



SUELO

ARTÍCULO ORIGINAL

<https://cu-id.com/2284/v13n1e05>

Variación del carbono orgánico en suelo Pardo mullido carbonatado monocultivado con caña de azúcar durante 35 años en Cuba

Organic carbon variation in sugarcane cropping Pardo mullido carbonatado soil during 35 years in Cuba

Dra.C. Emma Pineda-Ruiz¹, Dra.C. Maribel González-Hidalgo¹, Dr.C. Mario de León-Ortiz¹,
Dr.C. Rafael Villegas-Delgado¹, MSc. Rafael Más-Martínez¹, MSc. Reinaldo Mora-Varona¹

¹ Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, ETICA Centro, Villa Clara, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba.

¹ Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA), Boyeros, La Habana, Cuba.

RESUMEN. El trabajo se desarrolló en ETICA Centro Villa Clara a partir de determinaciones de carbono orgánico del suelo (COS), realizadas en la capa arable de parcelas de experimentos cultivados con caña de azúcar durante 35 años (1986-2021) en suelo Pardo mullido carbonatado. Para ello se tomaron los datos de carbono orgánico correspondientes a los tratamientos testigos de experimentos diseñados para el estudio de la fertilización mineral del cultivo, con el objetivo de evaluar el comportamiento de la dinámica de las reservas de carbono en condiciones naturales, durante ese período. El COS disminuyó en todos los ciclos del cultivo y de reposición con el paso del tiempo y, por tanto, correspondieron los mayores y menores valores a caña planta y sexto retoño (35,41 y 27,94 t·ha⁻¹), respectivamente. Es causa fundamental de este comportamiento, la perturbación a que fue sometido el suelo durante su preparación para la plantación, unido al deterioro fisiológico del cultivo y a la baja tasa de mineralización de los residuos de este cultivo. La búsqueda del nuevo equilibrio del contenido de carbono comenzó a partir de la cuarta cosecha del cultivo.

Palabras clave: manejo convencional, equilibrio, ciclos de reposición, caña planta, retoños

ABSTRACT. The work was setting up at ETICA Centro Villa Clara from soil organic carbon (SOC) determinations, made in the arable layer of experimental plots cropping with sugar cane during 35 years (1986-2021) in a Pardo mullido carbonatado soil. For this purpose, the organic carbon data corresponding to the control treatments of experiments designed for the study of the crop mineral fertilization were taken, aimed to reveal the behavior of the carbon dynamics pool under natural conditions during that period. The soil organic carbon decreased in all the shoots and harvest replacement cycles with the passage of time and therefore, the highest and lowest values corresponded to plant cane and shoot sixth (35,41 y 27,94 t ha⁻¹), respectively. The fundamental cause of this response was the disturbance to which the soil was exposed during its preparation for planting, together with the crop deterioration and the low rate of trash mineralization of this crop. The search for the new carbon balance content started from the fourth crop harvest.

Keywords: Conventional Management, Equilibrium, Harvest Cycles, Plant Cane, Shoots

INTRODUCCIÓN

La caña de azúcar (*Saccharum* spp.) es un cultivo de importancia, que tradicionalmente sostuvo la economía en Cuba (Santamaría, 1995). En la actualidad, la situación es muy diferente y son varios los factores involucrados en la depresión

¹ Autora para correspondencia: Dra.C. Emma B. Pineda-Ruiz, e-mail: emma.pineda@inicavc.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9880-3060>

Recibido: 19/03/2022.

Aprobado: 09/12/2022.

de los rendimientos, debido, entre otras causas, a la pérdida de fertilidad de los suelos (Partelli *et al.*, 2018).

Este cultivo actualmente ocupa una superficie de más de 800 mil hectáreas y bien manejado, puede retomar su papel en la economía, además de, aportar una cantidad significativa de carbono al suelo a través del incremento de la biomasa, contribuyendo al rescate de su fertilidad.

El carbono orgánico juega un papel fundamental en el suelo, por estar vinculado a sus funciones básicas y por tanto, es un indicador para su evaluación, por su sensibilidad a las prácticas de manejo.

El manejo convencional, basado en una alta perturbación del suelo, es enemigo del carbono orgánico del suelo (COS), porque donde se practica, en poco tiempo, sus reservas disminuyen (Carnero-Lazo *et al.*, 2019; Minnikova *et al.*, 2022).

Los sistemas de labranza utilizados con el auxilio de la mecanización, con el propósito de obtener un lecho mullido, que permita la penetración de las raíces sin ofrecer resistencia, son en gran parte, responsables de la pérdida de carbono de los suelos (Keel *et al.*, 2019).

Al respecto, González *et al.* (2016) señalaron que los suelos plantados con caña de azúcar en Cuba han sido tradicionalmente manejados de manera intensiva, lo que ha constituido una de las causas fundamentales de pérdidas de COS. Castillo-Pacheco *et al.* (2016) y Thorburn *et al.* (2001) atribuyen la variación en la tasa de acumulación al clima, la textura del suelo y al tiempo de residencia de los residuos en la superficie del suelo. Por tanto, una de las formas de revertir el efecto negativo de la mecanización en el COS, es a través del manejo de los residuos de cosecha, que según Chalco *et al.* (2019) aportan al ecosistema terrestre gran cantidad de carbono.

Un residuo como el de la caña de azúcar, proveniente de una planta cultivada en condiciones de fertilidad natural, posee una velocidad de mineralización muy lenta debido a su alta relación C/N Dietrich *et al.* (2017), por lo que su aporte al carbono del suelo no será tan significativo, como para contrarrestar las pérdidas.

Es por ello que es objetivo de este trabajo evaluar la dinámica del COS en suelo Pardo mullido carbonatado del municipio Ranchuelo, provincia Villa Clara, sometido a manejo convencional, monocultivado con caña de azúcar durante 35 años, en condiciones de fertilidad natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar (ETICA Centro Villa Clara), perteneciente al Instituto de Investigaciones de la Caña de

Azúcar (INICA), ubicada en el municipio Ranchuelo, provincia Villa Clara, en las coordenadas 585577 O y 287150 N; con un régimen pluviométrico promedio anual de 1427,5 mm, una temperatura media anual de 24,3 °C, una humedad relativa de 80%. El suelo donde se desarrollaron los experimentos es Pardo mullido carbonatado, de acuerdo con la clasificación de Hernández-Jiménez *et al.* (2019).

El manejo del suelo se considera convencional, por la alta perturbación a que fue sometido para la plantación, al recibir, al menos ocho labores diferentes. Para el estudio se tomaron muestras de la capa cultivable del suelo (0-20 cm), en parcelas testigos (condiciones naturales) de experimentos plantados con caña de azúcar, durante 35 años (1986-2021), para la determinación del carbono orgánico del suelo por el método de (Walkley & Black, 1934).

Durante 35 años se evaluó el COS en cinco ciclos de reposición del cultivo (desde que se establece la plantación hasta que se cosecha), que comprendieron desde caña planta hasta sexto retoño. Los muestreos de suelo se realizaron, antes de plantar el cultivo y al finalizar cada ciclo de reposición.

Para determinar la cantidad de carbono que de los residuos aéreos y radicales se incorpora anualmente al carbono orgánico de la matriz del suelo (COSm), se tomó la biomasa producida por el cultivo en cada corte, multiplicada por el factor propuesto por González (2017) y se expresó como COS, en t ha⁻¹.

Para determinar el COS afectado por el carbono de los residuos, se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{COS (t ha}^{-1}\text{)} = \text{COSm} + (\text{Cradical} + \text{Caéreo})$$

donde:

Cradical + Caéreo son la contribución de carbono de los residuos radicales y foliares al COSm, los que se determinan a partir de la biomasa producida por el cultivo, multiplicado por el factor 0,0039536 modificado de acuerdo con los resultados obtenidos por González (2017).

Para el procesamiento estadístico de la información, se comprobó la normalidad de los datos mediante la prueba de Shapiro – Wilks, para proceder a la realización de análisis de varianza (ANOVA), a un nivel de significación del 5%, las diferencias entre los valores medios de las variables se comprobaron con la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Carbono orgánico del suelo

En la Tabla 1 aparecen reflejados los estadígrafos asociados al COS, determinado en un período de 35 años en parcelas testigos de experimentos de campo.

TABLA 1. Estadígrafos asociados al COS por ciclo de cultivo, en experimentos permanentes plantados con caña de azúcar durante 35 años

Ciclo de cultivo	n	Media	D.E.	E.E. t ha ⁻¹	Mínimo	Máximo
CP	66	35,41a	11,20	1,38	15,73	54,87
R1	66	28,84ab	8,50	1,05	14,95	50,47
R2	66	32,81ab	12,04	1,48	12,83	58,63

Ciclo de cultivo	n	Media	D.E.	E.E. t ha ⁻¹	Mínimo	Máximo
R3	50	35,56a	9,91	1,40	16,57	50,97
R4	24	29,74ab	4,10	0,84	22,48	36,05
R5	24	28,62ab	4,77	0,97	21,74	35,95
R6	8	27,94b	2,94	1,04	24,25	32,43

Leyenda: D.E. es desviación estándar; E.E es error estándar, CP es caña planta, R1 a R6 es primer retoño a sexto retoño

Al comparar los diferentes ciclos de cultivo, correspondió el menor valor de COS al sexto retoño (R6), con 27,94 t ha⁻¹ y el mayor a la caña planta, que alcanzó la cifra de 35,41 t ha⁻¹ (Figura 1). Esta respuesta puede estar apoyada en dos causas fundamentales, en primer lugar, la perturbación del suelo durante las labores de preparación del suelo para la plantación, por oxidación del carbono, lo que coincide con investigaciones hechas por Wolschick et al. (2018), quienes encontraron una relación inversa entre el contenido de COS y los años de cultivo y como causa secundaria, el deterioro natural de las plantaciones en la medida en que incrementa el número de cortes y, por tanto, un menor aporte e incorporación de residuos al suelo (Umrit et al., 2014).

Autores como Rumpel et al. (2020) señalaron que el carbono es una variable de gran importancia para el suelo por estar vinculada a funciones básicas, como, la capacidad de intercambio catiónico, la densidad aparente, la porosidad, la infiltración y almacenamiento de agua y el suministro de nutrientes a las plantas y según Bojórquez-Serrano et al. (2015), puede ser afectada por el cambio de uso de la tierra, la explotación intensiva del suelo y el monocultivo, con el uso de la maquinaria, lo que provoca su pérdida, dando lugar a la degradación de las propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo y la correspondiente disminución de su productividad, como sucede en las circunstancias en que se desarrolló este trabajo.

Los cinco ciclos de reposición que abarcaron los 35 años de estudio, tuvieron una respuesta diferente en cuanto a la cantidad de COS. Se observó un decrecimiento gradual en la medida en que avanzó el tiempo y, por ende, el subsiguiente ciclo mostró siempre menor contenido que el precedente (Figura 1). Se observó, además, que aquel correspondiente al primero de ellos (1986-1993), ocupó el valor más alto, difiriendo estadísticamente de los otros cuatro, que se comportaron iguales entre sí.

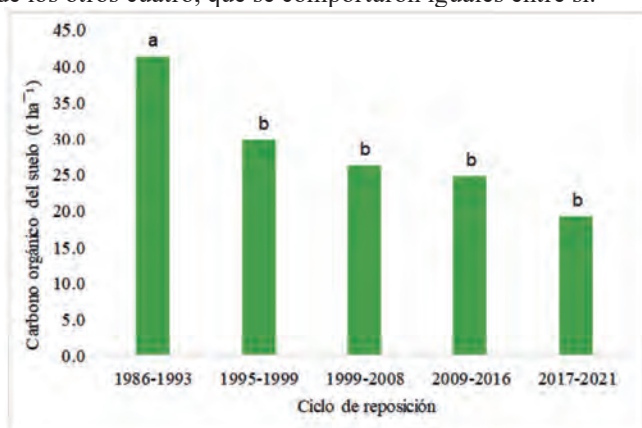


FIGURA 1. Evolución del contenido de Carbono Orgánico en un suelo Pardo mullido carbonatado en cinco ciclos durante los 35 años de explotación con caña de azúcar (n=46; \bar{X} =33,78; E.Est.=1,67; D.Est.=11,30; p=0,0001). Barras con letras distintas difieren a 5% de probabilidad de error.

Independientemente de no mostrar diferencias estadísticamente significativas desde el segundo hasta el quinto ciclos (1995-2021), se observó una tendencia a la disminución del COS y las pérdidas fueron cada vez mayores si se compara cada uno de ellos con el primero. Aquí juega un papel importante la perturbación del suelo, que se acentúa en la medida en que pasa el tiempo. Las reservas de carbono acumuladas durante todo un ciclo, se pierden casi totalmente cuando se prepara el suelo para la plantación (Oliveira et al., 2017). Al respecto, Urquiaga et al. (2006) informaron que, en la región de Paraná, Brasil, más de 50% de las áreas presentaban un tercio del contenido original de COS (1,6%) y un estado de deterioro casi irreversible, debido a la preparación intensiva del suelo.

Según Burbano-Orjuela (2018) la necesidad de buscar prácticas agrícolas que recuperen y mantengan la potencialidad de los suelos e influyan al mismo tiempo en la cantidad de carbono que estos puedan almacenar, es prioridad.

También, González et al. (2016) y Thorburn et al. (2012) señalaron que los suelos dedicados al cultivo de la caña de azúcar, durante el período de replanteo (cada seis o siete años, aproximadamente), pierden parte del carbono almacenado en todo un ciclo de cosechas, razón por la que González (2017) observó una relación directa entre la labranza del suelo y la mineralización del carbono.

Los suelos Pardos de Cuba (dentro de los que se encuentran los Pardos mullidos) son de perfil ABC, formados bajo el proceso de sialitización, generalmente de textura arcillosa, con la mayor representación de arcilla del tipo 2:1 (montmorillonita) en el horizonte superior (Hernández-Jiménez et al., 2019), característica que puede incidir en la pérdida de carbono por erosión, debido a que, de acuerdo con Llanes & Hernández (2014), se produce un proceso de autofrenaje, donde el suelo alcanza el límite superior de humedad productiva y favorece la escorrentía superficial, con propensión a la erosión.

Aportes de carbono a la matriz del suelo por la biomasa de la caña de azúcar

La caña de azúcar es una planta C4, con gran capacidad para producir biomasa (Hernández-Sardiñas et al., 2017). Después de la cosecha, queda en el campo una considerable cantidad de residuos agrícolas, que son los que, durante su descomposición, enriquecen al suelo de carbono. A pesar de esto, son muy pequeñas las cantidades que se incorporan a la matriz del suelo. De León et al. (2016), dan fe de la lentitud de este proceso, pues para que se descomponga 95% de los residuos, deben mediar 2,4 años.

En este trabajo, las cantidades promedio de carbono incorporadas a la matriz del suelo para un periodo de 35 años,

están en el entorno de 0,30 a 0,52 t ha⁻¹ año⁻¹ como promedio, calculadas de acuerdo con procedimiento utilizado por González (2017), quien trabajando con residuos de caña de azúcar obtuvo, mediante la modelación, un factor que contempla tanto la biomasa aérea como subaérea, cifra que no supera las pérdidas de carbono y uno de los motivos de su decrecimiento con el paso del tiempo. Es necesario destacar que los residuos de caña de azúcar tienen una alta relación C/N Dietrich *et al.* (2017), motivo por el cual, no se descomponen con facilidad, pues el nitrógeno está limitando su mineralización y por tanto, la entrega al suelo de carbono y nutrientes. González (2017) determinó que del carbono proveniente de la descomposición de los residuos que quedan en el campo después de la cosecha,

solamente 20% se incorpora al suelo como humus y el resto se pierde por diferentes vías.

En la Figura 2 se expone la dinámica del COS, que no es más que la suma del COSm con los aportes de carbono de los residuos de cosecha (foliares y radicales), en cada uno de los ciclos del cultivo. Se aprecia la tendencia hacia la disminución del COS en todos los casos, que es más brusca en los primeros tres y, sin embargo, en el resto se aprecia una atenuación de su decremento, lo que es indicador del comienzo de una estabilización en el contenido de carbono en el tiempo, sin que aún se haya alcanzado completamente el equilibrio (entradas=salidas), que de acuerdo con lo planteado por Zamora-Morales *et al.* (2018) se interrumpe por las alteraciones del suelo.

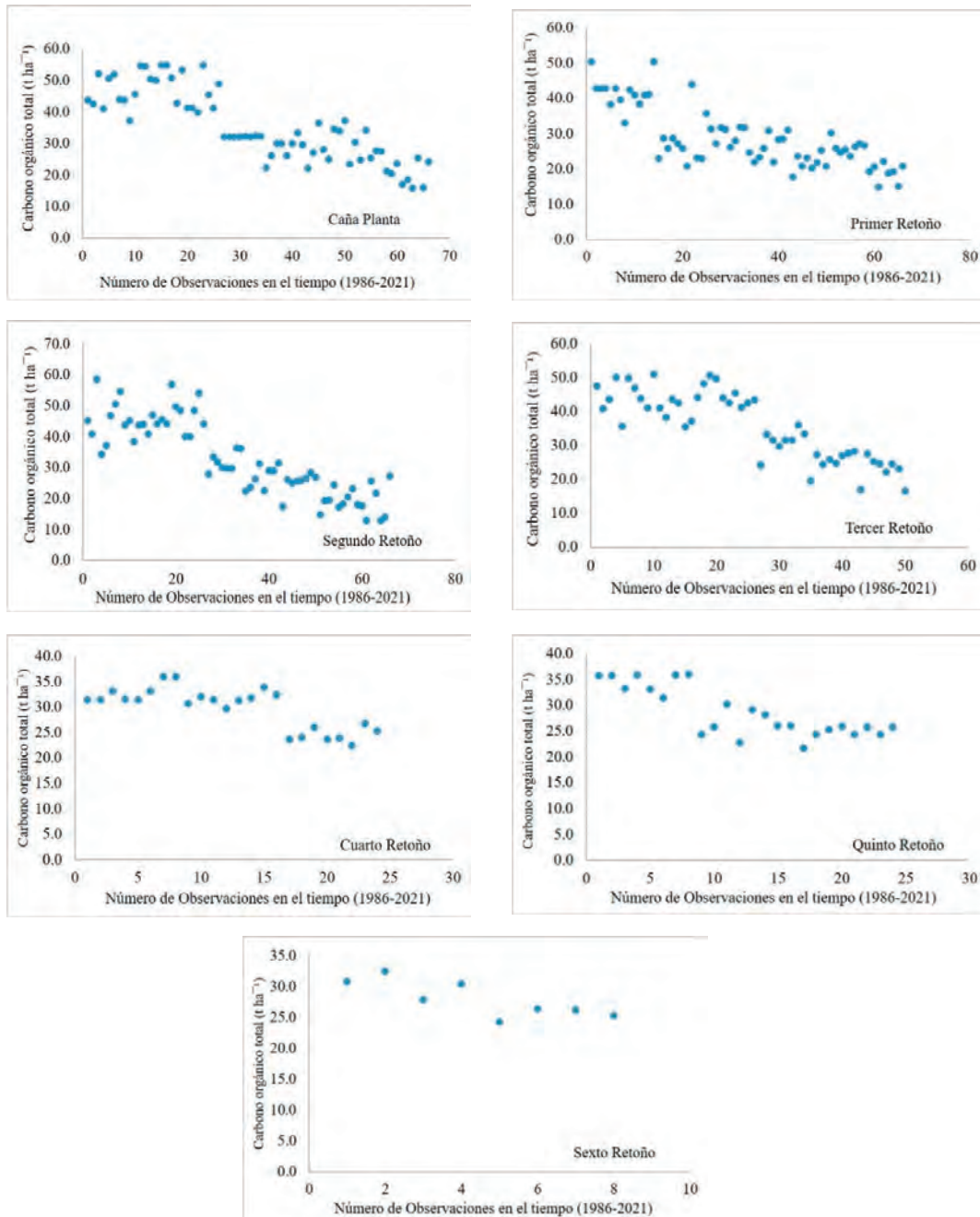


FIGURA 2. Dinámica del carbono orgánico del suelo en cada ciclo del cultivo de la caña de azúcar durante el período 1986-2021.

Al respecto Cerri et al. (2005) demostraron con estudios isotópicos que después de 20 años de cultivo con caña de azúcar, el suelo comienza a buscar un nuevo equilibrio, como sucede en este caso, luego del cuarto corte, sin embargo, por todo lo planteado anteriormente con respecto a la lentitud en la mineralización de los residuos, dicho equilibrio es muy difícil de alcanzar.

CONCLUSIONES

- El manejo convencional al que fue sometido el suelo, provoca la pérdida gradual de carbono, manifiesta en el

comportamiento de los ciclos de reposición, correspondiendo al primero el mayor valor y el menor al cuarto, lo que permite revelar la disminución del carbono orgánico del suelo debida a la perturbación del mismo durante la preparación para la plantación.

- El equilibrio del carbono orgánico del suelo, se rompe con mayor magnitud en los primeros ciclos del cultivo, con tendencia hacia la búsqueda de uno nuevo a partir del cuarto retoño, no siendo suficiente la cantidad de carbono aportada por los residuos del cultivo, para su mantenimiento en el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bojórquez-Serrano, J. I., Castillo-Pacheco, L. A., Hernández-Jiménez, A., García-Paredes, J. D., & Madueño-Molina, A. (2015). Cambios en las reservas de carbono orgánico del suelo bajo diferentes coberturas. *Cultivos Tropicales*, 36(4), 63-69, ISSN: 0258-5936.
- Burbano-Orjuela, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), 82-96, ISSN: 0120-0135.
- Carnero-Lazo, G., Hernández-Jiménez, A., Terry-Alfonso, E., & Bojórquez-Serrano, J. (2019). Cambios en las reservas de carbono orgánico en suelos ferralíticos rojos lixiviados de Mayabeque, Cuba. *Revista Bio Ciencias*, 6, 12, ISSN: 2007-3380.
- Castillo-Pacheco, L. D., Bojórquez-Serrano, J. I., Hernández-Jiménez, A., & García-Paredes, D. (2016). Contenidos de carbono orgánico en suelos bajo diferentes coberturas vegetales y de cultivo. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 72-78, ISSN: 0258-5936.
- Cerri, C., Feller, C., Balesdent, J., Victoria, R., & Plenecassagne, A. (2005). Application du traçage isotopique naturel en ^{13}C , à l'étude de la dynamique de la matière organique dans les sols. *Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris. Série 2, Mécanique-physique, chimie, sciences de l'univers, sciences de la terre*, 300(9), 423-428, ISSN: 0750-7623.
- Chalco, V. J., Erazzú, L., & Acreche, M. (2019). *Effects of sugarcane trash burning and nitrogen fertilization on soil-carbon balances in Argentina*. 30, 1172-1178.
- De León, O. M., González, H. M., Cortegaza, A. P. L., Pérez, I. M., & Villegas, D. R. (2016). *Aporte de nutrientes a partir de los residuos agrícolas de cosecha de caña de azúcar*. La Habana. 2016. III Encuentro ATAM- ATAC., Centro de Convenciones Lázaro Peña, La Habana, Cuba.
- Dietrich, G., Sauvadet, M., Recous, S., Redin, M., Pfeifer, I., Garlet, C., Bazzo, H., & Giacomini, S. J. (2017). Sugarcane mulch C and N dynamics during decomposition under different rates of trash removal. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 243, 123-131, ISSN: 0167-8809.
- González, H. M. (2017). *Análisis del comportamiento del carbono orgánico de un suelo Ferralítico Rojo sometido a diferentes manejos con caña de azúcar (Saccharum spp) utilizando la modelación* [Tesis presentada en opción al grado de Doctor en Ciencias Agrícolas]. Universidad Agraria de La Habana, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
- González, H. M., Arcia, J., Pérez, E., & López, S. T. (2016). Simulación de la dinámica del carbono orgánico del suelo frente al cambio climático en Matanzas. *Revista Ingeniería Agrícola*, 6(3), 54-59, ISSN: 2227-8761.
- Hernández-Jiménez, A., Pérez-Jiménez, J. M., Bosch-Infante, D., & Castro-Speck, N. (2019). La clasificación de suelos de Cuba: Énfasis en la versión de 2015. *Cultivos Tropicales*, 40(1), ISSN: 0258-5936.
- Hernández-Sardiñas, A., González-Morales, V. M., & Freide-Orozco, M. L. (2017). Aprovechamiento de las posibles fuentes de biomasa para entregar más electricidad en la fábrica de azúcar Antonio Sánchez. *Centro azucar*, 44(4), 88-97, ISSN: 2223-4861.
- Keel, S., Anken, T., Büchi, L., Chervet, A., Fliessbach, A., Flisch, R., Huguenin, E. O., Mäder, P., Mayer, J., & Sinaj, S. (2019). Loss of soil organic carbon in Swiss long-term agricultural experiments over a wide range of management practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 286, 106, ISSN: 0167-8809. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106654>
- Llanes, V., & Hernández, A. (2014). *Estimado de pérdidas de carbono orgánico en suelos Pardos del ecosistema del pediplano Campo Florido-Jaruco, provincia Mayabeque* (pp. 2-8). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA).
- Minnikova, T., Mokrikov, G., Kazeev, K., Medvedeva, A., Biryukova, O., Keswani, C., Minkina, T., Sushkova, S., Elgendy, H., & Kolesnikov, S. (2022). Soil Organic Carbon Dynamics in Response to Tillage Practices in the Steppe Zone of Southern Russia. *Processes*, 10(2), 244, ISSN: 2227-9717. <https://doi.org/10.3390/pr10020244>
- Oliveira, D. M. S., Williams, S., Cerri, E. P. C., & Paustian, K. (2017). Predicting soil C changes over sugarcane expansion in Brazil using the DayCent model. *Gcb Bioenergy*, 9(9), 1436-1446, ISSN: 1757-1693. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12427> 2017
- Partelli, F. L., Evangelista, C. R., Cavalcanti, A. C., & Gontijo, I. (2018). Propiedades de la fertilidad de un suelo cañero bajo diferentes tipos de gestión orgánica y convencional. *Cultivos Tropicales*, 39(4), 13-20, ISSN: 0258-5936.
- Rumpel, C., Amiraslani, F., Chenu, C., Garcia, C. M., Kaonga, M., Koutika, L. S., Ladha, J., Madari, B., Shirato, Y., & Smith, P. (2020). The 4p1000 initiative: Opportunities, limitations and challenges for implementing soil organic carbon sequestration as a sustainable development strategy. *Ambio*, 49(1), 350-360, ISSN:1654-7209. <https://doi.org/10.1007/s13280-019-01165-2>
- Santamaría, A. (1995). *La industria azucarera y la economía cubana durante los años veinte y treinta* [1654-7209]. Universidad Complutense de Madrid, España.

- Pineda-Ruiz *et al.*: Variación del carbono orgánico en suelo Pardo mullido carbonatado monocultivado con caña de azúcar durante 35 años
- Thorburn, P. J., Merei, E. A., Collins, K., & Robertson, F. A. (2012). Changes in soil carbon sequestration, fractionation and soil fertility in response to sugarcane residue retention are site-specific. *Soil & Tillage Research*, 120, 99-111.
- Thorburn, P. J., Probert, M. E., & Robertson, F. A. (2001). Modelling decomposition of sugarcane surface residues with APSIM-Residue. *Field Crops Res*, 70, 223-232.
- Umrit, G., Ng Cheong, R., Gillabel, J., & Merckx, R. (2014). Effect of conventional versus mechanized sugarcane cropping systems on soil organic carbon stocks and labile carbon pools in Mauritius as revealed by ¹³C natural abundance. *Plant and soil*, 287(1), 316-325, ISSN: 1573-5036.
- Urquiaga, S., Aita, S., Boddey, R. M., Pozzi, J. C., & Camargo, F. A. O. (2006). *Manejo de Sistemas Agrícolas. Impacto no Sequestro de C e nas Emissões de Gases de Efeito Estufa* (p. 215). Embrapa, Brasil.
- Walkley, A., & Black, I. A. (1934). An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. *Soil science*, 37(1), 29-38, ISSN: 0038-075X.
- Wolschick, N. H., Barbosa, F. T., Bertol, I., Bagio, B., & Kaufmann, D. S. (2018). Long-term effect of soil use and management on organic carbon and aggregate stability. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 42, ISSN: 1806-9657. <https://doi.org/10.1590/18069657rbc20170393>
- Zamora-Morales, B. P., Mendoza-Cariño, M., Sangerman-Jarquín, D. M., Quevedo Nolasco, A., & Navarro Bravo, A. B. (2018). Soil management in organic carbon conservation. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(8), 1787-1799, ISSN: 2007-0934.

Emma B. Pineda-Ruiz, Dra., Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, ETICA Centro, Villa Clara, Autopista Nacional, km 246, Ranchuelo, Villa Clara, Cuba, Apdo. 20. CP 53100, e-mail: emma.pineda@inicavc.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-9880-3060>

Maribel González-Hidalgo, Dra.C., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA),

Carretera a CUJAE, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, CP 19390, e-mail: maribel.gonzalez@inica.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5054-6106>

Mario E. de León-Ortiz, Dr.C., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA),

Carretera a CUJAE, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, CP 19390, e-mail: mario.leon@inica.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-6193-960X>

Rafael Villegas-Delgado, Dr.C., Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (INICA),

Carretera a CUJAE, km 1½, Boyeros, La Habana, Cuba, CP 19390, e-mail: rafael.villegas@inica.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8651-0655>

Rafael Más-Martínez, MSc., Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, ETICA Centro, Villa Clara, Autopista Nacional, km 246. Ranchuelo, Villa Clara, Apdo. 20. CP 53100, e-mail: rafael.mas@inicavc.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-8651-0655>

Reinaldo Mora-Varona, Téc., Estación Territorial de Investigaciones de la Caña de Azúcar, ETICA Centro, Villa Clara, Autopista Nacional, km 246. Ranchuelo, Villa Clara, Apdo. 20. CP 53100, e-mail: reinaldo.mora@inicavc.azcuba.cu ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-4334-5693>

CONTRIBUCIONES DE AUTOR:

Conceptualización: Emma Pineda, Maribel González; Curación de datos: Emma Pineda, Rafael Más, Reinaldo Mora; Análisis formal: Emma Pineda, Maribel González, Investigación: Emma Pineda, Maribel González, Rafael Más. Metodología: Emma Pineda, Maribel González, Mario de León, Rafael Villegas, Supervisión: Emma Pineda, Maribel González, Redacción–borrador original: Emma Pineda y Redacción–revisión y edición: Maribel González Hidalgo.

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor.

FACILIDADES PARA PUBLICAR CONTRIBUCIONES EN REVISTAS CIENTÍFICAS

Si desean que su trabajo se publique en las revistas Ciencias Técnicas Agropecuarias (RCTA), Ingeniería Agrícola (IA) o Gestión del Conocimiento y desarrollo local, deben revisar en el sitio WEB www.unah.edu.cu las normas editoriales y contactar con los directores de las publicaciones.

CJAS: www.cjasience.com, Directora Editorial: Dra. Sandra [Lok Mejías slok@ica.co.cu](mailto:slok@ica.co.cu)

Pastos y Forrajes: <https://payfo.ihatuey.cu> / <http://www.ihatuey.cu>, Editor Jefe: Dr. [Osmel Alonso Amaro osmel@ihatuey.cu](mailto:osmel@ihatuey.cu)

Si desea publicar en revista técnico popular contactar con: Casa Editorial ACPA. Director. Jorge Luis Álvarez Calvo, revista@acpa.cu