



## **ATN\_RF-16926-RG. Intensificación sostenible de sistemas ganaderos con leguminosas: plataforma de cooperación Latinoamericana y del Caribe**

**Producto 9. Informes técnicos anuales. ¿La promoción de *Lotus tenuis* en suelos hidrohalomórficos incrementa el almacenaje de carbono?**

**Perez, M. G, R. Romaniuk, J. Otondo, E. Melani, M. Bailleres, F. Garelo , A. Costantini**

**2024**



**Ministry for Primary Industries**  
Manatū Ahu Matua



**FONTAGRO**

Códigos JEL: Q16

FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) es un mecanismo único de cooperación técnica entre países de América Latina, el Caribe y España, que promueve la competitividad y la seguridad alimentaria. Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), FONTAGRO, de sus Directorios Ejecutivos ni de los países que representan.

El presente documento ha sido preparado por Mónica Gabriela Pérez, investigadora del INTA Argentina, con la información generada de su tesis doctoral en el marco del proyecto.

Copyright © 2024 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas. Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional. Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Esta publicación puede solicitarse a:

**FONTAGRO**

Correo electrónico: [fontagro@fontagro.org](mailto:fontagro@fontagro.org)

[www.fontagro.org](http://www.fontagro.org)



# Tabla de Contenidos

<b>RESUMEN</b> .....	<b>4</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>7</b>
<b>OBJETIVO</b> .....	<b>7</b>
<b>METODOLOGÍA</b> .....	<b>8</b>
Sitio de estudio .....	8
Carbono orgánico total .....	8
Corrección por unidad de masa .....	8
Análisis estadístico .....	9
<b>RESULTADOS</b> .....	<b>10</b>
Contenido de COT .....	10
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>13</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>13</b>
<b>INSTITUCIONES PARTICIPANTES</b> .....	<b>15</b>



## RESUMEN

En las últimas décadas la importancia dada al almacenamiento de C orgánico del suelo (COS) se incrementó fuertemente por ser una alternativa de mitigación a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En la Cuenca del Salado, principal región ganadera de nuestro país, se extendió la práctica de promoción de *Lotus tenuis*, que consiste en favorecer el crecimiento de esta leguminosa a fin del invierno, mejorando su capacidad de competencia respecto de otras herbáceas. La hipótesis planteada en este trabajo fue que la presencia de la leguminosa en el pastizal favorecería el almacenaje de COS. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la promoción de *Lotus tenuis* sobre el almacenaje de C (carbono) en un suelo hidro-halomórfico de pastizal dedicado a la ganadería. Para ello se seleccionaron lotes con y sin promoción de *Lotus* en suelos hidrohalmórficos (n=3) y se realizaron calicatas de las que se obtuvieron muestras de suelo para analizar carbono orgánico total (COT) y densidad aparente. Las muestras se tomaron hasta una profundidad de un metro. El stock de C a los 30 cm no presentó diferencias significativas entre tratamientos mientras que el stock de C hasta el metro de profundidad fue significativamente mayor en situaciones sin promoción de *Lotus*. Esto podría ocurrir porque al lograrse una gran cobertura de leguminosas con la práctica de promoción, disminuya mucho el número de gramíneas en la composición del pastizal y el ingreso de C se vea afectado. Concluimos que en las condiciones de este ensayo los suelos bajo pastizales con predominio de gramíneas presentaron mayor almacenaje de C al metro de profundidad respecto a aquellos promocionados con *Lotus tenuis*.



**Palabras clave:** secuestro de C, leguminosas, pastizal.

## ABSTRACT

In recent decades, the importance given to soil organic carbon (SOC) storage has increased strongly as an alternative to mitigate greenhouse gas (GHG) emissions. In the Salado basin, the main livestock region in our country, the practice of promoting *Lotus tenuis* has spread, which consists of promoting the growth of this legume at the end of winter, improving its ability to compete with other herbaceous plants. The hypothesis raised in this work was that the presence of the legume in the pasture would favor the storage of SOC. The objective of this work was to evaluate the effect of promoting *Lotus tenuis* on the storage of C (carbon) in a hydro-halomorphic soil of a pasture dedicated to livestock. For this purpose, plots with and without lotus promotion in hydrohalomorphic soils (n=3) were selected and pits were made from which soil samples were obtained to analyze total organic carbon (TOC) and apparent density. Samples were taken to a depth of one meter. The C stock at 30 cm did not show significant differences between treatments, while the C stock up to one-meter depth was significantly higher in situations without lotus promotion. This could occur because when a high coverage of legumes is achieved with the promotion practice, the number of grasses in the composition of the pasture is greatly reduced and the C input is affected. We conclude that under the conditions of this trial, soils under grass-dominated pastures showed greater C storage at one-meter depth compared to those promoted with *Lotus tenuis*.



**Keywords:** C sequestration, legumes, pasture.



## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la importancia del almacenamiento de C orgánico del suelo se ha incrementado, ya que además de las características benéficas que proporciona al suelo, es una forma de mitigar el calentamiento del planeta, compensando los eq CO<sub>2</sub> emitidos por la actividad agropecuaria. En este contexto si bien el sector ganadero mundial contribuye con una parte importante de las emisiones GEI antropogénicas, también podría colaborar de manera importante con los esfuerzos de mitigación (Gerber et al., 2013; Viglizzo et al., 2014).

En la provincia de Buenos Aires, el 48% de las existencias ganaderas, se encuentra en la región de la Cuenca del Salado, siendo la zona de cría más importante de la región. En esta zona, se lleva a cabo una práctica con el *Lotus tenuis* conocida como promoción, destinada a mejorar la receptividad y calidad de los pastizales (Nieva et al., 2016; Nieva et al., 2018). Esta práctica se basa en favorecer el crecimiento de esta especie a fin del invierno, mejorando su capacidad de competencia respecto de otras herbáceas.

Aunque, se cree que la mayor presencia de leguminosas en los pastizales podría favorecer las emisiones de N<sub>2</sub>O, por mayor disponibilidad de N, también podría mejorar las condiciones físicas de los suelos, e incrementar el almacenaje de C por aporte de material de baja relación C/N (Sisti et al., 2004). La hipótesis planteada en este trabajo fue que la presencia de la leguminosa en el pastizal favorecería el almacenaje de COS.

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la promoción de *Lotus tenuis* sobre el almacenaje de C en un suelo hidro-halomórfico de pastizal dedicado a la ganadería.



## METODOLOGÍA

### Sitio de estudio

El experimento fue llevado a cabo en la Chacra Experimental Manantiales ubicada en el partido de Chascomus. La fisonomía de la vegetación dominante es de pastizal herbáceo modificado de altura media y alta. La región abarca una extensa llanura anegable dominada por la presencia de suelos hidro-halomórficos cuya escasa pendiente no ha permitido el desarrollo de una red de drenaje importante. Por esa razón, entre otras, son suelos en general considerados no aptos para la actividad agrícola. Allí se han seleccionado lotes ganaderos con 12 años de promoción de *Lotus tenuis* y sin promoción de *Lotus tenuis* en suelos hidrohalmórficos (n=3).

### Carbono orgánico total

Se obtuvieron muestras de suelo para determinar carbono orgánico total (COT) y para densidad aparente con el Método del cilindro (Burke et al., 1986). Las muestras se tomaron a las profundidades de 0-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-70, 70-100 cm. Las determinaciones de COT se realizaron con auto analizador de combustión completa (LECO, Corporation, St. MI, USA). Previo al análisis, a cada muestra se le determinó cualitativamente la presencia o ausencia de carbonatos con ácido clorhídrico; en los casos en que la reacción fue positiva, a cada muestra se le realizó un proceso de descarbonatación con ácido clorhídrico, según lo descrito por Skjemstad & Baldock (2008).

### Corrección por unidad de masa



Para comparar los stocks de COT del perfil del suelo en las condiciones del ensayo, fue necesario realizar una corrección para llevar los perfiles de suelo a masa equivalente hasta la profundidad que se evaluó, según lo expresado matemáticamente según Sisti et al. (2004)

$$C_s = \sum_{i=1}^{n-1} C_{ti} + \left[ Mt_n - \left( \sum_{i=1}^n M_{ti} - \sum_{i=1}^n M_{si} \right) \right] C_{tn}$$

Donde  $\sum_{i=1}^{n-1} C_{ti}$  la suma de contenido de carbono total desde la capa 1 (superficie) hasta la capa "n-1" (penúltima) del perfil de suelo del tratamiento,  $Mt_n$  es la masa de la capa más profunda del perfil del tratamiento,  $\sum_{i=1}^n M_{si}$  es la suma de la masa de suelo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) desde la capa 1 (superficie) a "n" (última capa) del perfil de suelo de referencia,  $\sum_{i=1}^n M_{ti}$  es la suma de la masa de suelo ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de la capa 1 (superficie) a "n" (última capa) del perfil del suelo del tratamiento y  $C_{tn}$  el contenido de C en  $\text{Mg.Mg}^{-1}$  suelo de la última capa del perfil de un tratamiento dado.

Con esta corrección se logra que los stocks de COT sean comparables en las distintas situaciones, independientemente de que existiese algún grado de compactación variable entre los tratamientos.

## Análisis estadístico

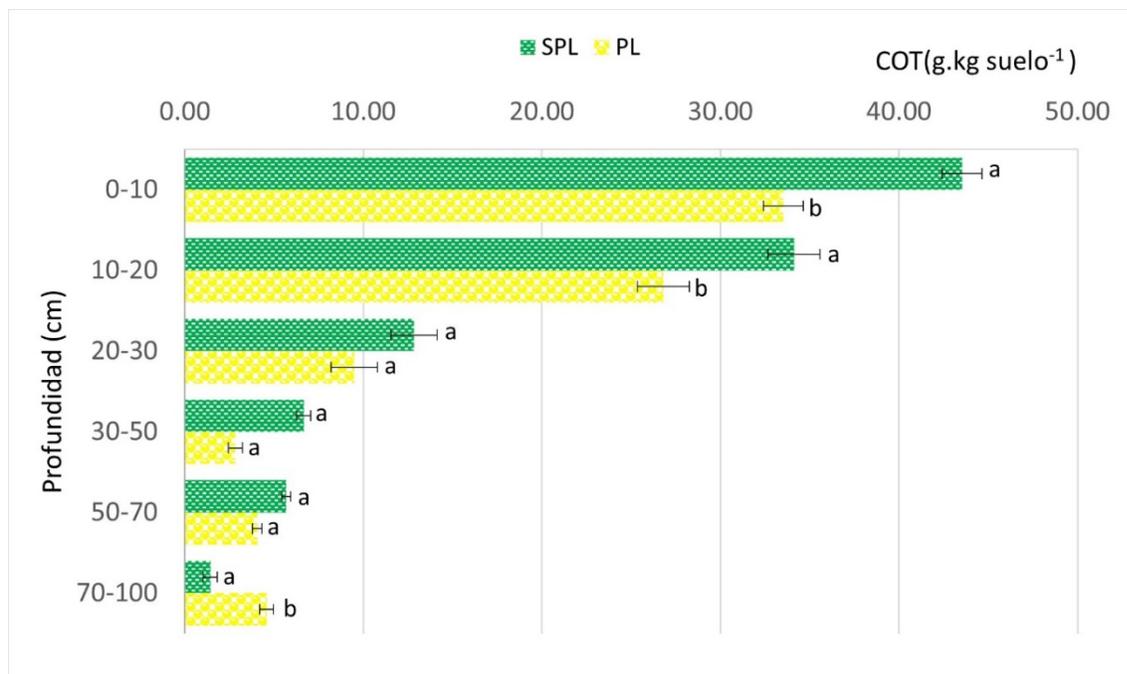
Las diferencias entre tratamientos para COT en ( $\text{g.kg}^{-1}$  de suelo $^{-1}$ ) y stocks de C fueron analizadas con ANOVA y test de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 5%.

## RESULTADOS

### Contenido de COT

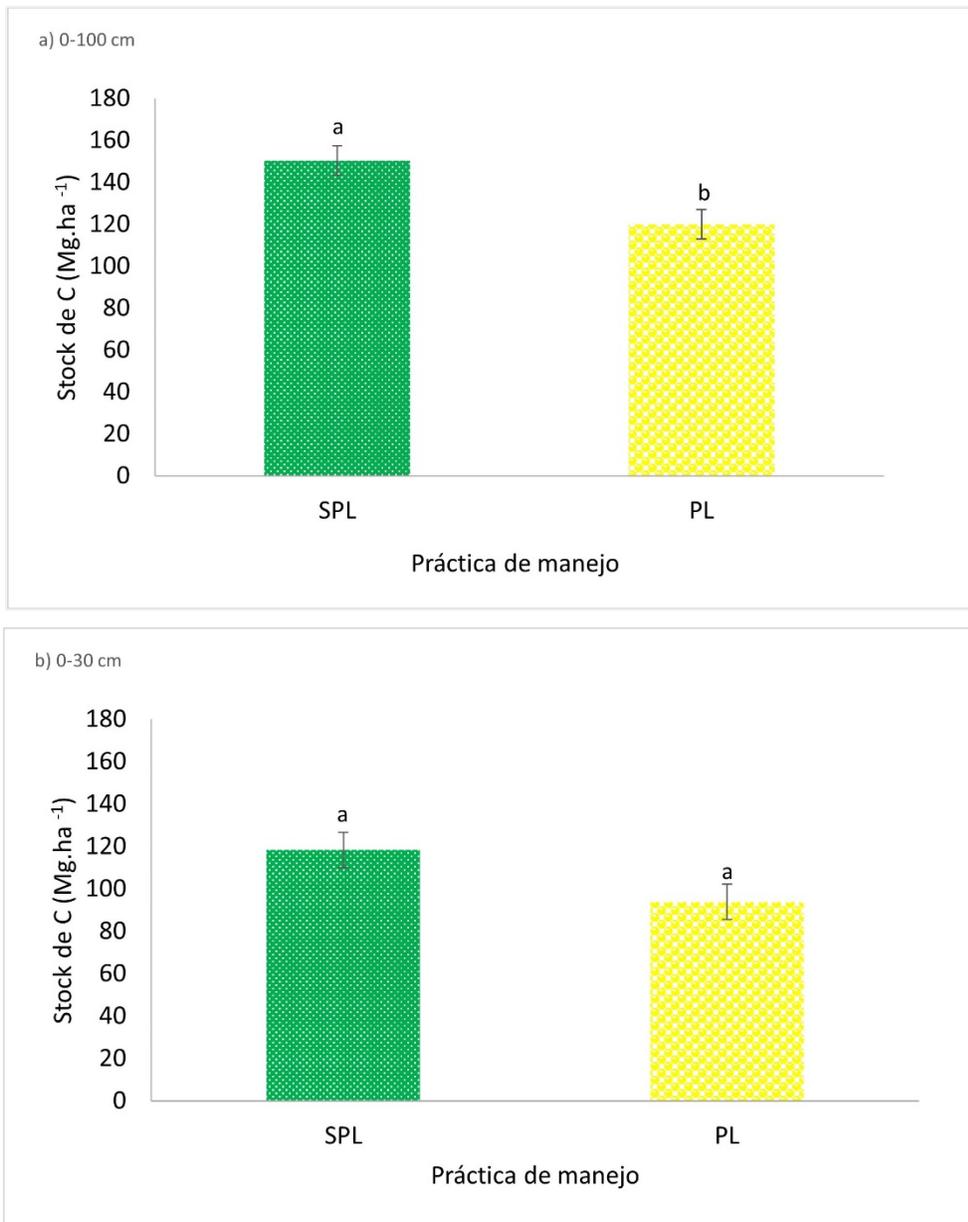
La concentración de COT ( $\text{g.kg}^{-1}$  suelo) en las dos capas más superficiales (0-10 y 10-20 cm) fue significativamente mayor en situaciones sin promoción de *Lotus tenuis* (Figura 1).

Por debajo de 20 cm de profundidad no se vieron diferencias significativas entre los tratamientos, con excepción de la última capa donde el tratamiento con *Lotus* presenta mayor contenido de COT.



**Figura 1.** Contenido de COT en profundidad para suelos con promoción de Lotus (PL) y sin promoción de Lotus tenuis (SPL) de *Lotus tenuis*. Letras diferentes representan diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Del análisis de stock de COT hasta los 100 cm de profundidad surge una diferencia significativa ( $P \leq 0,05$ ) a favor del tratamiento sin promoción de *Lotus tenuis* (Figura 2). Estas diferencias no se observaron cuando el análisis del stock se realizó solo hasta los 30 cm. No obstante, el stock de C hasta los 30 cm representó el 79% del stock a los 100 cm para ambos tratamientos.





**Figura 2.** Stock de C ( $\text{Mg. ha}^{-1}$ ) a los 100 cm (a) y a los 30 cm (b) para suelos con(PL) y sin (SPL) promoción de *Lotus tenuis*. Las barras representan el error estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Tanto los sistemas SPL como PL lograron incrementar el stock de C en comparación con un suelo de referencia. Según una revisión realizada por Guenet et al. en 2020, la inclusión de leguminosas en los pastizales, entre otras prácticas de manejo, ha demostrado que, aunque pueda haber un aumento en las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ , este no es suficiente para anular el potencial de secuestro de C y la reducción de gases de efecto invernadero (GEI) que estas prácticas pueden lograr. Es posible que el mayor almacenamiento de C en los pastizales SPL se deba al mayor tiempo de implementación de esta práctica en los potreros (45 años), con respecto al tiempo que lleva la promoción de *Lotus tenuis* (18 años)

Con respecto a los valores de Almacenaje de C mayores para el pastizal SPL este trabajo se diferencia de los de Conant et. al. (2017), quienes han observado que la inclusión de leguminosas en el pastizal incrementó el almacenaje de C en los suelos en varios experimentos entre los 20 y los 100 cm. Sin embargo, Rodríguez et. al. (2022) observaron que los efectos positivos de las leguminosas en el almacenaje de C podrían desaparecer cuando la composición de leguminosas en el pastizal es muy alta, al perder el equilibrio entre leguminosas y gramíneas del ecosistema como el caso de la promoción de *Lotus tenuis* que, en verano, puede alcanzar altos niveles (90-100%) de cobertura con la leguminosa. A su vez Cong et al. (2014) encontraron evidencia de que la entrada adicional de N dada por la fijación biológica de N no es requisito indispensable para lograr altos niveles de almacenaje de C en el suelo. De cualquier manera, la promoción de *Lotus* es una práctica de manejo que puede ser beneficiosa en múltiples aspectos del sistema productivo y mostró un incremento del Almacenaje de C respecto a la situación de referencia y una altísima compensación de las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ , lo que lo hace una práctica a tener en cuenta independientemente de que el pastizal sin manejo pueda haber almacenado más C.



## CONCLUSIONES

En el stock de C a los 30 cm no se observaron diferencias entre tratamientos. Por el contrario, los stocks de C al metro muestran que el pastizal sin *Lotus tenuis* almacenó más C. Con estos resultados rechazamos la hipótesis de que la promoción de *Lotus tenuis* tendría un mayor almacenaje de C, por lo menos en la duración y en las condiciones de este experimento.

## BIBLIOGRAFIA

Acosta, AP; Rossi, JL; Acosta, GR; Bailleres, M; Golluscio, R; Schor, A & Filippini, S. 2015. Grazing behavior and productive response of steers in a *Lotus tenuis* pasture. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, 24: 11-14.

Burke, W; Gabriels, D & Bouma, J. 1986. Soil structure assessment: AA Balkema. Rotterdam, Netherlands, 30-31.

Conant, RT; Cerri, CE; Osborne, BB & Paustian, K. 2017. Grassland management impacts on soil carbon stocks: a new synthesis. *Ecological Applications*, 27(2): 662-668.

Cong, WF; van Ruijven, J; Mommer, L; De Deyn, G. B; Berendse, F & Hoffland, E. 2014 Plant species richness promotes soil carbon and nitrogen stocks in grasslands without legumes. *Journal of ecology*, 102(5):1163-1170.

Du, Z; Ren, T & Hu, C. 2010. Tillage and residue removal effects on soil carbon and nitrogen storage in the North China Plain. *Soil Science Society of America Journal*, 74(1): 196-202.

Gerber, PJ; Steinfeld, H; Henderson, B; Mottet, A; Opio, C; Dijkman, J; Falcucci, A. y Tempio, G. 2013. Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura FAO, Roma, Italia. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3437s.pdf>.



- Nieva, AS; Bailleres, MA; Corriale, MJ; Llamas, ME; Menéndez, AB & Ruiz, OA. 2016. Herbicide-mediated promotion of *Lotus tenuis* (Waldst. y Kit. Ex Wild.) did not influence soil bacterial communities, in soils of the Flooding Pampa, Argentina. *Applied soil ecology*, 98: 83-91.
- Nieva, AS; Bailleres, MA; Llamas, ME; Taboada, MA; Ruiz, OA & Menéndez, A. 2018. Promotion of *Lotus tenuis* in the Flooding Pampa (Argentina) increases the soil fungal diversity. *Fungal Ecology*, 33: 80-91.
- Rodríguez, A; Canals, RM & Sebastià, MT. 2022. Positive Effects of Legumes on Soil Organic Carbon Stocks Disappear at High Legume Proportions Across Natural Grasslands in the Pyrenees. *Ecosystems*, 25: 960–975. <https://doi.org/10.1007/s10021-021-00695-9>
- Sisti, CP; dos Santos, HP; Kohhann, R; Alves, BJ; Urquiaga, S & Boddey, RM. 2004. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil and tillage research*, 76(1):39-58.
- Skjemstad, JO & Baldock, J. 2007. Total and organic carbon. M.R. Karter, E.G. Gregorich (Eds.), *Soil Sampling and Method of Analysis (2nd ed.)*, Canadian Society of Soil Science. CRC Press, Boca Raton, FL, US (2008)
- Viglizzo, EF1; Montero, G; Ricard, F & Sirotiuk, V. 2014. La huella del carbono en la agroindustria. 1 a ed. Ediciones INTA, La Pampa, Argentina.

## INSTITUCIONES PARTICIPANTES



Secretaría Técnica Administrativa



