

CAPÍTULO 6

¿HAY UN ESLABÓN PERDIDO EN EL CÁLCULO DEL BALANCE DE CARBONO EN LOS SISTEMAS PASTORILES DE LA GANADERÍA ARGENTINA?

Is there a missing link in the carbon balance calculation in Argentine grazing livestock systems?

Viglizzo¹, E.F. y Ricard, M.F.

CONICET - GPPS

Contenido

Resumen	105
Summary	105
Introducción	106
Las emisiones del sector rural	106
Las incógnicas del carbono en los sistemas pastoriles	107
¿Cuánto carbono podrían secuestrar las tierras de pastoreo en Argentina?	108
Conclusiones	109
Bibliografía	110

RESUMEN

En este estudio reanalizamos críticamente los procedimientos para estimar el balance de carbono en el sector agropecuario en general, y en tierras de pastoreo de la Argentina en particular. El procedimiento más extendido en los países en desarrollo sigue la metodología del IPCC (Nivel 1), que calcula el balance de carbono a partir de las emisiones anuales, y de los cambios de stock de carbono en un período dado de tiempo (e.g. 20 años). Luego de dividir el cambio de stock por una cantidad dada de años se procede a estimar el secuestro anual de carbono. Para el caso de las tierras de pastoreo (pastizales, sabanas, pasturas cultivadas) tal procedimiento asume **un balance** cero, es decir, un equilibrio entre emisión y secuestro de carbono. Ese supuesto es cuestionado en este trabajo. Como enfoque alternativo, en este estudio se reanalizó el balance de carbono para Argentina en el año de referencia 2010. Los cálculos se basaron en datos de emisión de GEI provistos por la base global EDGAR 4.2, y en datos de secuestro de carbono surgidos de un extenso trabajo de metaanálisis que incluyó la revisión de 768 trabajos publicados en revistas científicas con arbitraje. Este enfoque alternativo se basó en estimar el carbono contenido en la biomasa subterránea y su posterior conversión a carbono orgánico del suelo. En países como Argentina, con extensas porciones (más de 80%) de territorio ocupadas por tierras de pastoreo, es un desafío reanalizar en forma comparada el balance de carbono que surge de aplicar las dos metodologías. Los resultados muestran diferencias muy significativas que surgen de comparar ambas metodologías. Una validación científica del procedimiento que se propone en este estudio implicaría rediscutir las estimaciones de secuestro de carbono en futuros reportes nacionales de GEI.

Palabras clave. balance de carbono, re-cálculo en tierras de pastoreo, enfoque convencional, enfoque alternativo.

SUMMARY

This contribution aims to critically reanalyze the procedures for estimating the carbon balance of the agricultural sector in general, and grazing lands of Argentina in particular. The procedure widely applied in developing countries follows the methodological guidelines of the IPCC Level 1, which calculate carbon balances through annual emissions on the one hand, and changes in carbon stock over a given period of time

¹CONICET (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas)/GPPS (Grupo de Países Productores del Sur)

(e.g., 20 years) on the other hand. After dividing the carbon stock change by a given number of years, the annual rate of carbon sequestration is estimated. In the case of grazing lands (natural grasslands, savannas, pastures) such procedure assumes equilibrium between carbon emission and sequestration; that is, a zero-carbon balance. That assumption is questioned in this work. As an alternative method, in this study we reanalyzed the carbon balance of grazing lands in Argentina for the reference year 2010. Calculations were based on GHG emission data provided by the global EDGAR 4.2 base, and on carbon sequestration data arising from an extensive meta-analysis research based on 768 papers published in peer-reviewed scientific journals. The method was focused on the carbon contained in belowground biomass and its subsequent conversion to soil organic carbon. In countries like Argentina, with large portions of territory occupied by grazing land, it is a challenge to reanalyze and compare the carbon balance that arises from applying the two methodologies. Results in this study show that differences in carbon balance arising from the application of both methods are very significant. A scientific validation of the procedure proposed in this study would involve a critical discussion of methods used to estimate carbon sequestration in future national GHG reports.

Key words. carbon balance, reestimation for grazing lands, conventional approach, alternative approach.

INTRODUCCIÓN

El hombre ha sido testigo de los cambios del clima a lo largo de toda su historia evolutiva. Y el clima ha sufrido cambios globales desde el génesis de la Tierra. El cambio climático de estos tiempos se explica a través del calentamiento global del planeta, que la visión científica predominante atribuye a la acción humana de los últimos 300 años (IPCC, 2014). La agencia nacional espacial de EEUU (NASA) ha reconstruido los cambios de temperatura del planeta entre 1895 y 2015, mostrando que, a partir de la década de 1980, la carga térmica del planeta se ha incrementado a un mayor ritmo que en el período precedente. Más allá de la tendencia global ascendente de la temperatura, algunas manifestaciones del cambio climático son el aumento de episodios o eventos extremos de frío y calor, de lluvias y sequías, de tormentas y huracanes, de inundaciones e incendios.

Hoy debemos responder a dos interrogantes mayores: 1) ¿Cómo mitigar los cambios climáticos atribuidos al consumo de combustibles fósiles y a los diversos usos de la tierra y 2) ¿Cómo adaptarnos a esos cambios? Mitigación y adaptación son dos caras de la misma moneda que hoy desafían a la especie humana (ver Capítulo 2). Investigando las causas y efectos ¿cuánto está contribuyendo la ganadería mundial al cambio climático global? Y bajando algunos niveles en la escala, ¿en cuánto contribuye la ganadería argentina?

En este capítulo se analizará críticamente los procedimientos aplicados para estimar el balance de carbono en el sector agropecuario en general, y en tierras de pastoreo de la Argentina en particular.

LAS EMISIONES DEL SECTOR RURAL

A escala global, alrededor del 17 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (**GEI**) son atribuidas a la producción agropecuaria (IPCC, 2014). Los países de nuestra región (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay) al tener una economía con una fuerte base agraria, las emisiones del sector rural son proporcionalmente más altas que las de otros países con mayor participación de la energía, la industria y los servicios en su producto nacional bruto. El porcentaje de emisiones del sector rural en Argentina alcanza un valor del 27% sobre las emisiones totales del país. Si se computan las emisiones globales de todos los sectores de la economía (e.g., agropecuario, industrial, energético), las emisiones agropecuarias de Argentina explican entre 0.5 - 0.6% de las emisiones globales; una cifra muy poco significativa a escala mundial (Viglizzo y Ricard, 2015).

Después del dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) es el segundo GEI en importancia relativa. El tercero en importancia es el óxido nitroso (N_2O), el más potente de los tres debido a que puede persistir más de 100 años en la alta atmósfera. Si bien en términos absolutos estas emisiones son mucho menores que las de CO_2 , en un horizonte temporal de 100 años el CH_4 tiene un potencial de calentamiento atmosférico 28 veces mayor que el CO_2 (Myhre *et al.*, 2013). Se estima que el CH_4 es responsable del 20% del calentamiento producido por el conjunto de GEI. Si ponemos las emisiones de CH_4 en un contexto global, comprobaremos que el sector agropecuario emite menos del 35 % de las emisiones mundiales de este gas. El resto del CH_4 emitido proviene de la quema de combustibles fósiles y de la propia naturaleza (e.g., las emisiones que producen los humedales).

A escala global, se considera que más del 60% de las emisiones GEI del sector rural pueden ser atribuidas a la ganadería bovina de carne y leche (IPCC, 2014). De ahí que este sector de la economía sea motivo creciente de cuestionamientos de ambientalistas, de medios de comunicación, y aún de organizaciones internacionales, que ven a los bovinos como un “enemigo” a combatir. No es ésta una buena noticia para los productores ganaderos que apoyan en ella su economía doméstica. Las altas emisiones de CH₄ son el resultado del peculiar metabolismo digestivo de los rumiantes (ver Capítulo 2). Sin embargo, pocas veces se dice que alrededor del 90% del CH₄ emitido es inactivado en la estratósfera por un radical libre que se encuentra en la naturaleza llamado Hidroxil (OH), que actúa como una especie de “detergente atmosférico” que rompe la molécula de metano y la convierte en vapor de agua y en un alquil inocuo que no viene al caso considerar (Saunio *et al.*, 2016). Una porción menor del metano emitido es asimismo secuestrada por el suelo. Esto cambia la perspectiva del problema, ya que su gravedad se ve considerablemente atenuada por la propia naturaleza que toma a su cargo el problema de “limpiar” la atmósfera de este gas contaminante.

Por otro lado, el metano es el resultado inevitable de un proceso digestivo que ocurre en el rumen y que permite digerir alimentos fibrosos, de bajo valor nutritivo, convirtiéndolos en proteínas de alto valor biológico. Esta aptitud metabólica no la poseen las especies no rumiantes. Esta es una gran ventaja funcional que tienen los bovinos, ovinos y otras especies rumiantes, ya que pueden subsistir y producir carne, leche y fibra en ambientes marginales para el cultivo de cereales y oleaginosas o para la cría de otras especies domésticas. Esta aptitud fisiológica es vital para generar seguridad alimentaria local y poner en valor social y comercial vastas regiones áridas y semiáridas del planeta (Viglizzo, 2017).

LAS INCÓGNITAS DEL CARBONO EN LOS SISTEMAS PASTORILES

Los científicos del clima en general concuerdan en que los métodos exhaustivos recomendados por el IPCC (1996, 2006) para calcular emisiones de GEI predicen con aceptable rigor las emisiones de la ganadería. Pero los métodos para estimar captura y secuestro de carbono están menos desarrollados y son inciertos, por lo cual son motivo de discusión y debate. Estimar las emisiones de la ganadería en forma independiente, sin insertar al ganado en sus sistemas de producción, genera un sesgo en el balance de carbono que es necesario revisar.

El procedimiento más elemental (Nivel 1) que recomienda el IPCC (1996/2006) para estimar secuestro de carbono en las tierras de pastoreo se basa en el supuesto de que las tierras de pastoreo (pastizales, sabanas, pasturas) mantienen a través en el tiempo un balance de carbono en equilibrio (se emite tanto como se secuestra). Ese enfoque, esencialmente simplista, puede llevar a subestimar la capacidad de las tierras pastoriles para capturar y almacenar carbono atmosférico. De hecho, si las tierras de pastoreo tienen una capacidad efectiva para secuestrar carbono en el subsuelo, países como Argentina –que tienen un alto porcentaje de tierras ganaderas de base pastoril– pueden verse perjudicados en los inventarios GEI que regularmente son informados a los organismos internacionales y a la opinión pública en general. Mientras la ganadería argentina aparece en los inventarios nacionales como una actividad fuertemente emisora de GEI, un recálculo de la captura y almacenaje de carbono en sus tierras de pastoreo puede cambiar el balance anual entre emisiones y secuestros (Viglizzo *et al.* 2019).

No hay argumentos consistentes para sostener que las tierras de pastoreo de Argentina secuestran cero carbono. El IPCC (1996/2006) parte del supuesto que las reservas de carbono de las tierras del pastoreo están completas y por lo tanto la capacidad para almacenar más carbono está “saturada”. Eso no parece ser necesariamente cierto. Los casos de equilibrio por saturación de carbono se dan en tierras que han dejado de ser usadas o intervenidas por el hombre durante períodos prolongados de tiempo, quizás 30, 50 o 100 años (Garnett *et al.*, 2017; Smith, 2014; Schipper y Smith, 2018). Pero esta condición es altamente improbable en la vida real. Las tierras de pastoreo son sometidas a un uso regular y permanente. Por lo tanto, son tierras que pierden y ganan carbono año a año. Las pérdidas son exhaustivamente evaluadas mediante los procedimientos del IPCC; pero no ocurre lo mismo con las capturas y almacenajes.

La biomasa subterránea de las forrajeras (en Inglés, “below ground biomass o BGB”) ofrece una opción metodológica alternativa para medir la captura y almacenaje anual de carbono en los suelos (Kätherer *et al.*, 2011; Keel *et al.*, 2017). Como los distintos biomas (*e.g.* bosques, arbustales, pastizales, sabanas, pasturas) tienen distintas relaciones conocidas entre biomasa aérea y biomasa subterránea, es posible estimar indirectamente el secuestro anual de carbono en la biomasa subterránea a partir de datos de productividad de la biomasa aérea que son más fáciles de medir y acceder. Naturalmente, no todo el carbono de la biomasa

subterránea queda retenido en el suelo, dado que una parte muy significativa de ese carbono se pierde retornando a la atmósfera por efecto de la respiración de organismos autótrofos y heterótrofos (Gill y Jackson, 2000). Estas pérdidas difieren de un bioma a otro, y de una región climática a otra. Pero, en general, la mayoría de las evidencias empíricas demuestran que las tierras bajo pastoreo permanente tienen una capacidad variable (que depende de la región climática) para secuestrar carbono. Aunque las regiones áridas y frías tienen una capacidad baja para producir biomasa en relación con las regiones templadas y tropicales, aquellas tienen una capacidad mucho mayor para almacenar debajo del suelo el carbono capturado por las plantas (Eggleston *et al.*, 2006; Fiala, 2010).

¿CUÁNTO CARBONO PODRÍAN SECUESTRAR LAS TIERRAS DE PASTOREO EN ARGENTINA?

Si se consideran estimaciones de secuestro de carbono aportadas por la bibliografía internacional, un estudio de metaanálisis sobre 768 casos realizado por Viglizzo *et al.* (2019) demuestra que las tierras de pastoreo presentan una capacidad significativa para capturar y almacenar carbono orgánico en el suelo. Como estas evidencias no coinciden con las estimaciones realizadas aplicando el Nivel 1 de las guías metodológicas del IPCC (1996/2006), parece necesario estimular una revisión más cuidadosa del tema.

¿Qué ocurre cuando se aplica una metodología basada en la biomasa subterránea al balance de carbono de Argentina? Los resultados varían sustancialmente respecto a las emisiones basadas en la metodología del IPCC (Nivel 1), y sus consecuencias potenciales también. Si bien el estudio tiene detalles que por razones de espacio no podemos explicitar, nuestros cálculos se basaron en estimar balances de carbono a partir de la diferencia entre emisiones y secuestros (Viglizzo *et al.*, 2019). Los datos de emisión fueron provistos por la base global EDGAR 4.2 (Janssens-Maenhout *et al.*, 2013), y por el modelo HYDE 3.1 (Goldewijk *et al.*, 2011) para los datos históricos sobre cambios en el uso y cobertura de la tierra. Los datos de secuestro de carbono provinieron de un extenso trabajo de metaanálisis que incluyó la revisión de 768 trabajos publicados de investigación en revistas científicas con arbitraje y factor de impacto (Viglizzo *et al.*, 2019). Los resultados de la Figura 6.1a resumen parte de los cálculos realizados, mostrando que el excedente de carbono que estarían generando las tierras ganaderas es superior a las emisiones GEI producidas por la ganadería argentina (especies rumiantes y no rumiantes). Es decir que, de acuerdo con estos resultados, se generaría un crédito de carbono de una magnitud significativa que puede neutralizar las emisiones producidas por las tierras rurales, incluyendo la agricultura, la ganadería y los cambios de uso de la tierra que involucran deforestación y conversión de tierras naturales (Viglizzo y Ricard, 2017).

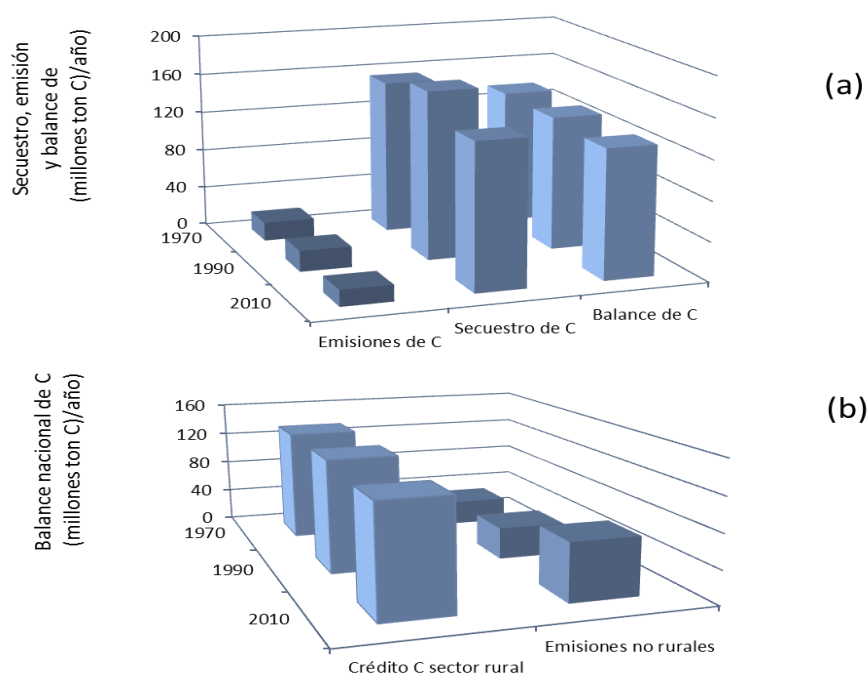


Figura 6.1. El excedente de carbono que generarían las tierras ganaderas sería de una magnitud tal que el crédito de carbono generado (a) podría neutralizar las emisiones GEI de los sectores no rurales de la economía argentina (b).

No obstante, lo más llamativo se aprecia en la Figura 6.1b, ya que el voluminoso crédito de carbono generado por los sistemas ganaderos pastoriles estaría neutralizando la totalidad de las emisiones de los otros sectores de la economía argentina. Si bien las emisiones GEI del conjunto de esos sectores tendieron a aumentar significativamente dentro del período 1970 - 2010, la Argentina estaría generando todavía un excedente de carbono con capacidad para neutralizar esa tendencia creciente. Esto tiene potencialmente muchas implicancias geopolíticas, porque al pasar Argentina de ser un emisor neto de GEI a tener un estatus de “país carbono-neutro”, sus compromisos internacionales y su propia capacidad de negociación mejorarían sustancialmente.

A los efectos de apreciar heterogeneidades territoriales, la Figura 6.2 muestra una imagen espacial de los balances anuales de carbono en distintas regiones de la Argentina. Como es esperable, las menores tasas de secuestro ocurren en las regiones áridas del oeste y en la Patagonia argentina.

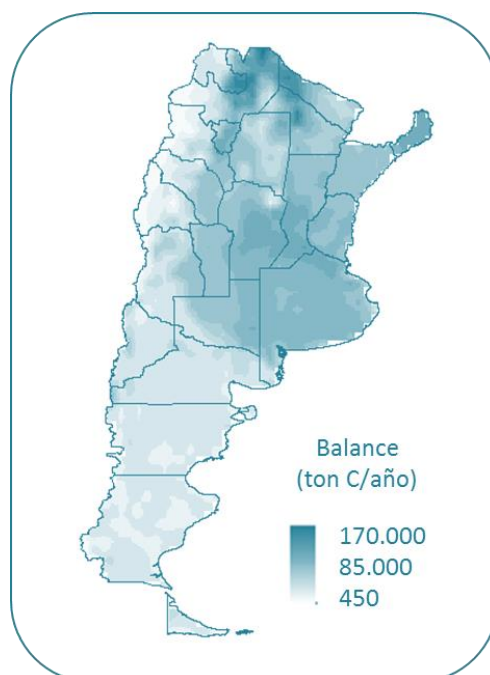


Figura 6.2. Balances (secuestro – emisiones) regionales de carbono en Argentina. Los grises más oscuros indican las mayores tasas anuales de secuestro de carbono. Los valores numéricos de la escala están expresados para un pixel de 0.1 °. Este pixel representa una superficie de 121 km², que es igual a 12 100 hectáreas. Nótese que los balances positivos de carbono predominan en casi todo el territorio nacional.

CONCLUSIONES

En este estudio comparamos dos metodologías muy distintas de estimación de la captura y secuestro de carbono en el sector rural. La metodología más utilizada por los países en desarrollo que siguen las guías metodológicas del IPCC (Nivel 1) calculan por un lado las emisiones anuales, y por el otro, los cambios de stock de carbono en un período dado de tiempo (e.g. 20 años). Tal método se basa en dividir ese cambio de stock por una cantidad de años preestablecida para estimar el secuestro anual de carbono. Pero asume un cambio de stock de carbono igual a cero para tierras en pastoreo, el cálculo de las diferencias de stock se torna irrelevante. Nuestra hipótesis en este trabajo sostiene que tal condición de equilibrio (cambio de stock igual a cero) no es realista, y que las tierras de pastoreo en Argentina no han alcanzado límites de saturación de carbono, y tienen por lo tanto una capacidad significativa de captura y almacenaje de carbono orgánico en el suelo. Por lo tanto, el método alternativo que proponemos en este trabajo, basado en el carbono contenido en la biomasa subterránea, computa secuestros sobre bases anuales, en forma directa y sin recurrir a estimaciones de cambios multianuales en el stock de carbono. Las diferencias en el balance de carbono (emisión menos secuestro) que surgen de aplicar las dos metodologías son muy significativas. En cualquier país (como Argentina) con extensas porciones de territorio ocupadas por tierras de pastoreo con

baja densidad animal, es un desafío reanalizar en forma comparada el balance de carbono que surge de aplicar ambas metodologías con el fin de revisar a futuro los reportes nacionales de GEI.

Sin duda, el enfoque que aplicamos cambia el paradigma y la forma de interpretar la economía del carbono en Argentina. De ser considerado un país emisor en el contexto global, se convertiría en un país carbono neutro por el excedente de carbono que capturan las extensas tierras de pastoreo y que sirve para mitigar las emisiones de otros sectores de la economía. Este es un aspecto que debe ser reanalizado y rediscutido porque cambia el eje del problema: de ser históricamente considerados parte del problema, los sistemas ganaderos pastoriles de Argentina serían ahora parte de la solución.

BIBLIOGRAFÍA

- EGGLESTON, S., BUENDIA, L., MIWA, K., NGARA, T. and TANABE, K. 2006. 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan, Hayama, Japan.
- FIALA, K. 2010. Belowground plant biomass of grassland ecosystems and its variation according to ecological factors. *Ekológia (Bratislava)* 29: 182-206, https://doi.org/10.4149/ekol_2010_02_182
- GARNETT, T., GODDE, C., MULLER, A., RÖÖS, E., SMITH, P., DE BOER, I.J.M., ZU ERMGASSEN, E., HERRERO, M., VAN MIDDELAAR, C., SCHADER, C. and van ZANTEN, H. 2017. Grazed and Confused? Ruminating on cattle, grazing systems, methane, nitrous oxide, the soil carbon sequestration question – and what it all means for greenhouse gas emissions. FCRN, University of Oxford.
- GILL, R.A. and JACKSON, R.B. 2000. Global patterns of root turnover for terrestrial ecosystems. *New Phytology* 147: 13-31.
- GOLDEWIJK, K.K., BEUSEN, A., Van DRECHT, G. and De VOS, M. 2011. The HYDE 3.1 spatially explicit database of human- induced global land- use change over the past 12,000 years. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 20, 73–86. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00587.x>
- IPCC. 1996. Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Inventories. J.T., Houghton, L.G., Meira Filho, B., Lim, K., Tréanton, I., Mamaty, Y., Bonduky, D.J., Griggs, B.A., Callander (Eds.). Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Paris, France.
- IPCC. 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. H.S., Eggleston, L., Buendia, K., Miwa K, T., Ngara, K., Tanabe, Eds.) Inter-governmental Panel on Climate Change (IPCC), IPCC/IGES, Vol. 4, Chapters 2–7, IGES, Japan. Available at <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp>
- IPCC. 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- JANSSENS-MAENHOUT, G., PAGLIARI, V., GUIZZARDI, D. and MUNTEAN, M. 2013. Global emission inventories in the Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR)–Manual (I), Gridding: EDGAR emissions distribution on global gridmaps. PublicationsOffice of the European Union, Luxembourg. <https://doi.org/10.2788/81454>
- KÄTTERER, T., BOLINDER, M. A., ANDRÉN, O., KIRCHMANN, H. and MENICHETTI, L. 2011. Roots contribute more to refractory soil organic matter than above-ground crop residues, as revealed by a long-term field experiment. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141, 184–192. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.02.029>
- KEEL, S.G., HIRTE, J., ABIVEN, S., WÜST-GALLEY, C. and LEIFELD, J. 2017. Proper estimate of residue input as condition for understanding drivers of soil carbon dynamics. *Global Change Biology*, 23, 4455–4456. <https://doi.org/10.1111/gcb.13822>
- MYHRE, G., SAMSET, B.H., SCHULZ, M., BALKANSKI, Y. and BAUER, S. 2013. Radiative forcing of the direct aerosol effect from AeroCom Phase II simulations. *Atmos. Chem. Phys.*, 13, 1853-1877, doi:10.5194/acp-13-1853-2013
- SAUNOIS, M. BOUSQUET, PH., POULTER, B., PEREGON, A., CIAIS, Ph. and CANADELL, J.G. 2016. The Global Methane Budget 2000-2012. *Earth System Science Data*, DOI:10.5194/essd-8-697-2016, www.globalcarbonproject.org/methanebudget
- SCHIPPER, L. and SMITH, P. 2018. Deforestation may increase soil carbon but it is unlikely to be continuous or unlimited. *Global Change Biology* 24:557–558. DOI: 10.1111/gcb.13999

- SMITH, P. 2014. Do grasslands act as a perpetual sink for carbon? Glob. Chang. Biol. 20: 2708–2711 <https://doi.org/10.1111/gcb.12561>
- VIGLIZZO, E.F. 2017. Las Dos Caras de Jano: Seguridad Alimentaria en Tiempos de Tensión Ambiental. Ediciones de Yeug (Buenos Aires), 212 pp.
- VIGLIZZO, E.F. and RICARD, M.F. 2015. Greenhouse gases (GHG) mitigation in the rural sector of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay and its potential impact on global food and water security. GPS (Group of Producing Countries from the Southern Cone) documents. Buenos Aires, 20 pp. www.grupogpps.org
- VIGLIZZO, E.F. y RICARD, M.F. 2017. Secuestro de Carbono en Tierras Rurales ¿Un “Eslabón Perdido” en los Inventarios GEI? GPS (Group of Producing Countries from the Southern Cone) documents. Buenos Aires, 26 pp. www.grupogpps.org
- VIGLIZZO, E.F., RICARD, M.F., TABOADA, M.A. and VÁZQUEZ-AMÁBILE, G. 2019. Reassessing the role of grazing lands in carbon-balance estimations: Meta-analysis and review. Science of the Total Environment 661: 531–542. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.130>