



Foto: Virginia Pravia

EL ENGRAMILLAMIENTO DE LOS MEJORAMIENTOS DE CAMPO: ¿afecta el carbono orgánico del suelo en el largo plazo?

Ing. Agr. Leticia Rogel¹,
Ing. Agr. Dra. Lucía Salvo¹,
Ing. Agr. PhD. M. Virginia Pravia²

¹Departamento de Suelos y Aguas, Facultad de Agronomía - Udelar
²Área de Pasturas y Forrajes, Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente - INIA

Este artículo pone el foco en los cambios observados en el carbono orgánico del suelo bajo campo natural, al pasar a una situación de mejoramiento de campo con engramillamiento de largo plazo.

INTRODUCCIÓN

Los suelos son un gran reservorio de carbono orgánico, que se encuentra almacenado en forma de materia orgánica. Esta se relaciona con múltiples funciones fundamentales para la salud del suelo y su productividad, como el ciclaje de nutrientes, el almacenaje de agua y la aireación del suelo. A nivel global, la cantidad de carbono almacenado en los suelos es aproximadamente el doble del

que se encuentra en la atmósfera. Por lo tanto, los flujos de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases de efecto invernadero entre el suelo y la atmósfera son relevantes para la regulación del clima. En las últimas décadas, el calentamiento global generado por el aumento de la concentración de CO₂ debido al uso de combustibles fósiles y al cambio en el uso de la tierra, ha incrementado el interés en estudiar y reportar el potencial de los suelos para almacenar carbono. En Uruguay, el campo natural constituye la base de la

Cuadro 1 - Tratamientos evaluados

Uso del suelo	Fertilización inicial (kg P ₂ O ₅ /ha)	Refertilización anual (kg P ₂ O ₅ /ha)
Campo natural (CN)	0	0
Mejoramiento de CN engramillado	45	30
Mejoramiento de CN engramillado	90	60

producción ganadera extensiva del país, ocupando aproximadamente el 60 % del territorio nacional. Los suelos bajo este tipo de cobertura constituyen un gran reservorio de carbono orgánico a nivel país, por lo que su conservación es fundamental para evitar nuevas emisiones de CO₂ y también para mantener la salud del suelo. Este reservorio puede ser afectado positiva o negativamente de acuerdo con las prácticas de manejo que se realicen (Pravia *et al.* 2020).

Un manejo habitual del campo natural es la introducción de leguminosas sembradas en cobertura con fertilización fosfatada, con el objetivo de elevar la productividad del sistema. Esta práctica puede tener resultados interesantes a corto plazo, aunque cuando se dan desbalances que excluyen a las especies nativas, también puede resultar en situaciones no deseadas en el mediano y largo plazo (Formoso *et al.*, 2013). Ante eventos climáticos extremos que ponen en jaque la presencia de las especies introducidas, este desplazamiento genera espacios abiertos en el tapiz y permite el ingreso de especies exóticas invasoras como el *Cynodon dactylon*, muchas veces transformando el tapiz en un graminal. Estos cambios en la composición vegetal y en la productividad pueden alterar las reservas de carbono y nitrógeno en el suelo, su labilidad y su distribución en la profundidad del perfil del suelo.

En este artículo abordamos los cambios observados en el carbono orgánico del suelo bajo campo natural, al pasar a una situación de mejoramiento de campo con engramillamiento de largo plazo.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Se evaluó un experimento de largo plazo en INIA Treinta y Tres donde, en el año 1996, se instaló un mejoramiento de campo con la siembra de leguminosas (trébol blanco y *Lotus corniculatus*) y dos estrategias de fertilización alternativas, que se comparan con un tratamiento control de campo natural (Cuadro 1). El diseño experimental es de bloques completos al azar con cinco repeticiones bajo pastoreo animal.

Durante los primeros años del experimento, se registró buena productividad y aporte de leguminosas en los mejoramientos de campo (Palacio, 1999). Con el tiempo, se fueron perdiendo las leguminosas y los mejoramientos sufrieron un proceso de invasión de *Cynodon dactylon*, constándose en 2009 un estado de degradación de la pastura (Jaurena *et al.* 2016). Hasta ese momento, la concentración de carbono orgánico del suelo de 0 a 15 cm de profundidad bajo los mejoramientos de campo no presentaba diferencias con el de campo natural, reportándose algunos cambios de distribución en profundidad y en labilidad del carbono (Salvo *et al.*, 2008).

En el año 2020, luego de al menos 10 años de degradación con gramilla, se muestreó suelo en los estratos de 0-5, 5-15, 15-30, 30-45 y 45-60 cm de profundidad (Figura 1), determinándose la densidad aparente y la concentración de carbono orgánico en el suelo, y estimándose los stocks de carbono almacenado por masa equivalente (Ellert & Bettany, 1995).

**Figura 1** - Muestreo de suelo con calador hidráulico.

Dado que el contenido total de carbono orgánico se modifica lentamente en el tiempo, se utilizan técnicas de laboratorio que permiten separar una fracción más lábil del carbono, más sensible a los cambios de uso y manejo del suelo. En este trabajo se realizó el fraccionamiento físico de la materia orgánica por el método de Cambardella & Elliot (1992). El mismo utiliza un tamiz para separar la materia orgánica particulada, mayor a 53 micras, de la materia orgánica asociada a la fracción mineral del suelo, de menor tamaño. El carbono de la materia orgánica particulada comprende residuos más frescos y es más sensible a los cambios de uso del suelo, mientras que el carbono asociado a minerales, como las arcillas y limos es más estable y se retiene por más tiempo.

RESULTADOS

A largo plazo, el engramillamiento de los mejoramientos de campo produjo una pérdida de carbono orgánico del suelo, en los estratos de 0 a 5 y 5 a 15 cm de profundidad respecto al suelo bajo campo natural, especialmente por pérdidas en su fracción más lábil. En los estratos más profundos no se encontraron cambios significativos en el carbono orgánico del suelo y, a su vez, la fracción más estable del carbono orgánico no tuvo variaciones significativas en ninguno de los estratos evaluados. Tampoco se encontraron diferencias debido a las estrategias de fertilización de los mejoramientos de campo, presentándose los resultados como el promedio de ambos.

Los cambios observados en los estratos superficiales del suelo se reflejaron en una menor reserva de carbono orgánico acumulado hasta los primeros 30 y 60 cm de profundidad, especialmente en la fracción

A largo plazo, el engramillamiento de los mejoramientos de campo produjo una pérdida de carbono orgánico del suelo emitiendo CO₂ a la atmósfera.

más lábil (Figuras 2 y 3). En los primeros 30 cm la pérdida fue del 19 % en la reserva total de carbono orgánico y del 23 % en su fracción más lábil, sin diferencias significativas en la fracción estable. Al considerar los 60 cm de suelo, los mejoramientos de campo degradados presentaron también una disminución significativa de la reserva de carbono de la fracción más estable respecto al campo natural.

CONSIDERACIONES FINALES

A largo plazo, el engramillamiento de los mejoramientos de campo evaluados produjo una reducción en las reservas de carbono orgánico del suelo respecto al campo natural, que ocurrió principalmente en las primeras profundidades del suelo y en la fracción más lábil. Esto significa una pérdida en la calidad y salud del suelo y, por ende, de su potencial productivo. Con este manejo, el suelo se ha estado comportando como un emisor de CO₂ hacia la atmósfera, al menos en los últimos años.

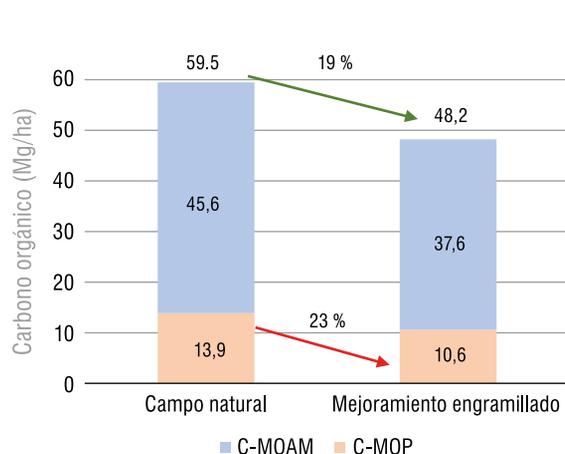


Figura 2 - Carbono orgánico almacenado en el suelo de 0-30 cm profundidad y en las fracciones físicas para campo natural y mejoramientos engramillados. C-MOP: carbono en la materia orgánica particulada; C-MOAM: carbono asociado a minerales.

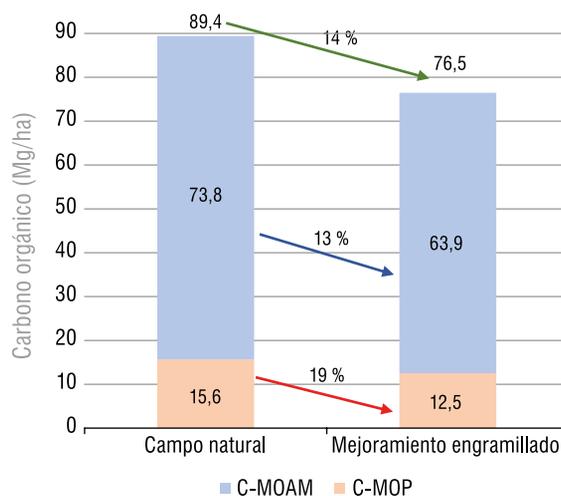


Figura 3 - Carbono orgánico almacenado en el suelo de 0-60 cm profundidad y en las fracciones físicas para campo natural y mejoramientos engramillados.

El engramillamiento de los mejoramientos de campo evaluados derivó en una pérdida en la calidad y salud del suelo y, por ende, de su potencial productivo.

La recuperación de campos degradados, además de mejorar la productividad de las pasturas, podría incrementar los niveles de materia orgánica, recuperando al menos una parte del carbono perdido. Esto representa una oportunidad de contribuir a la mitigación del calentamiento global y al cambio climático a través del secuestro de carbono, al mismo tiempo que se mejoraría la calidad y salud del suelo a largo plazo.

AGRADECIMIENTOS

Beca ANII POS_NAC_2021_1_170684.

Proyecto INIA AgroGEI: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Secuestro de Carbono en Sistemas de Producción Agropecuaria del Uruguay

BIBLIOGRAFÍA

Cambardella, C. A., & Elliott, E. T. (1992). Participate Soil Organic-Matter Changes across a Grassland Cultivation Sequence. <https://doi.org/10.2136/sssaj1992.03615995005600030017x>

Ellert B, Bettany J. 1995. Calculation of organic matter and nutrients stored in soils under contrasting management regimes. *Can. J. Soil.Sci.*, 75: 529-538. <https://doi.org/10.4141/cjss95-075>

Formoso *et al.* (2013). *Revista INIA* 33, p28-32. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7050/1/18429120713133836-p.28-32.pdf>

Jaurena, M., Lezama, F., Salvo, L., Cardozo, G., Ayala, W., Terra, J., & Nabinger, C. (2016). The Dilemma of Improving Native Grasslands by Overseeding Legumes: Production Intensification or Diversity Conservation. *Rangeland Ecology and Management*, 69(1), 35–42. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.006>

Palacio, 1999. Respuesta del campo natural a la siembra de leguminosas y fertilización fosfatada en términos de forraje y producto animal. Informe de Pasantía UTU. Escuela Agraria de Pirarajá.

Pravia *et al* (2020). *Revista INIA* 61: <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/14506/1/Rev-INIA-61-Junio-2020-p-103-107.pdf>

Salvo, L., Terra, J., Ayala, W., Bermúdez, R., Correa, J., Avila, P., Hernández, J., (2008). Long-term phosphorus fertilization and perennial legumes addition impacts on a temperate natural grassland: II. Total and particulate soil organic carbon. Multifunctional Grasslands in a Changing World. Volume I. International Grassland Congress Proceedings. XXI International Grassland Congress / VIII International Rangeland. <https://uknowledge.uky.edu/igc/21/2-2/37>



Foto: Amparo Quiñones

Figura 4 - Vista de una de las parcelas de campo natural utilizadas como tratamiento control en la Unidad Experimental de Palo a Pique (INIA Treinta y Tres).