

Importancia del campo natural para el almacenaje de carbono en sistemas ganaderos de cría

Eclesia R. P.¹, Lezana L.¹, Zamboni P.², Canavelli S.³

¹Departamento de Producción, INTA EEA Paraná

²Centro Regional de Geomática (CEREGEO), FCyT- UADER

³Departamento de Recursos Naturales y Gestión Ambiental, INTA EEA Paraná

El incremento en el almacenaje de carbono (C) en la materia orgánica del suelo (MOS) y en la biomasa vegetal surge como una estrategia para contrarrestar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en los sistemas ganaderos de pastoreo extensivo. El pastoreo modifica las entradas de MOS al sistema por lo que su manejo podría impactar en cambios de la MOS. A partir de un proyecto FONTAGRO denominado "Plataforma de innovación para la sustentabilidad de sistemas ganaderos familiares en Uruguay y Argentina" se puso en valor el almacenaje de C en el suelo y en el bosque en sistemas de cría del norte de Entre Ríos y se trató de vincular los niveles de MOS a variables de suelo y de manejo del pastoreo. En este artículo mostramos los principales resultados obtenidos a partir de un análisis de 30 predios ganaderos familiares en los que se evaluó el C en el suelo en 20 de ellos, durante dos ciclos agrícolas (2017-2018 y 2018-2019).

¿Cómo se vincula la ganadería con la emisión de gases de efecto invernadero?

En los últimos años, se ha puesto en discusión la sustentabilidad de la ganadería debido, principalmente, a la contaminación atmosférica generada a partir de las emisiones de GEI, en particular, las emisiones de metano (CH₄), como consecuencia de la fermentación entérica de los rumiantes. Sabemos que gracias a la fermentación que realizan las bacterias del rumen, es posible transformar forrajes de mediana y baja calidad en carne o leche. Pero un subproducto de esta fermentación es el CH₄. A menor calidad del forraje consumido, mayor tasa de emisión de CH₄. Por lo que algunas alternativas para reducir la emisión, se basan en mejorar la calidad del forraje, así como incrementar la productividad del sistema, de manera de reducir la emisión por kilogramo de carne producido. En ganadería de cría, algunas estrategias factibles podrían estar dadas en mejorar la calidad del forraje a partir de la implantación de pasturas y/o la mejora del campo natural con especies de alta digestibilidad, en aumentar la productividad de carne a partir de mejorar la eficiencia reproductiva, o bien, en mitigar la emisión a partir de incrementar el almacenaje de carbono en la biomasa y la MOS.

¿Por qué es importante incrementar el almacenaje de carbono en el suelo?

El incremento de los niveles de C en el suelo es una de las formas de mitigar las emisiones de CH₄, CO₂ y gases de efecto invernadero en general ya que se contrarrestan las emisiones con la retención en la biomasa y el suelo (Fig. 1). Así, las plantas captan el CO₂ del aire, lo almacenan en la biomasa vegetal y a medida que el material vegetal y animal se muere es descompuesto por los microorganismos del suelo, quienes incorporan parte del C en la MOS. En el caso de los sistemas ganaderos, parte del material vegetal consumido vuelve al suelo a partir de las heces y orina, siendo también posteriormente descompuesto por los microorganismos e incorporado en la MOS. Cuando se trata de sistemas en áreas de bosque nativo, a su vez, una proporción importante del C es almacenado en la biomasa arbórea y arbustiva, por lo que resulta importante preservarlo y manejarlo de manera de potenciar su productividad.

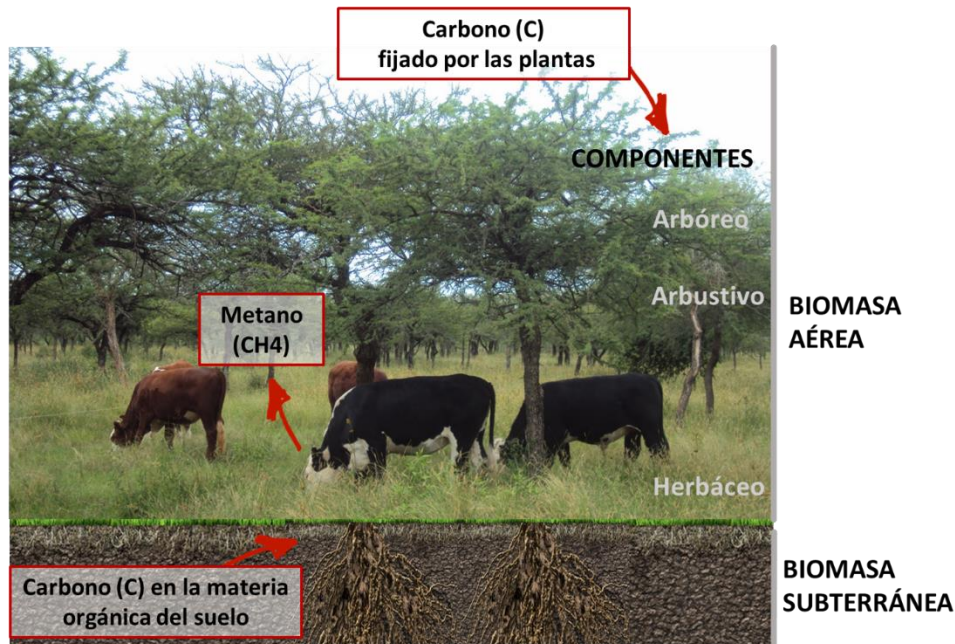


Figura 1. Dinámica de emisión de gases de efecto invernadero (CH_4 y CO_2) y captura de C en sistemas pastoriles en áreas de bosque nativo. Se detallan los componentes de almacenamiento de C en la biomasa vegetal aérea y subterránea.

En los ecosistemas terrestres, el suelo es el compartimento donde se almacena la mayor cantidad de C, seguido por el de la biomasa aérea. Por ello, pequeños cambios que ocurran en el mismo, representan modificaciones importantes en la retención o emisión de C. A su vez, la MOS es un reservorio de alta estabilidad, dada por la protección que ejercen las arcillas y limos, lo que le confiere una alta resistencia a la descomposición, y por lo tanto una baja o lenta liberación del C almacenado. En cuanto al C almacenado en la biomasa (B), puede variar entre 0,3 a 0,6 %, por lo que se suele utilizar para su estimación la ecuación universal $C = B \times 0,5$ (Bravo *et al.*, 2007; De Petre *et al.*, 2016; Sione *et al.*, 2019). Así por ejemplo, en sistemas ganaderos en pastizales de la Cuenca del Plata, se estimó un almacenaje de entre 50 y 150 t ha^{-1} de C entre el suelo y la vegetación, de los cuales, menos del 7 % correspondía a la biomasa viva aérea (fundamentalmente herbácea), 33 % a la biomasa muerta más la hojarasca y alrededor del 60 % se encontraba en el suelo, mayormente en la MOS (93 %) y en menor medida en las raíces (7 %, Paruelo *et al.* 2010). De hecho, en este estudio, se estimaron entre 18 y 175 t ha^{-1} de C en la MOS hasta 1 m de profundidad. Estos valores ponen de manifiesto el rol importante que cumplen los suelos de los pastizales de la región en el almacenaje de C.

¿Cuál es el contenido de C en el suelo en los sistemas ganaderos de cría?

Los sistemas ganaderos de cría del centro-norte entrerriano se ubican, en su gran mayoría, en ambientes de bosque natural de la ecorregión del Espinal. Estos ambientes constan de un estrato herbáceo dominado por gramíneas, que es la fuente de forraje para el ganado; y un estrato arbóreo que puede diferenciarse en cerrado o abierto, bajo o alto, con o sin estrato arbustivo desarrollado, mixto o pluriespecífico (Fig. 2). En estos sistemas, los principales compartimentos en los que se almacena C, son el suelo y la vegetación arbórea. En 2017 entre el INTA EEA Paraná y el Centro Regional de Geomática (CEREGEO), iniciamos una investigación para estimar el contenido de C en la MOS y en el bosque en múltiples predios ganaderos ubicados en los departamentos La Paz y Feliciano (Fig. 3). Sobre un total de 30 predios ganaderos familiares se realizaron muestreos de vegetación y suelo en diferentes puntos distribuidos al azar. Los muestreos de suelo se realizaron hasta los 30 cm de profundidad para su posterior análisis químico, evaluando también la densidad aparente, de modo de estimar el contenido de C. Los muestreos de vegetación constaron de evaluaciones de altura de pasto en transectas de modo de inferir en la biomasa de herbáceas forrajeras, y también en estimaciones de relaciones alométricas, principalmente en especies arbóreas, para estimar el C en la biomasa de este compartimento a partir de la ecuación: Biomasa individual = Área basal x Altura x Coeficiente de forma x Densidad de la madera (FRA. 2000).

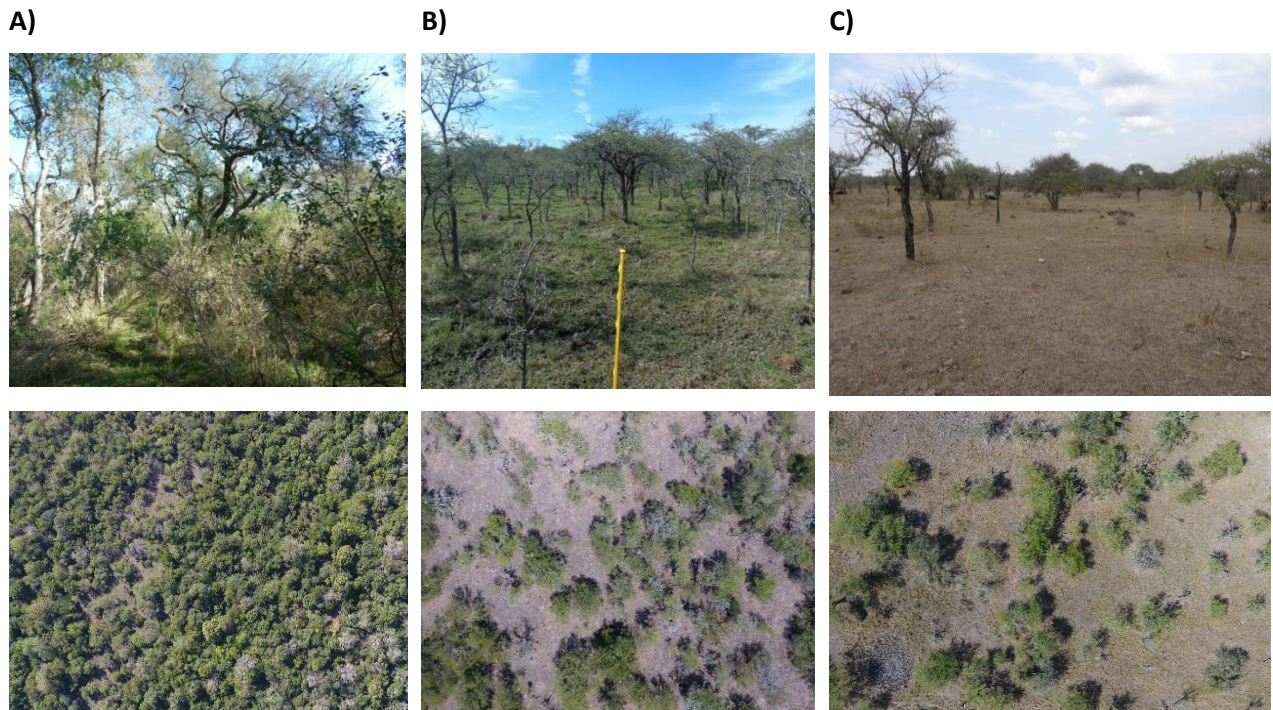


Figura 2. Fotos aéreas representando zonas con diferente densidad y cobertura arbórea: A) Alta, en bosques cerrados pluriespecíficos, B) media, pudiendo ser cerrados/abiertos y mixtos y C) baja, en bosques abiertos, mixtos tipo sabana.

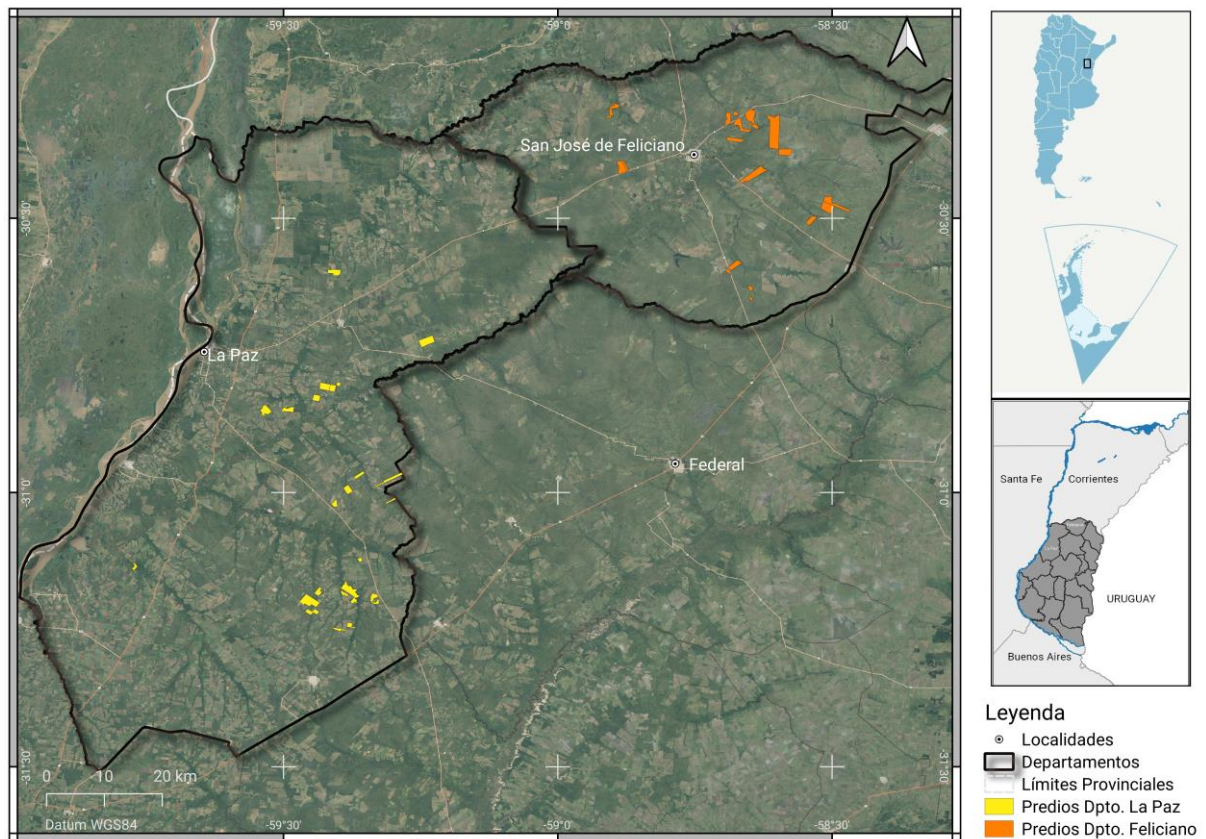


Figura 3. Ubicación de los predios evaluados.

Los resultados hasta el momento indican una cantidad promedio de C almacenado en el suelo de 65 t ha⁻¹ en los primeros 30 cm de profundidad, con valores mínimos de 35 t ha⁻¹ y máximos de 80 t ha⁻¹. En tanto, el C almacenado en la biomasa arbórea se estimó en 20 t ha⁻¹, con valores mínimos inferiores a 1 t ha⁻¹, principalmente en sitios abiertos de tipo sabana, mixtos (dominados por *Prosopis spp.*) y con arbustos, a máximos de 55 t ha⁻¹ en bosques cerrados, altos y pluriespecíficos. Al igual que con los pastizales mencionados previamente, se destaca la importancia de estos ambientes para retener carbono, y del impacto que podrían tener las deforestaciones en los valores de emisión de C a la atmósfera, cuando el bosque es talado, quemado y totalmente descompuesto. Asimismo, estos valores nos permiten comenzar a cuantificar uno de los tantos beneficios que brindan los bosques a las personas (no sólo quienes habitan en los bosques sino toda la sociedad), en este caso, mediante la contribución en la retención de C y, consecuentemente, menor emisión a la atmósfera. Estas son las reservas de C que tenemos actualmente y es importante preservarlas mediante prácticas de uso del bosque nativo, incluyendo la producción ganadera.

¿Cómo se vincula el manejo ganadero con el contenido de C del suelo?

Si queremos incrementar el contenido de C en el suelo, una de las principales estrategias es incrementar la MOS, aumentando los ingresos o minimizando las pérdidas. Esto implica aumentar el contenido de pasto a lo largo del año, porque la biomasa aérea se vincula con la biomasa radicular, a mayor volumen de pasto, mayor volumen de raíces. Además, el manejo del pastoreo que promueve más altura de pasto durante la mayor parte del año, permite incrementar el aporte de broza, porque el animal no está obligado a comer todo y así se favorece el reciclaje de MOS.

Estudios a nivel internacional indican que mediante el manejo de la altura del pasto como medida de la intensidad de pastoreo, podemos modificar la MOS. En general, pastoreos de alta intensidad (dados por una alta carga de animales en relación a la oferta de forraje) dejan bajos remanentes de pasto, ocurriendo dos efectos negativos: por un lado, el pasto se recupera muy lento, con un menor crecimiento de raíces. Por otro lado, al dejar bajos remanentes de pasto (baja altura), el suelo queda con menor biomasa aérea que potencialmente ingresaría a la MOS y también más expuesto a pérdidas por erosión. Por el contrario, al manejar remanentes intermedios (en general mayores a los 15 -20 cm, dependiendo también de las especies involucradas) ocurre el proceso inverso. Asimismo, se podría promover la recuperación y biomasa aérea del pastizal a partir de tiempos de descansos o descargas del pastizal, adecuando las cargas a los momentos de mayor o menor producción de pasto.

En los sitios evaluados del norte entrerriano observamos que, en general, el pastoreo es manejado con una alta intensidad (asignación forrajera promedio estacional inferior a 2 kg de materia seca (MS) por kg de peso vivo (PV). A partir de determinaciones de altura en múltiples puntos distribuidos en 30 predios ganaderos evaluados, sólo en 2 predios la altura promedio de pasto fue superior a 8 cm, teniendo el 77 % de los sitios (23) una altura inferior a 6 cm (Fig. 4). Esto nos da un panorama general del manejo intensivo que se realiza en la mayoría de los establecimientos. Por lo tanto, si asumimos que dicho manejo ha ocurrido a lo largo de los años, podríamos esperar que al cambiarlo por manejos menos intensos se pueda incrementar la MOS. Y si bien la acumulación de la MOS es un proceso lento, es factible detectar pequeños cambios en las fracciones de materia orgánica más lábiles como, por ejemplo, el C de la materia orgánica particulada (C-MOP); ya que es una fracción más sensible a los cambios de manejo del pastoreo que ocurran en el mediano plazo.

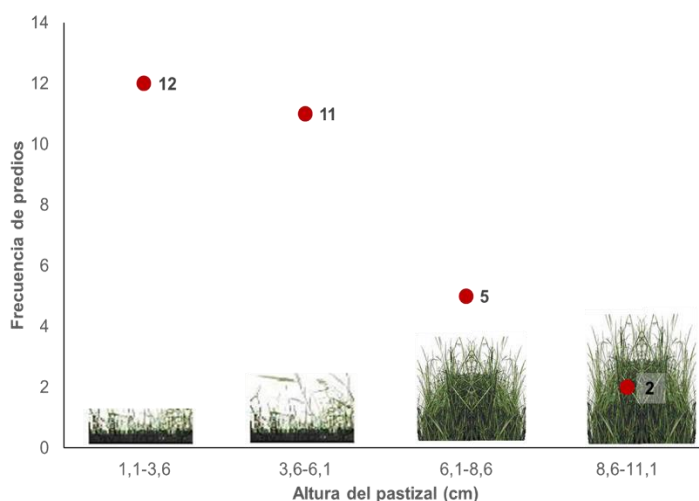


Figura 4: Distribución de frecuencia de la altura de pasto evaluada en 30 establecimientos del norte de Entre Ríos. Se muestra un agrupamiento de sitios según un rango de altura de pasto.

En este sentido, el C-MOP en 20 de los 30 predios evaluados no mostró una relación clara con la altura de pasto, pero sí se observaron relaciones con otras variables de suelo, como porcentaje de nitrógeno (N) de la MOP (N-MOP, %) y la textura del suelo (Fig. 5). Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los predios evaluados presentaron baja altura de pasto, por lo que sería necesario explorar un conjunto de predios con mayor variabilidad de sitios, a efectos de establecer una relación más clara. A pesar de ello, y conociendo los antecedentes de estudios previos, sería factible realizar un seguimiento en los sitios que realicen un cambio sustancial en el manejo del pastoreo de modo de observar si mejoran los contenidos de C-MOP.

La variabilidad en el C-MOP de los diferentes sitios fue explicada por el N y la textura del suelo (Fig. 5, b y c). Claramente, ambos representan controles del C almacenado en la MOS, sin embargo, mientras que el N podría ser modificado por el manejo, la textura es una variable intrínseca de cada suelo. En consecuencia, el N podría ser incorporado mediante prácticas como fertilización e incorporación de leguminosas, por ejemplo. La textura, en cambio, a pesar de estar relacionada en general con fracciones más estables de la MOS, posiblemente su relación con la MOP tenga que ver con la mayor agregación en suelos de textura más fina y la estabilización de ésta fracción en esos agregados del suelo.

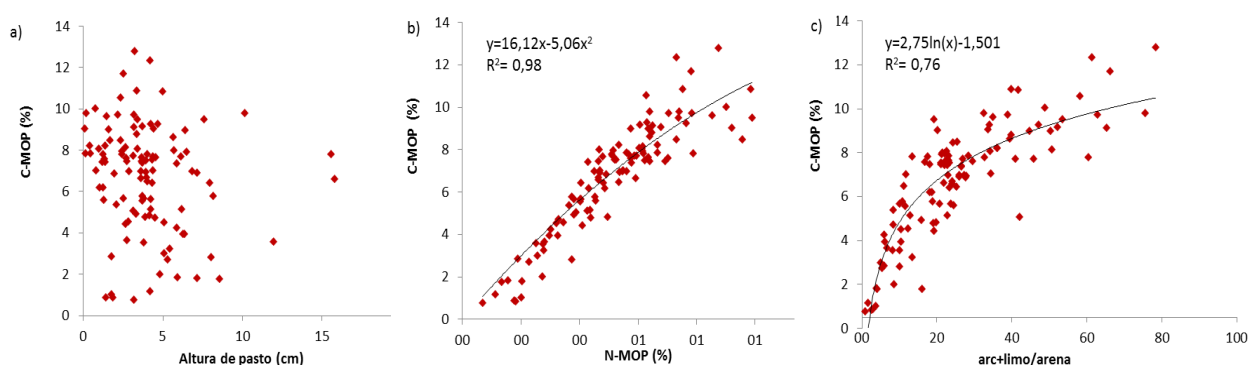


Figura 5: Relación entre el C-MOP y la altura de pasto (a), el nitrógeno de la MOP (N-MOP, b) y la textura del suelo (c).

Finalmente, los cambios en el manejo de los sistemas ganaderos de cría evaluados, caracterizados por alta carga ganadera, alta intensidad de pastoreo y baja productividad, deben centrarse en la adecuada administración de la oferta forrajera, compatibilizándola con la demanda animal. En este sentido, cobra relevancia el ordenamiento del rodeo, el estacionamiento del servicio y el ajuste de carga en momentos críticos para la nutrición de los vientres. A partir de estas estrategias de manejo, es factible no solamente incrementar el contenido de C en el suelo, sino también incrementar la eficiencia del sistema, reduciendo la emisión de CH₄ por kilogramo de peso vivo producido. Para poder lograrlo, desde el equipo de investigación-extensión, se está tratando de avanzar junto a un grupo de productores en un proceso de aprendizaje y crecimiento conjunto denominado co-innovación. A partir de la implementación de este proceso, se espera ir ajustando aspectos de manejo en cada establecimiento que, entre otros objetivos, tiendan a incrementar el C de suelo, como una estrategia más para promover la sustentabilidad en los sistemas de producción ganadera de nuestra región.

Agradecimientos

Esta investigación se realizó en el marco de los proyectos: “Plataforma de innovación para la sustentabilidad de sistemas ganaderos familiares en Uruguay y Argentina” (Ref: FTG/RF-15461-RG) y “Estrategias de producción que incrementen el secuestro de C en suelo para la mitigación del Cambio Climático” (2019-PD-E3-I062-001).

Al CeReGeo-FCyT-UADER, especialmente a Pablo Aceñolaza y a Estela Rodríguez.

Para seguir leyendo:

- BRAVO F., DELGADO J.A., GALLARDO J.F., BRAVO-OVIEDO A. , RUIZ-PEINADO R., MERINO A., MONTERO G., CÁMARA A., NAVARRO R., ORDÓÑEZ C. y E. Canga 2007. Métodos para cuantificar la fijación de CO₂ en los sistemas forestales. En: J. F. Gallardo Lancho (Ed.). La Captura de Carbono en Ecosistemas Terrestres Iberoamericanos. Capítulo 3. Red Iberoamericana de Física y Química Ambiental.. Salamanca. España. 255 pp.
- De PETRE A, ULF O.K., ALI S. y N. Reynero 2016. Proyectos de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos (PIARFON). Alternativas de sustentabilidad del bosque nativo del Espinal. 15 pp.
- FRA 2000. Directrices para la evaluación en los países tropicales y subtropicales. Forest Resources Assessment WP 2. Roma, 4 de noviembre de 1998.
- PARUELO J.M., PIÑEIRO G., BALDI G., BAEZA S., LEZAMA F., ALTESOR A. and M. OESTERHELD 2010. Carbon stocks and fluxes in rangelands of the Río de la Plata basin. Rangeland Ecology and Management 63, 94–108.
- SIONE S., LEDESMA S., ROSENBERGER L., OSZUST J., CARPP I., WILSON M., ANDRADE H., M. SASAL 2019. Fracción de carbono en la biomasa de *Prosopis affinis* sprengel (Fabaceae) en un bosque nativo del espinal (Argentina). Agronomía & Ambiente 39, 6–15.