qeEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=21.+Winfried+E.H.+Blum,+Peter+Schad,+Stephen++Nortcliff.+2018:+Essentials+or+Soil+Science.+Soil+formation,+functions,+use+and+classification+(Woird+Reference+Base).+Bomtraeger+Science+Publishers,+Stuttgart+2018.+ISBN:+978-3-443-01090-4.171+p%C3%A1ginas.&ots=D3shPvuFqE&sig=wIQdUPSfvNfwGXWqpLCZINiCi0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
22. Fuentes Soto AndrésO, Rosales del Toro U, Rodríguez Lozano D, Castellanos Piña N. *Poligono Nacional de conservacion de suelos ,agua y bosques* [Internet]. 1st ed. Cuba: INFOIIMA; 2019 [cited 18/10/2022]. 315 p. Available from: <https://isbn.cloud/9789592850583/poligono-nacional-de-conservacion-de-suelos-agua-y-bosques/>