



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

## Avances en la estimación de los cambios en las existencias de carbono de un monte de reparo de *Eucalyptus* sp. en un sistema ganadero en el norte de Buenos Aires

### Advances in the estimation of changes in carbon stocks of a *Eucalyptus* stand in a bovine system in northern Buenos Aires

G. Mujica.<sup>1\*</sup>, D. Palazzini<sup>2</sup>, A. Martín<sup>1</sup>, M. Beltran<sup>1</sup>, I. D. Filip<sup>3</sup>, P. Pathauer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones en Recursos Naturales INTA,

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, UNLP.

<sup>3</sup>CIT-Formosa, Formosa, Argentina Nicolás Repetto y De Los Reseros S/N, (1686) Hurlingham.

[mujica.gerardo@inta.gob.ar](mailto:mujica.gerardo@inta.gob.ar)

#### Abstract

Shelter belts or small stands provide animal welfare on livestock farms (MR). They can be designed considering their capacity also as carbon sinks and to offset the emissions of a bovine livestock system. The objective of this work was to quantify the changes in the stocks of carbon (C), sequestered by commercial stands of *Eucalyptus* that fulfill the function of MR. A commercial plantation of 4.5 ha was used in the lowlands of the province of Buenos Aires, with relatively high (Al), medium (Me) and low (Ba) sectors. In 2017, a base pasture of wheatgrass (*Thinopyrum ponticum*) and 25 stands of 5 *Eucalyptus* cultivars with 300 plants each were implanted. In the fifth year, the diameter was measured at 1.3 meters above the ground in plots of each cultivar; Soil and forage biomass samples were taken in RM and pasture. The estimation of sequestered carbon was made using the IPCC 2006 Gain and Loss Method. At the fifth year, the estimated annual change in C of the MR ( $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$ ) was 38.17 ( $\pm 7.02$ ), varying between cultivars: H105 (43.39  $\pm 5.32$ ); INTAGC12 36.55 ( $\pm 2.07$ ); INTAGC27 36.24 ( $\pm 2.47$ ); INTAGC9 31.01 ( $\pm 2.36$ ); INTAHSP216B 24.56 ( $\pm 3.19$ ) and between sectors: Al 57.6 ( $\pm 3.33$ ), Me 38.8 ( $\pm 2.49$ ) and Ba 16.7 ( $\pm 1.58$ ). The same differences were found in volumetric yield, between cultivars and between sectors. The MR pasture lost  $-2.31$  ( $\pm 1.82$ )  $\text{t d.m ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$  (dry matter) due to the different shade of the cultivars. No differences were found in soil C between MR and pasture.

**Keywords:** sink, stand, silvopastoral, bovine, Shelterbelts.

**Palabras clave:** sumidero, rodal, silvopastoril, bovinos.



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

## Introducción

Los sistemas integrados han sido identificados como una estrategia para compensar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) al adicionar el componente forestal al secuestro de C en pastura y suelo (de Figueredo, 2017). En los sistemas de cría (SCB) o sistemas de ciclo completo (SCC) de la región pampeana, habitualmente se incorporan cortinas forestales y montes de reparo (MR), para dotar de sombra y refugio al ganado. Sin embargo, no se diseñan con el objetivo potencial de compensar emisiones de carbono. Esto evidencia la necesidad de cuantificar el carbono retenido en los MR en los sistemas ganaderos de la región.

## Objetivos

El objetivo fue cuantificar los cambios en las existencias de carbono en la biomasa forestal, forrajera y en el suelo de un MR, que forman parte de un SCB en la región pampeana.

## Materiales y Métodos

En un lote de 35 ha, con capacidad de uso IVw, perteneciente al Establecimiento La Negra SA, Suipacha, Buenos Aires (34°37'38"S 59°48'47"W; 51 m.s.n.m.), se implantó en octubre de 2017 un rodal comercial de 4,5 ha. El lote se caracteriza por ser un plano tendido de suelos *Argiudoles argiacuicos*, con capacidad de uso IVw, que posee sectores levemente más altos (Al) de buen drenaje; Planos Intermedios (Me), con pobre drenaje ante excesos hídricos y sectores bajos (Ba), planos cóncavos con riesgo de anegamiento y en algunos casos salinidad. La plantación se realizó en fajas forestales (FF) de 6 líneas a 3 metros entre líneas y 2 metros entre plantas (1666 plantas por ha), intercaladas por callejones de 40 metros de ancho con pastura. En las FF se implantaron 25 parcelas de 300 plantas cada una, con 5 materiales genéticos comerciales de *Eucalyptus sp*: INTAGC12, INTAGC9, INTAGC27, H105 y *E. dunnii* INTAHSP214B dispuestos en bloques totalmente aleatorizados. La pastura fue sembrada en 2017 con mezcla de agropiro (*Thinopyrum ponticum*) y trébol blanco (*Trifolium repens* sp.).

Las mediciones se realizaron al año 5, relevando el diámetro a la altura de pecho (DAP) (1.3 mts) en 120 ejemplares por parcela, (DAP entre 11,8 y 16,1). Se midieron las diferencias de oferta forrajera existente entre cada parcela FF y la pastura adyacente, ajustando dichas diferencias de materia seca (MS) a valores de  $\text{CO}_2\text{ha}^{-1}\text{año}^{-1}$ . Se tomaron muestras para determinar el carbono



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

orgánico del suelo (COS) a una profundidad de 0-30 cm en las FF y en la pastura adyacente. Las muestras de pasto y suelo en FF y la pastura se tomaron alrededor del centro de cada tratamiento.

Se estimó el volumen individual utilizando las ecuaciones ajustadas para *Eucalyptus dunnii* en el norte de la Provincia de Buenos Aires (Ferrere *et. al.*, 2022). La estimación del C retenido se realizó mediante el Método de las Pérdidas y Ganancias (IPCC, 2006) en las existencias de carbono en la forestación, pastura y suelo. El crecimiento promedio anual de la biomasa forestal aérea y subterránea (GTOTAL<sub>i</sub>) ha sido estimada para cada parcela en función de los siguientes parámetros: Incremento Anual Neto (I<sub>v</sub><sub>i</sub>), el factor de expansión de la biomasa (BEF<sub>i</sub>), la densidad básica de la madera (D<sub>i</sub>) y la fracción de carbono de materia seca (CF<sub>i</sub>) específica de cada cultivar (Gauna *et. al.*, 2022) y la relación (aérea/raíz) R=28% sugerida por (IPCC, 2006). El BEF<sub>i</sub> de cada cultivar fue estimado mediante las ecuaciones de biomasa de hojas, ramas y fuste ajustadas para *E. viminalis* de provincia de Buenos Aires (Ferrere *et. al.*, 2014). El carbono de las plantas herbáceas fue 43% (Ma *et. al.*, 2018). El COS se determinó en laboratorio por el método oxidación húmeda (Nelson y Sommers 1996). Entre las pérdidas de carbono se contabilizó la emisión de CO<sub>2</sub> en las etapas de plantación, mantenimiento, conducción, maquinaria, materias primas e insumos que fue calculado en 0,71 ton CO<sub>2</sub>ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> (Norberto, 2006) y las pérdidas de biomasa de la pastura debido a la sombra de cada rodal.

Para el análisis se utilizó software R, paquetes base (R Core Team, 2023) para los análisis de varianza y agricolae (Mendiburu, 2021) para las comparaciones a posteriori. Se declaró diferencia estadística significativa al 1% (p<0,01).

### Resultados y discusión

Se encontraron diferencias ( $p=2,82e^{-4}$ ) en volumen total con corteza (VTm<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>) entre el H105 (235,45) y el resto de los cultivares: INTAHSP216 (159,67), INTAGC27 (152.8), INTAGC12 (141.79) y INTAGC9 (140,46). Estos valores son similares a los obtenidos para dos sitios del sur de Entre Ríos (L. Harrand, comunicación. personal, 26/07/2023) y para *Eucalyptus dunnii* en región pampeana (McDonagh *et. al.*, 1991 y Echarri *et. al.*, 1990). Se observaron diferencias ( $p=3,53e^{-6}$ ) entre Al (212,17), Me (154,39) y Ba (67,65) m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.

El cambio en las existencias de C (t CO<sub>2</sub> ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>) en el MR fue 38,17 (±7,02). Se encontraron diferencias ( $p=4,95e^{-4}$ ) entre el H105 (43,39±5,32) y el resto



INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

de los cultivares: INTAGC12 ( $36,55 \pm 2,07$ ); INTAGC27 ( $36,24 \pm 2,47$ ); INTAGC9 ( $31,01 \pm 2,36$ ); INTAHSP216 ( $24,56 \pm 3,19$ ).

Los valores de C secuestrado se encuentran dentro del rango valores de Argentina, reportados por Gándara, (2021)  $27,94 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  y Norberto, (2006)  $43,58 \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . A su vez, se observaron diferencias ( $p=4,45e^{-6}$ ) al comparar el C retenido entre los tres ambientes Al ( $57,6 \pm 3,33$ ), Me ( $38,8 \pm 2,49$ ) and Ba ( $16,7 \pm 1,58$ ).  $\text{t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ .

La producción de materia seca (MS) en la pastura fue en promedio  $3,9 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , en el rango de los valores publicados Recavarren *et. al.*, (2021) para pastura base agropiro en año normal. La variación de MS bajo el dosel fue en promedio ( $-2,31 \pm 1,82$ )  $\text{t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , variando desde  $-0,49 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  para INTA GC 27 a  $-3,64 \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  para el clon H105, conforme al diferente sombreado de sus copas.

Se verificaron resultados similares al evaluar  $\text{VTm}^3 \text{ ha}^{-1}$  y retención de C, a pesar de las diferencias en  $D_i$ ,  $\text{CF}_i$ ,  $\text{BEF}_i$  y pérdidas de biomasa forrajera debido al sombreado diferencial.

No se encontraron diferencias de COS entre el FF ( $79,4 \pm 2,49$ ) y la pastura  $79,4 \pm 5,7$ )  $\text{t C ha}^{-1}$  ( $p < 0,01$ ) luego de 5 años de manejo.

Para la región se han reportado emisiones absolutas de GEI en el rango de  $1,547 - 2,153 \text{ (t CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1})$  para SCB (Faverín *et. al.*, 2019) y  $3,738 - 3,830 \text{ (t CO}_2 \text{ eq ha}^{-1} \text{ año}^{-1})$  y SCC (Filip, 2022) respectivamente. Por lo tanto, la plantación de MR puede ser una estrategia que contribuya a compensar parte de los GEI en la producción de carne en la región pampeana.

### Conclusiones

El MR retuvo  $38,17 (\pm 7,02) \text{ t CO}_2 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . Hubo diferencias entre materiales genéticos y ambientes que aconsejan realizar previamente ensayos de rendimiento de cultivares y la selección de un buen sitio de plantación. La pastura debajo del MR se redujo  $-2,31 (\pm 1,82) \text{ t MS ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ . Al año 5 del MR no se encontraron diferencias de COS entre FF y la pastura.

### Agradecimientos

Este trabajo fue posible gracias al aporte del equipo de trabajo del convenio INTA - Establecimientos La Negra S.A.- Comercio y Desarrollo S.A. Parte de los



XII CONGRESO INTERNACIONAL  
Sistemas Silvopastoriles  
URUGUAY 2023

INICIO

CRÉDITOS

COMITÉS

CONTENIDO

SESIÓN I

SESIÓN II

SESIÓN III

SESIÓN IV

ANEXOS

muestreos de pastura y suelo en el marco del “Proyecto de Cooperación Técnica Regional TCP/RLA/3805” de FAO.

## Bibliografía

- IPCC, Intergovernmental Panel Climate Change. 2006. Directrices del IPCC para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- Echarri J., Dell Arcipprete V., Gea L., Alliani R.C., 1990. Ensayos de especies y orígenes de *Eucalyptus* en 25 de mayo - Provincia de Buenos Aires. En: Actas Jornadas para *Eucalyptus* para la Región Pampeana. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales (CIEF), pp. 49-57
- de Figueiredo, EB, Jayasundara, S., de Oliveira Bordonal, R., Berchielli, TT, Reis, RA, Wagner-Riddle, C. y La Scala Jr, N. 2017. Greenhouse gas balance and carbon footprint of beef cattle in three contrasting pasture-management systems in Brazil . *Journal of Cleaner Production*, 142, 420-431.
- Faverín, C., Bilotto, F., Rosso, C.F., Machado, C. 2019. Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas típicos de cría de la Pampa Deprimida. *Chil. J. Agric. Anim. Sci.* 35, 14-25. DOI: 10.4067/S0719- 38902019005000102.
- Ferrere, P., Lupi, A. M., & Boca, R. T., (2014). Estimación de la biomasa aérea en árboles y rodales de *Eucalyptus viminalis* Labill. *Quebracho (Santiago del Estero)*, 22(2), 100-113.
- Ferrere, P., Palazzini, D., Lupi, A. M., Pathauer, P. S., . 2022. Ecuaciones para la estimación de altura y volumen en plantaciones de *Eucalyptus dunnii* en el norte de la Región Pampeana.
- Filip I. 2022. Emisiones de metano y huella de carbono de sistemas de producción de carne con distinta duración de la lactancia. Trabajo de tesis para optar al título de magister scientiae en producción animal. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad Nacional de Mar del Plata. DOI:[10.13140/RG.2.2.15054.23367](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.15054.23367)
- Gándara, L., Faverin, C., Cambareri G.S.; Tieri, M. P.; Cosentino, V.R.N.; Recavarren P.M.; Beltran M.J.; Yogi D.R; Perrrens G.A.; Colcombet, L. y Peri P.L. 2021. ¿Podrán los sistemas silvopastoriles mejorar los balances de carbono en Argentina?. XI Congreso Internacional de Sistemas Silvopastoriles. I Congreso de la Red Global de Sistemas Silvopastoriles. Cali, Colombia, pp. 505-521
- Gauna, J., Raffaelli, N., Tonello, M., Harrand, L., Mastrandrea, C., Martinez, M., Oberschelp, J., Barotto, J. 2022. Potencial de especies, clones puros e híbridos de Eucaliptos para elaboración de carbón vegetal.
- Ma, S., He, F., Tian, D., Zou, D., Yan, Z., Yang, Y., Zhou, T., Huang, K., Shen, H. y Fang, J. 2018. Variations and determinants of carbon content in plants: a global synthesis. *Biogeosciences*, 15(3), 693-702.
- Mc Donagh P., Marquina J., Marlats R., 1991. *Eucalyptus dunnii* Maiden: Plasticidad ante variaciones de índices edáficos para la Depresión del Salado. Actas Jornadas sobre Eucaliptos de alta productividad - Tomo 2. Centro de Investigaciones y Experiencias Forestales (CIEF). pp. 261-268
- Mendiburu, F. 2021. agricolae: Statistical Procedures for Agricultural Research. R package version 1.3-5. <https://CRAN.R-project.org/package=agricolae>
- Nelson, D.W., Sommers, L.E. 1996 Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page AL (ed) *Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties*, 2nd edn. ASA SSSA, Madison
- Norverto, C. A. 2006. La fijación de CO2 en plantaciones forestales y en productos de madera en Argentina. Buenos Aires, Argentina. Editorial GRAM.
- R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Recavarren, P. M., Iturralde Elortegui, M. D. R., Leaden, K. A., Martinefsky, M. J., & Figliuolo, A. 2021. Tablas prácticas para la presupuestación forrajera en el centro de Buenos Aires. Ediciones INTA.