

# ¿Cómo incrementar la materia orgánica del suelo en la actividad ganadera del trópico?

---

How to increase the organic matter of soils in tropical areas of livestock production?

Gustavo Jacinto Crespo López

Instituto de Ciencia Animal  
Apartado 24, San José de Las Lajas,  
Mayabeque, Cuba.

Correo de correspondencia: grespo@ica.co.cu

## Resumen

Se analizan las principales causas que producen descenso en el contenido de carbono orgánico del suelo en las áreas que ocupa la ganadería y las alternativas de manejo que logran mantener e, incluso, incrementar la captura de C en estos suelos. El mantenimiento de una diversidad de pastos perennes (gramíneas y leguminosas), que cubren el suelo en su totalidad, el manejo exitoso de los sistemas silvopastoriles, el control del manejo animal durante el pastoreo y las aplicaciones de abonos orgánicos y órgano-minerales, han sido identificadas como las mejores alternativas para este propósito.

## *Palabras clave*

Captura de carbono, pastizales, abonos, recuperación.

## Abstract

The main causes producing a decrease in organic carbon of soils in tropical areas livestock production and the best alternatives to increase it, have been analyzed in the present article. The maintenance of a diversity of perennial pastures (grasses and legumes) covering the soil, the good management of sylvopastoral systems, the control of animal management during grazing and the applications of organic and mineral-organic manures, have been recognized as the best alternatives for this purpose.

## *Keywords*

Carbon capture, swards, manures, restoration.

## Introducción

El contenido de materia orgánica del suelo (MOS) constituye un indicador de suma importancia para conocer su estado actual de fertilidad. El carbono orgánico del suelo (COS) es el principal elemento que forma parte de la MOS, por lo que es común que ambos términos se confundan o se hable indistintamente uno u otro. El aumento de su valor da una medida de la capacidad del suelo para capturar el C atmosférico y disminuir su impacto negativo en el efecto invernadero (Martínez *et al.*, 2008).

Actualmente, se reportan numerosas áreas del mundo en las cuales el contenido de MOS disminuyó sensiblemente (IUSS, 2015), lo que se aprecia bien en el mapa mundial editado por FAO (2017). Varias son las causas atribuidas a dicho descenso, la mayoría causadas por la acción del hombre.

En casi todos los países ubicados en la faja tropical del planeta, la ganadería se practica en los suelos menos fértiles. No obstante, los pastizales perennes, que cubren prácticamente toda la superficie del suelo de forma permanente, los protegen contra la erosión hídrica y eólica, con mayor impacto en las regiones con pendiente (Cantú-Silva y Yáñez-Díaz, 2018).

A pesar de esto, cada vez se reportan más casos de disminución de la fertilidad del suelo ocupado por la actividad ganadera en el clima tropical (Gómez-Villalba, 2018). La disminución del contenido de MOS y el consiguiente decrecimiento del COS en estas regiones, constituye un signo alarmante de disminución de la captura de C. Esto influye en la magnitud de la emisión de CO<sub>2</sub> a la atmósfera, con el consiguiente efecto negativo en el cambio climático. En el año 2015, denominado mundialmente “año internacional del suelo”, la FAO se pronunció sobre este fenómeno en numerosas publicaciones, foros y otros eventos (Smith y Bustamante, 2014; Rodríguez *et al.*, 2015).

Por ello, el presente trabajo se centrará en aquellas alternativas de manejo que logran mantener y, con frecuencia, incrementar la captura de carbono (COS) del suelo en la actividad ganadera del trópico.

### Perennidad del pastizal

Como se indicó anteriormente, la condición de perennidad de las especies que componen el pastizal, es fundamental para lograr la protección del suelo contra los agentes erosivos y preservar su fertilidad integral.

Una diversidad de especies de pastos perennes, compuestos principalmente por gramineas estoloníferas y cespitosas, que cubren el suelo en su totalidad, ejercen un efecto protector y estabilizador del contenido de MOS.

Actualmente la obtención y liberación de nuevas variedades de pastos, principalmente de los géneros *Brachiaria*, *Cynodon* y *Digitaria*, producen efectos positivos en la captura de C del suelo (Santos-Fernández, 2018).

Además, la inclusión en el pastizal de leguminosas perennes, como la glycine (*Neonotonia wightii*), stylo (*Stylosanthes guianensis*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*), conchita azul (*Clitoria ternatea*) y otras, no sólo demuestran tener un efecto favorable en la captu-

ra de C, sino también en la incorporación de nitrógeno al suelo, mediante su capacidad de fijación biológica del N atmosférico (Villagaray-Yanqui, 2014).

## Los sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) definidos como “[...] una modalidad de sistema agroforestal pecuario, destinado a la producción de carne y leche, así como de madera, frutas y otros bienes asociados” evidencian el incremento de la producción de leche y carne con atributos de sustentabilidad, a la vez que producen efectos de importancia en la fertilidad de los suelos (Lok *et al.*, 2013; Ruíz *et al.*, 2014). Se caracterizan por aplicar varios procesos agroecológicos, como una alta fijación de N atmosférico, protección y uso sustentable del agua, rehabilitación de suelos degradados, reciclaje de nutrientes, oferta de hábitat para los organismos controladores biológicos y conservación y uso de la biodiversidad.

En particular, la devolución y restitución de los árboles en SSP se destaca como el de mayor efecto positivo en el aumento de la carga animal (hasta cuatro veces mayor frente al pastoreo extensivo) y en el incremento de la fertilidad de los suelos, en particular la MOS y la captura del C (Buitrago-Guillen *et al.*, 2018).

La disposición espacial de las plantas en toda la superficie del SSP resulta en una distribución de estiércol y orina relativamente homogénea sobre el suelo, así como en la reducción de la compactación del mismo debido a la renovación rápida de las raíces de los pastos y los arbustos. Los árboles y arbustos en general contribuyen a mejorar las características físicas del suelo al incrementar la porosidad, permeabilidad, tamaño de los agregados, estabilidad estructural y disminución de la densidad aparente (Cairo-Cairo, 2018). También ayudan a mejorar los parámetros microclimáticos del suelo, pues incrementan la capacidad de retención, la aireación por los poros, al tiempo que reducen la temperatura en los primeros centímetros, con lo que se beneficia la actividad biológica, especialmente en las áreas de influencia de árboles leguminosos.

Mejoras apreciables del contenido de MOS debido a la sustitución de monocultivos de gramíneas por SSP son encontrados por Crespo (2008), Uribe *et al.* (2011) y Alonso (2016), entre otros.

Una diversificación de árboles en estos sistemas muestran un mayor potencial de reciclaje de nutrientes, atribuibles principalmente a una mayor producción de hojarasca y un mayor bienestar animal (Crespo, 2015).

Un ejemplo claro de la influencia de este sistema en la mejora de la fertilidad del suelo lo constituye el logro del sistema con alta densidad de plantas de *Leucaena leucocephala* (entre 10 mil y 25 mil plantas ha<sup>-1</sup>) en variadas condiciones agroecológicas (Solorio-Sánchez *et al.*, 2011 y Murgueitio *et al.*, 2015).

## Manejo animal en el pastoreo

El adecuado manejo animal ejerce también un efecto favorable en el grado de fertilidad del suelo en el pastizal. Normalmente, en pastizales compuestos por especies de pastos perennes de alta productividad la carga animal (cantidad de animales ha<sup>-1</sup>) suele ser alta

(hasta 2-3 UGM ha<sup>-1</sup>), lo cual produce una alta deposición de excreciones (bostas y micciones urinarias) en el suelo, con aumento consiguiente de su grado de fertilidad, entre ellos el incremento de COS. A mayor intensidad de pastoreo (animales ha<sup>-1</sup>día<sup>-1</sup>) mayor es la deposición de excreciones en el pastizal, lo cual se potencia con una alta división de potreros o cuarterones en el pastoreo rotacional intensivo.

## Los abonos orgánicos

La forma más directa de aumentar la MOS es quizás la aplicación de abonos orgánicos (AO). Los residuales orgánicos (de origen vegetal o animal) no se deben aplicar en forma fresca o natural como abonos orgánicos, sin antes sufrir un proceso de fermentación o maduración (compostaje aeróbico o anaeróbico), que los conviertan en humus o materia orgánica ya estabilizada (Brito *et al.*, 2016).

Para obtener un abono orgánico o compost estabilizado se deben seguir los procedimientos que aparecen publicados en el libro *Manual de compostaje del agricultor* editado por la FAO (Román *et al.*, 2013).

Las excretas de los animales (bovinos, equinos, aves y otras) deben ser utilizadas entre los residuales a compostar, debido a que contienen fibra, nitrógeno, minerales, vitaminas y alta carga de microorganismos que benefician el proceso de compostaje. Este proceso se puede acelerar con la incorporación en el compostaje de organismos beneficiosos (biotierras) y de sustancias nitrogenadas (como sangrasas) y energéticas (como mieles) de rápida acción. También la mezcla de la pila logra ser más eficiente con la adición de ciertos materiales acondicionadores, como los siscos de carbón vegetal, aserrín de madera y otros, para formar los denominados “compostes de rápida fermentación” (Crespo *et al.*, 2017).

## Los abonos órgano-minerales

Generalmente la fertilización mineral representa un alto porcentaje del costo de producción de forrajes en el mundo. Por ello, se investiga la posibilidad de los abonos orgánicos, principalmente obtenidos por fermentación de los estiércoles bovinos, para complementar e incluso sustituir los fertilizantes químicos.

En este sentido se citan los estudios de Crespo y Arteaga (1986), quienes demostraron la posibilidad de sustituir 50% del fertilizante mineral con la aplicación de 25 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico para la producción de pastos estoloníferos en los suelos pardos sin carbonatos de la región central de Cuba.

Otros estudios conducidos por Crespo y Oduardo (citados por Crespo *et al.*, 2015) en suelos ferralíticos rojos (oxisoles) demostraron que en los campos forrajeros de King grass (*Cenchrus purpureus*), la eficiencia de conversión del N aplicado con el fertilizante se incrementó con la dosis de abono orgánico y fue de 33; 45 y 57 kg MS/kg N para 0, 20 y 50 t ha<sup>-1</sup> de abono orgánico, respectivamente. La aplicación conjunta de abono orgánico y fertilizante nitrogenado incrementó los contenidos de MO y N del suelo en las profundidades de 0-15 y 15-30 cm.

Experimentos de mayor duración en estos suelos rojos demostraron que el rendimiento obtenido con la mayor dosis de fertilizante químico en este forraje no difirió del que se obtuvo con la aplicación de 40 t ha<sup>-1</sup> y la mitad del fertilizante. En este caso los tratamientos no afectaron el pH, pero aumentaron los contenidos de MOS, el N y el P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y el K<sub>2</sub>O asimilables del suelo (Crespo y Arteaga, 1986).

Con el fin de incrementar la eficiencia de utilización del abono orgánico aplicado Rodríguez y Crespo (1994), recomendaron la mezcla de 4:1 (excreta seca:zeolita). Esto produjo mayor eficiencia del abono aplicado en pastizal de guinea (*Megathyrus maximus*) y logró reducir la dosis óptima de abono orgánico a 25 t ha<sup>-1</sup>.

## Reflexiones finales

Los resultados presentados permiten hacer las siguientes recomendaciones para mantener y aumentar la captura de C en los suelos ocupados por la actividad ganadera:

1. Producir siempre una amplia diversidad de gramíneas y leguminosas perennes en el pastizal, para que mantenga el suelo totalmente cubierto y que logre prolongada persistencia.

2. Incorporar arbustos y árboles en el pastizal (preferiblemente leguminosos), cuya población no produzca más de 60% de sombra en el dosel de gramíneas y leguminosas herbáceas.

3. Mantener en lo posible una elevada carga animal que permita una alta deposición de excreciones

4. Recuperar todos los residuos orgánicos de la finca y proceda a formar compostas, aplique este abono en los suelos más pobres en materia orgánica.

5. Aplicar siempre mezclas de abono orgánico y fertilizante químico, en lugar de aplicar cada uno de ellos por separado.

## Litearatura citada

- Alonso, J. (2016). Agro ecological principles in Cuban technologies with legumes for animal production. *Cuban J. Agric. Sci.* 50 (2): 175-185.
- Brito, H.; Viteri, R.; Guevara, L. y Parra, C. (2016). Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del cantón Riobamba. *European Journal of Scientific Research* 29 (3): 76-82.
- Buitrago-Guillen, M. E.; Ospina-Daza, L.A. y Narváez-Solarte, W. (2018). Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. *Bol. Cient. Mus. Hist. Nat. U. de Caldas* 22(1): 31-42.
- Cairo-Cairo, P. (2018). Effect of *Leucaena leucocephala* on structure and content of organic matter in the soil of two cattle rearing units in Villa Clara, Cuba. *Cuban Journal of Agricultural Science* 51: 29-35.
- Cantú-Silva, I. & Yañez-Díaz, M. (2018). Efecto del cambio de uso de suelo en el contenido del carbono orgánico y nitrógeno del suelo. <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i45.13> (Consultada el 12 de agosto 2018)
- Crespo, G. (2008). Importancia de los sistemas silvopastoriles para mantener y restaurar la fertilidad del suelo en las regiones tropicales. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 42 (4): 329-335.
- Crespo, G. (2015). Factors influencing the nutrient recycling in permanent grasslands and development of their modeling. *Cuban J. Agric. Sci.* 49(1): 1-11.

- Crespo, G. y Arteaga, O. (1986). *Utilización del estiércol vacuno en la producción de forrajes*. Ed. EDICA, Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 31 p.
- Crespo, G.; Lok, S.; Rodríguez, I. y González, P.J. (2015). *Contribución al conocimiento de la fertilidad del suelo en los pastizales permanentes*. Ed. EDICA, Instituto de Ciencia Animal. Cuba. 31 p.
- Crespo, G.; Rodríguez, I. y Lok, S. (2017). *Principios para la elaboración y aplicación de compost y abonos orgánicos de rápida fermentación*. Ed. EDICA. Instituto de Ciencia Animal. Cuba. Pp. 211-217.
- FAO. (2017). *GCOS Map versión 1.2.0, un producto realizado por los países*. <http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf> (Consultada el 10 enero 2018).
- Gómez-Villalba, C. (2018). Evaluación de la sostenibilidad de un sistema de producción de ganadería extensiva en el trópico ecuatoriano. *Rev. Agro UTB*. 2(2): 17-25.
- IUSS Working group WRB (2015). *Mapa de Carbono orgánico del suelo, FAO*. <http://www.fao.org/3/a-i3794e.pdf> (Consultado el 22 de mayo 2017).
- Lok, S.; Fraga, S.; Noda, A. y García, M. (2013). Almacenamiento de carbono en el suelo de tres sistemas ganaderos tropicales en explotación con ganado vacuno. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 47(1): 75-82.
- Martínez, E.H.; Fuentes, J.E. y Acevedo, E.H. (2008). Carbono orgánico y propiedades del suelo. *Suelo Nutr. Veg.* 8(1): 68-96.
- Murgueitio, E.R.L.; Flores, M.; Calle, S.D.; Chará, J.; Barahona, R.; Molina, C.H.D. y Uribe, F.T. (2015). *Productividad en sistemas silvopastoriles intensivos en América Latina*. En. *Sistemas agroforestales: funciones productivas, socioeconómicas y ambientales / Montagnini*. Cali, Colombia. ISBN 978-958-9386-74-3. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/277014127\\_PRODUCTIVIDAD\\_EN\\_SISTEMAS\\_SILVOPASTORILES\\_INTENSIVOS\\_EN\\_AMERICA\\_LATINA](https://www.researchgate.net/publication/277014127_PRODUCTIVIDAD_EN_SISTEMAS_SILVOPASTORILES_INTENSIVOS_EN_AMERICA_LATINA) (consultada el 19 de julio de 2018).
- Rodríguez, A.; Meza, Laura y Cerecera, F. (2015). *Investigación científica en agricultura y cambio climático en América Latina y el Caribe*. Documento de Proyecto, LC/W.657, CEPAL, Santiago de Chile. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38120/S1500304\\_es.pdf?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/38120/S1500304_es.pdf?sequence=1). (Consultado el 31 de julio de 2015).
- Rodríguez, I. and Crespo, G. (1994). The effect of different proportions of faeces/zeolite on the yield and chemical composition of *Panicum maximum* vs. Likoni. *Cuban J. Agric. Sci.* 28(1): 113-117
- Román, P.; Martínez, María. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. FAO. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>. (Consultada el 10 de diciembre de 2018).
- Ruiz, T.E.; Febles, G.J.; Galindo, J.; Savón, L. y Chongo, B. (2014). *Tithonia diversifolia*, sus posibilidades en sistemas ganaderos. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.* 48(1): 79-82.
- Santos-Fernández, A. (2018). *Establecimiento de céspedes utilitarios comúnmente usados en Lima*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3447>. (Consultada el 10 de diciembre de 2018).
- Smith, P. y Bustamante, M. (2014). *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)*. In: *Climate Change 2014: Mitigation and Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report to the IPCC, 2014*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/11115/1/ipcc\\_wg3\\_ar5\\_chapter11.pdf](http://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/11115/1/ipcc_wg3_ar5_chapter11.pdf) (Consultado el 10 septiembre de 2016)
- Solorio-Sánchez, F.J.; Bacab-Pérez, H.M. y Ramírez-Avilés, L. (2011). *Sistemas silvopastoriles intensivos: Investigación en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán*. En: Xóchitl-Flores, M. y Solorio-Sánchez, B. (Eds.). *Establecimiento de sistemas silvopastoriles intensivos para la producción de leche y carne en el trópico de México. Primera etapa del proyecto estratégico de prioridad nacional*. Morelia, Michoacán, SAGARPA, Fundación Produce Michoacán, COFUPRO, UADY. México. Pp. 7-15.
- Uribe, F.; Zuloaga, A.F.; Valencia, L.; Murgueitio, E.; Zapata, A. y Solarte, L. (2011). *Establecimiento y manejo de sistemas silvopastoriles*. Manual 1, Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Bogotá, Colombia. 82 pp.
- Villagaray-Yanqui, S.M. (2014). Recuperación de terrenos degradados por el cultivo de coca (*Erythroxylon coca*) en VRAEM, Perú, con aplicación de Tecnología Agroforestal. *Rev. Acta Nova* 6(3): 210-224.

Recepción: 6 de noviembre de 2018

Envío a arbitraje: 1 de diciembre de 2018

Dictamen: 3 de diciembre de 2018

Aceptado: 18 de diciembre de 2018



Título: *Tierra viva*  
Autora: Marisol Herrera Sosa  
Tamaño: 12.5 x18 cm  
Técnica: Acuarelas