

GANADERÍA BOVINA Y CAMBIO CLIMÁTICO EN LAS AMÉRICAS:

HACIA MODELOS DE DESARROLLO BAJOS EN CARBONO

ERNESTO F. VIGLIZZO *





Los dilemas de la ganadería en las Américas

La ganadería bovina en las Américas tiene muy alta gravitación mundial no solamente en términos productivos, sino por el rol que juega en el comercio internacional de carnes y en la seguridad alimentaria global (Cuadro 1).



	% DE LA POBLACIÓN MUNDIAL		% DE LAS EXPORTACIONES MUNDIALES DE CARNE BOVINA (PROMEDIO 2017-2021)
	Carne Bovina	Leche Bovina	
Las Américas	31,2	24,9	25,62
América del Norte	15,1	13,3	15,22
América Latina y el Caribe	16,1	11,55	10,4

Cuadro 1. Participación porcentual de la producción de carne y leche bovina de las Américas en la producción mundial (izquierda) y en las exportaciones globales de carne bovina (derecha). Fuente: FAOSTAT (2023).

Según las estadísticas de la FAO (FAOSTAT, 2023), las Américas contribuyen a más de 30 % de la producción mundial de carne y casi un 25 % de la producción mundial de leche. Aproximadamente, esas cifras se reparten en proporciones parecidas entre América del Norte (EEUU y Canadá) y el resto de América Latina y el Caribe. En materia de exportaciones de carne, algo más de un 25 % del total mundial exportado provino de las Américas como promedio del período 2017-2021. EEUU y Canadá aportaron algo más del 15 % y América Latina y el Caribe el restante 10,4 %.

Al mismo tiempo que se reconoce la importancia de la región como proveedora global de proteína animal, se plantea un dilema y una preocupación creciente respecto al impacto global de la ganadería bovina sobre el clima y el ambiente mundial. Un trabajo reciente difundido por Our World in Data (Ritchie et al., 2022) muestra resultados de **una investigación realizada por Grippa et al. (2021) en la cual se demuestra que aproximadamente el 34 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (que aquí denominaremos simplemente como carbono) es producido por el sistema agro-alimentario mundial.** Una parte sustancial de esas emisiones son atribuidas a los sistemas de producción ganadera (principalmente de producción bovina). Cambios en el uso de la tierra (como deforestación), fertilización nitrogenada, metano producido digestión, óxido nitroso generado por heces y orina, manejo de pastura y pastizales, quemados en tierras de pastoreo, uso de combustibles en labores son considerados, entre otros, como factores responsables de la emisión de carbono en la producción bovina de carne y leche.

Algunos informes ampliamente difundidos como *La Larga Sombra del Ganado* (Stanfield et al., 2006) y *Abordando el Cambio Climático a través de la Ganadería* (Gerber et al., 2013) atribuyeron a la ganadería entre un 14,5 y 18 % de las emisiones globales de carbono. Lo que en realidad lograron es instalar una sombra de sospecha sobre la ganadería en general, y el ganado bovino en particular, por sus supuestos impactos negativos sobre el ambiente y el clima. Con el fin de indagar más a fondo en esta cuestión, un estudio de gran alcance fue publicado por científicos de la Universidad de Oxford en el RU (Poore y Nemecek, 2018). Involucró 37.700 granjas, 40 productos agropecuarios, 1.600 industrias procesadoras, empaquetadoras y distribuidoras en países. Utilizando distintos indicadores ambientales, sus resultados mostraron que producir carne bovina tiene un costo de emisión de carbono entre 50 y 100 veces más alto que producir cereales, legumbres, hortalizas, frutas y otros productos vegetales. Por otro lado, apoyados en una amplia revisión de bibliografía científica, Clark

et al. (2022) investigaron 57.000 alimentos diferentes y los clasificaron de acuerdo a sus impactos negativos sobre el ambiente y la salud humana. Las carnes y los lácteos aparecieron como inocuos para la salud, pero mostraron en cambio los mayores impactos negativos sobre el ambiente (por ejemplo, sobre la emisión de gases invernadero). Por otro lado, las carnes y lácteos procesados fueron presentados como los de impactos más negativos sobre la salud humana y sobre el ambiente.

Estos trabajos prendieron decisivamente en algunas tribus sociales como las de los veganos y ambientalistas que adoptaron una estrategia militante en contra de las carnes y lácteos bovinos. Ejercieron un lobby intenso sobre las políticas de la UE y su prédica tuvo amplia influencia sobre los medios de comunicación. Implementaron así una campaña de gran alcance destinada a modificar el comportamiento de los consumidores europeos y globales. Su propuesta, persistente en el tiempo, enfatiza la necesidad de reemplazar masivamente los productos animales por productos vegetales.

Dado que estas acciones afectan en forma directo los intereses ganaderos de las Américas, el IICA encabezó una agenda destinada a clarificar problemáticas sensibles, como la relación entre la ganadería y el ambiente. Su idea es profundizar el análisis y debate acerca del impacto de la ganadería bovina americana sobre el calentamiento terrestre y sus efectos sobre el cambio climático global. Dentro de ese marco conceptual, el objetivo específico de este reporte es aportar información y datos que enriquezcan el análisis de la relación entre la ganadería bovina de carne en las Américas y el cambio climático, como también de sus efectos sobre el comercio internacional de carne.



El bovino ¿villano del clima y la salud humana?

Una de las consecuencias de esta campaña que afecta a los sistemas ganaderos es que una parte de la opinión pública y la política europea han ido convirtiendo al bovino en un villano del clima y la salud humana. Esta visión no debe ser subestimada. Dado el liderazgo global que los europeos han decidido tomar en materia ambiental, es imprescindible acordar estrategias inteligentes y comunes destinadas a preservar un recurso que es vital en el sistema agro-alimentario de las Américas: la carne bovina.

La UE impone hoy amenazas de restricción y penalización comercial para los productos de aquellos países que se muestren laxos en sus emisiones de carbono. El Pacto Verde de la UE (European Green Deal) sancionado por el Parlamento Europeo (European Commission, 2019), expresa la decisión de comerciar solamente con países exportadores que logren demostrar, mediante evidencia verificable, que sus productos acreditan una “carga” de carbono tolerable a los estándares europeos.

Integran las Américas un conjunto heterogéneo de países que implementan sistemas igualmente heterogéneos de producción de carne bovina. Es así que podemos encontrar variantes productivas extremas que oscilan entre sistemas muy extensivos de pastoreo directo con baja emisión de carbono por hectárea, y sistemas muy intensivos (tipo feedlots) con animales confinados que reciben su alimento en corrales y comederos diseñados al efecto y que, por su elevada densidad, generan una alta emisión de carbono por hectárea. Estudios recientes realizados sobre estas variantes ganaderas (Viglizzo y Ricard, 2023) demuestran que sus balances de carbono (diferencia entre emisión y captura por fotosíntesis) difieren sustancialmente (Figura 1).

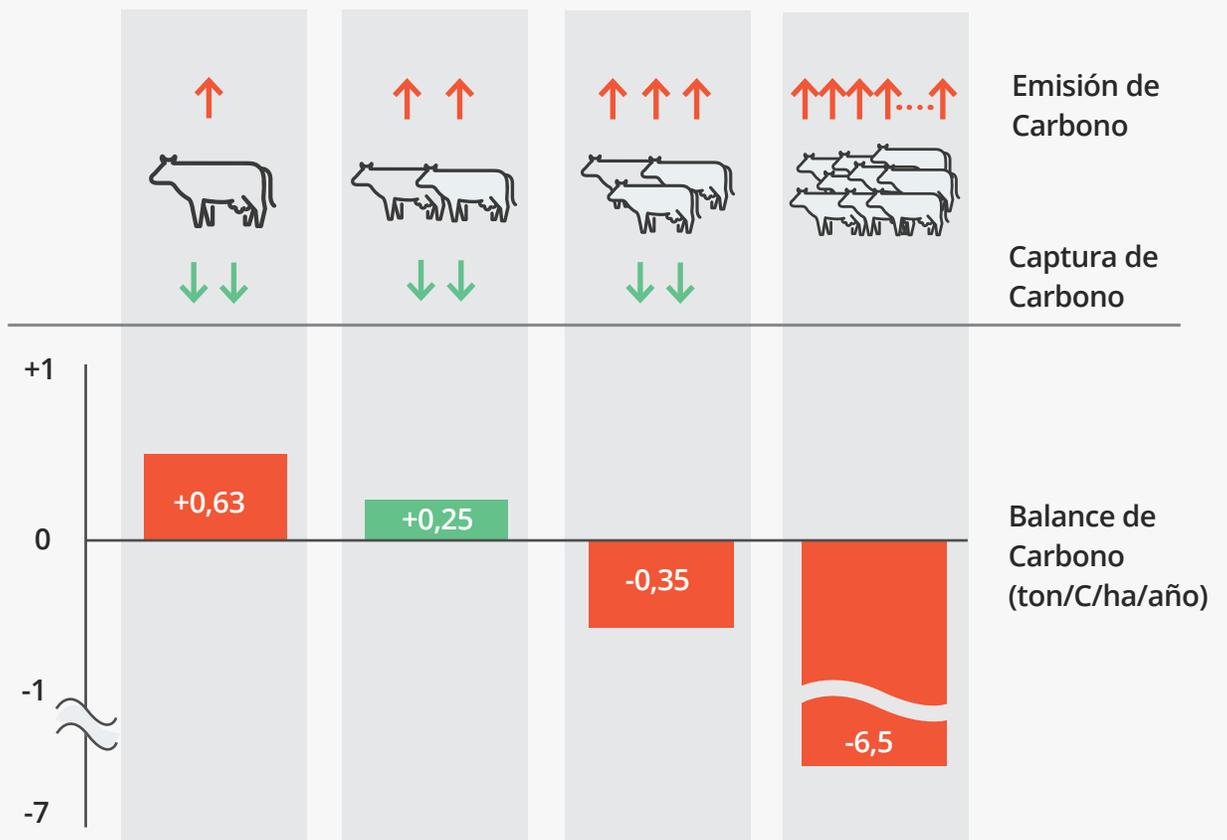


Figura 1. Relación entre el nivel de intensificación (más extensivo a la izquierda y más intensivo a la derecha) y el balance de carbono del sistema ganadero. Nótese que los sistemas intensivos confinados tienen la mayor emisión y carecen de captura de carbono. Presentan por lo tanto el mayor balance negativo (Fuente: *Viglizzo & Ricard, 2023*).

En la medida que los sistemas se intensifican y aumenta la densidad ganadera por hectárea, pesan más las emisiones que las capturas de carbono. Por tanto, los balances de carbono tienen a tornarse creciente negativos en las opciones más intensivas. Mediante fotosíntesis, solo los sistemas pastoriles tienen posibilidad de compensar, total o parcialmente, las emisiones del carbono del ganado. La captura de carbono desaparece en los sistemas confinados popularmente conocidos como *feedlots*.

Estas características diferenciales de los sistemas predominantes en cada país exigen un análisis también diferenciado. Está claro que no es pertinente una visión que

unifique a todos los sistemas ganaderos bajo un criterio uniforme respecto a la economía del carbono. Las diferencias funcionales entre sistemas distintos deben ser tenidas en cuenta a la hora de aplicar penalizaciones o restricciones comerciales a productos cárneos de exportación.

En el caso de la ganadería en las Américas, dos programas deben ser motivo de preocupación futura: uno que apunta a penalizar la deforestación de bosques nativos (Diligencia Debida), y otro a penalizar las emisiones de carbono en la producción bovina (Ajuste de Carbono en Frontera). Aunque no hayan entrado plenamente en vigencia todavía, seguramente lo harán en un tiempo cercano.



Ciencia, academia y omisión selectiva

Durante los últimos 20 años numerosos medios académicos y científicos del mundo se han hecho eco del impacto supuestamente negativo de la ganadería bovina sobre el ambiente, el clima y la salud humana. Naturalmente, esta es una visión que omite selectivamente considerar otros roles y funciones esenciales que juegan los sistemas de producción bovina en ambientes y ecosistemas.

Es común atribuirle a la ganadería bovina la deforestación de bosques nativos. De hecho, ha existido una correlación entre ganadería y desmonte en Brasil, Paraguay y Colombia. Pero el desmonte en los casos de Argentina y Bolivia están más bien vinculados a la producción de soja y otros cultivos (Ricard et al., 2021).

Distintos sistemas de producción ganadera bovina –desde los más extensivos a los más intensivos- se encuentran representados en las Américas. Como se puntualizó más arriba, a mayor intensificación, mayor emisión de carbono hacia la atmósfera y

mayor impacto sobre el ambiente (Viglizzo & Ricard, 2023). No obstante, es menester concebir esos impactos como una contraprestación inevitable a la producción de nutrientes esenciales para la alimentación. No se trata de exculpar a la ganadería por sus efectos negativos, sino de reconocer que otros muchos sectores sociales y aún económicos generan impactos negativos de magnitud considerable sin mediar una contraprestación productiva que los compense. Las carnes y los lácteos son clave para mejorar el ingreso de los ganaderos en regiones poco desarrolladas, y son una fuente de divisas que estabiliza las economías de los países productores y exportadores.

Buena parte de las tierras ganaderas de las Américas son semiáridas y áridas. Por escasez de agua y por condiciones de suelo, no es posible producir allí granos, hortalizas, frutales y otros productos primarios. Tampoco es posible criar animales domésticos (cerdos, aves, etc.) que demandan alimentos concentrados que esas regiones no producen. Solo pastos fibrosos de baja calidad son viables en esas regiones. Y solo los rumiantes pueden convertir esos forrajes de muy baja calidad, sin valor como alimento humano, en proteínas de alto valor biológico, en minerales y en vitaminas esenciales para la alimentación humana (Stritzler & Rabotnikof, 2019). Por otra parte, las tierras de pastoreo son sumideros potencialmente importantes de carbono que en las Américas están todavía poco evaluadas (Viglizzo et al., 2019).

En regiones muy pobres donde los humanos deben sobrellevar condiciones extremas, solo los rumiantes pueden convertirse en un reaseguro de vida. No solo contribuyen a la alimentación (carne y leche), sino también a diluir el riesgo biológico y económico que impone sobrevivir en esas condiciones. De hecho, además de proveer tracción, las heces se utilizan como fertilizante, fuente de energía y material de construcción, y la orina como desinfectante y repelente de plagas animales (Ørskov y Viglizzo, 1994). Representan una “caja de ahorro” segura a la que puede echarse mano en caso de necesidad. El bovino suele ser un factor de sobrevida que va más allá de los productos alimentarios que genera. Estos son aspectos de alta relevancia social que a menudo los centros académicos y científicos de países industrializados omiten selectivamente.

La métrica: huella de carbono (HC) y balance de carbono (BC)

La Huella de Carbono de la carne bovina

Las dos publicaciones mencionadas anteriormente (Stanfield et al., 2006, Gerber et al., 2013) calcularon las emisiones de carbono de la ganadería a escala global, y estimaron que estas oscilaban entre 14,5% y 18% de las emisiones totales del planeta. Tales resultados se alinean a un enfoque más específico denominado Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de un producto, que consiste en calcular las emisiones ocurridas en cada eslabón de la cadena agroalimentaria de la carne o de otros productos, “desde la cuna hasta la tumba”.

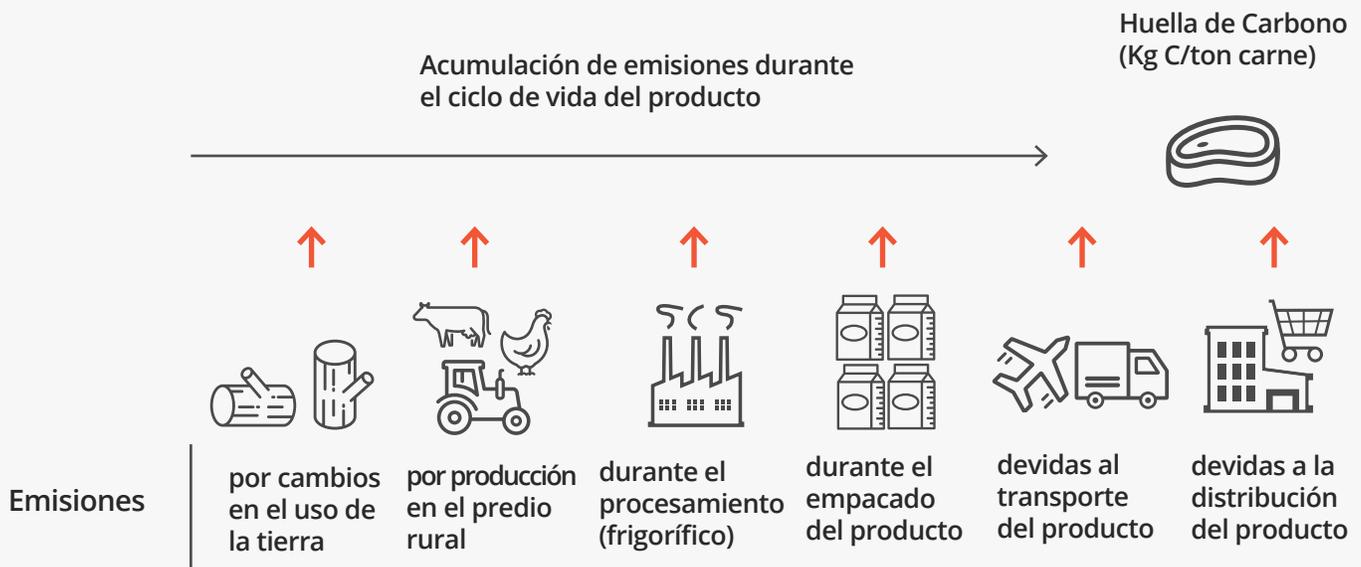


Figura 2. Acumulación de carbono emitido a través de los distintos eslabones que conforman la cadena completa de la carne bovina (Fuente: adaptado de *Our World in Data*, 2023).

La cantidad de carbono emitido se suma y acumula a través de cada eslabón de la cadena, y al momento de la distribución cualquier producto llega inevitablemente a la góndola con una carga de carbono muy elevada (Figura 2). Se genera así una Huella de Carbono muy alta que excede en mucho las emisiones ocurridas durante el proceso de producción primaria en el predio rural. En la práctica, eso significa que el productor ganadero pierde identidad dentro de la Huella de Carbono y su producto termina acumulando emisiones deslocalizadas o extra-prediales que provienen de otros sectores de la economía, como las que ocurren en el frigorífico, el transporte, la distribución mayorista y minorista, etc.

De esta manera se sobrecarga la cuenta de carbono de la carne que, una vez abandonada la tranquera del predio, atraviesa varios eslabones de la cadena y llega a la góndola del supermercado. Mediante un rótulo numérico, allí es presentada con una Huella de Carbono (HC) mucho más alta que la generada en el predio. La pregunta inevitable es si resulta lícito cargar al producto con emisiones que provienen de sectores extra-ganaderos. El enfoque de ACV difiere del método recomendado por el IPCC (1996/2006/2019). Las guías del IPCC imputan esas emisiones no prediales a los respectivos sectores que consumen combustibles fósiles. La HC es el instrumento que utilizarán los países importadores de alimentos para levantar barreras comerciales a los productos que ingresan desde terceros países.

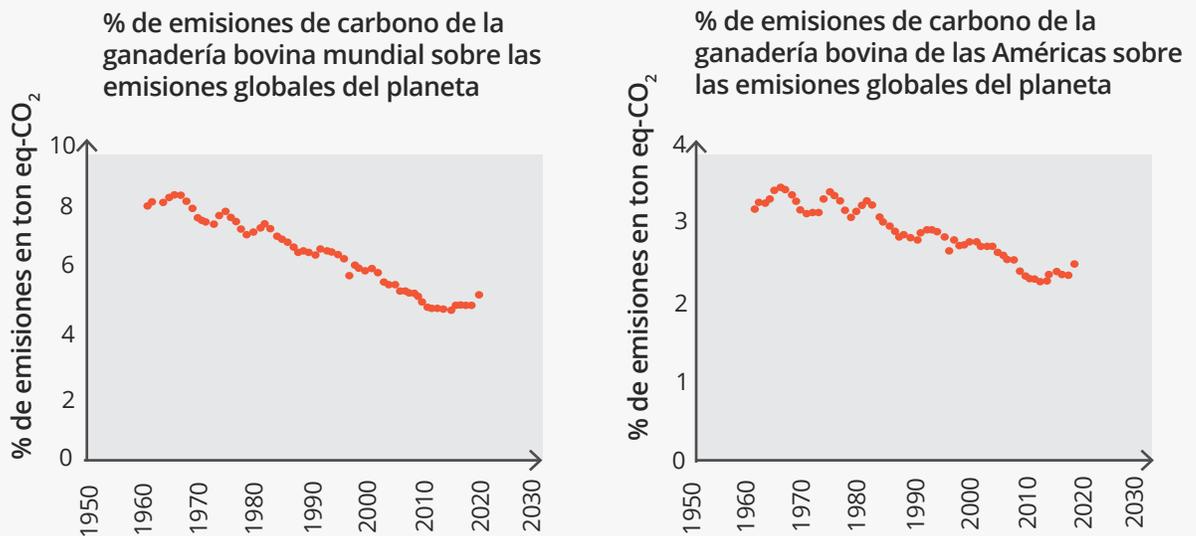


Figura 3. Incidencia de la ganadería bovina de carne en el Mundo y en las Américas sobre las emisiones globales de carbono en el planeta. Fuentes: FAOSTATS (2023); *Our World in Data* (2023).

Sin duda, los números de emisión atribuidos a la ganadería mediante el Análisis del Ciclo de Vida son inevitablemente altos. Pero si se le imputasen al ganado bovino únicamente sus emisiones biogénicas (o sea el metano y óxido nitroso que son producto de la fermentación entérica), se comprobaría fácilmente que su impacto en el clima global es mucho menor que el estimado a través del ACV. En la actualidad ese valor no supera el 5 % de las emisiones globales y tiende a disminuir porcentualmente cuando se lo compara en relación a las emisiones globales de carbono de todos los sectores de la economía y la sociedad (Figura 3 izquierda). Ese impacto global es menor cuando se estiman las emisiones biogénicas del ganado de carne en las Américas (Figura 3 derecha). Por otro lado, es necesario tener en cuenta un aspecto poco analizado: la emisión de metano tiene un tiempo promedio de residencia en la atmósfera de unos 11,8 años, mucho menos que el tiempo de residencia del dióxido de carbono, que se estima en unos mil años (Lesschen, 2021). Esto plantea una dificultad aún no resuelta en las metodologías que estiman el potencial de calentamiento global de los distintos gases de efecto invernadero.

Otro aspecto que es importante destacar, generalmente ignorado en las líneas argumentales dominantes, es que la incidencia del ganado bovino de carne en las emisiones globales de carbono ha tendido a disminuir persistentemente en los últimos 60 años. Simplemente, esto significa que las emisiones debidas a la quema de combustibles fósiles han crecido una tasa significativamente mayor que la tasa de aumento de las emisiones biogénicas del ganado bovino.



El Balance de Carbono del sistema ganadero

El cálculo del Balance de Carbono (BC) analiza la economía del carbono en el sistema predial y no por tonelada de carne producida. El BC se presenta como una opción mejor adaptada que la HC a la ganadería extensiva de base pastoril. Su cálculo implica estimar anualmente no solamente las emisiones, sino también la captura y almacenamiento de carbono en el sistema analizado (Figura 4).

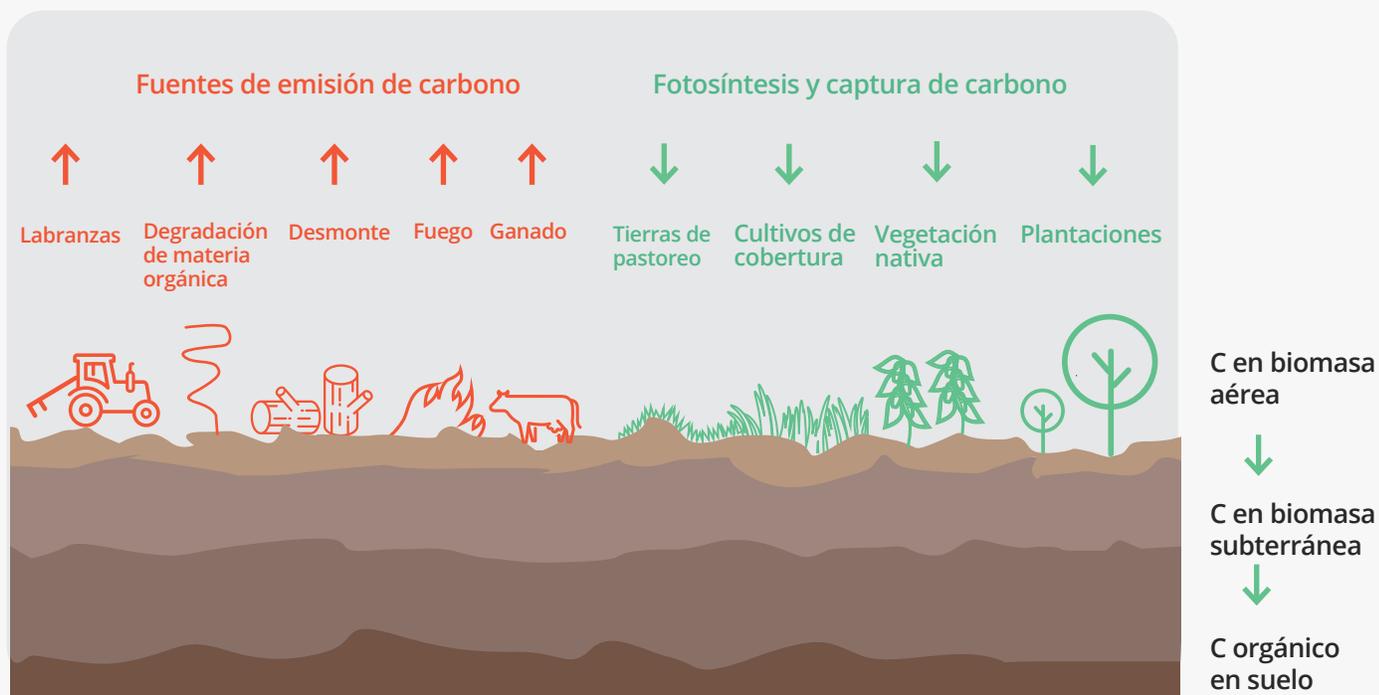


Figura 4. El Balance de Carbono en un predio rural implica contabilizar tanto las fuentes de emisión de carbono (flechas rojas) como los sumideros de captura y acumulación de carbono (flechas verdes) debidos a la fotosíntesis vegetal.

La unidad de referencia en el BC no es el kg o ton de carne como propone el ACV, sino la hectárea de tierra. Gran parte de los países en desarrollo aplican el método más simple recomendado por el IPCC (1996/2006/2019), o sea el nivel 1 (o Tier 1) para calcular BC. Además de las emisiones, contempla aplicar factores de secuestro de carbono por defecto (default values), pero únicamente lo hace sobre las tierras forestales. Sin embargo, el método omite incorporar grandes áreas de pastoreo como pastizales, sabanas, pasturas implantadas, arbustales, sistemas silvo-pastoriles, regiones semi-desérticas, etc. Como la mayor parte de las tierras productivas de las Américas posee aptitud ganadera, es necesario valorar el potencial de captura y acumulación de carbono en las tierras de pastoreo (Viglizzo et al., 2019).

En los estudios de BC es posible discriminar la performance individual de los productores, y es así el productor quien en última instancia se puede convertir en sujeto de premio o penalización de acuerdo al balance de carbono generado en su sistema de producción.

En la Figura 5 se muestra un análisis de 40 predios ganaderos reales en los cuales es dable apreciar que existen productores con capacidad para acreditar y certificar balances positivos de sus predios (barras verdes de la izquierda con signo positivo). En el extremo opuesto se muestran productores que presentan un balance negativo de carbono (barras rojas con signo negativo), cuya mala performance puede ser explicada por el desmonte de sus campos, por el uso del fuego como práctica habitual de manejo, o por ambas cosas.

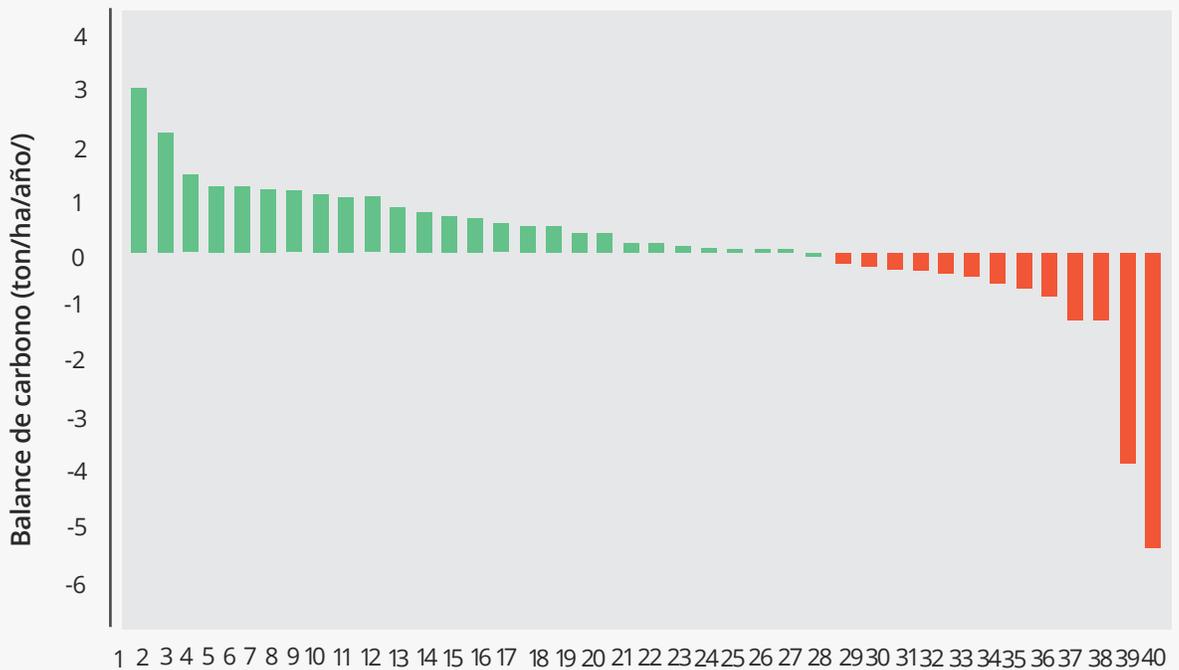


Figura 5. Estimación del Balance de carbono por hectárea (ton/ha/año) a partir de la diferencia entre emisión y captura anual de carbono en 40 establecimientos ganaderos de Argentina. Este tipo de análisis permite discriminar predios y productores individuales (Fuente: Viglizzo & Ricard, 2023).



De la Huella al Balance de carbono: Contabilidad comparada

Una investigación realizada recientemente en Argentina (Viglizzo y Ricard, 2023) demuestra que al optar por uno u otro camino (HC o BC), los resultados pueden ser muy distintos. La HC es un método rígido que no detecta variaciones entre sistemas de producción muy diferentes, como son los extensivos y los intensivos. Esa rigidez determina que el predio, como unidad productiva, pierda gravitación en el análisis. El ACV conduce siempre a resultados relativamente constantes cuando se comparan productos distintos. Por tonelada de producto, la carne bovina mostrará siempre niveles de emisión de carbono mucho más altos que los granos. Como esta diferencia se produce invariablemente tanto en sistemas extensivos como intensivos, el enfoque de ACV no permite discriminar productores que difieren sustancialmente en las emisiones que generan. En cambio, el BC sí lo permite. Dependiendo del tipo de sistema de producción evaluado, la carne bovina puede aparecer con una emisión anual por hectárea que puede ser menor a la de un cultivo en una zona de producción mixta. La Figura 6, que con fines comparativos asigna a la carne un valor 100 de referencia, muestra que la HC de la carne presenta valores de emisión extremadamente altos en relación a los tres cultivos con la que es comparada. Y esa relación asimétrica se mantiene tanto en sistemas extensivos como intensivos, impidiendo medir la performance de productores que manejan el carbono dentro de sus campos de manera muy diferente. El BC, en cambio es muy sensible a la configuración del sistema de producción. En sistema mixto con fuerte presencia de soja, por ejemplo, la emisión por hectárea de este cultivo excede la emisión por hectárea de la carne y permite discriminar la performance de productores que manejan planteos muy distintos.

		Emissiones por producto (kg C/kg carne)	Emissiones por hectárea (kg C/ha/año)
			
Carne		100	100
Maíz		0,69	26,7
Soja		0,23	130,8
Trigo		0,93	82,4

Figura 6. Estimaciones de la emisión de carbono de cuatro actividades medidas por tonelada de producto de acuerdo al enfoque de ACV, o por hectárea de tierra (hectárea) de acuerdo al enfoque del IPCC. Los valores que se presentan corresponden a promedios comparados de 70 establecimientos rurales (Fuente: Viglizzo & Ricard, 2023).



Conclusiones

Numerosas publicaciones de organismos internacionales reportan que el sistema agro-alimentario mundial contribuye en 24-32 % a las emisiones globales de carbono. En línea con la obra titulada *La Larga Sombra del Ganado* y otras posteriores se atribuye a la ganadería, principalmente a la bovina, entre 14,5-18 % de las emisiones antropogénicas del planeta. Esta es una interpretación que desvía el foco del problema, ya que carga a la ganadería bovina con emisiones fósiles deslocalizadas que no le corresponden por una razón sencilla: provienen de otros sectores de la economía como el industrial, el transporte, el residencial, la distribución, el consumo doméstico, etc. En rigor, solo las emisiones del sector primario o predial son las que deberían imputarse a las cadenas de la carne. Un productor ganadero no puede cargar sobre sus espaldas emisiones que no dependen estrictamente de sus actividades sino de otros sectores que las generan.

Es cierto que existe una razón ética fundamental para que los países y sectores asuman compromisos y firmen acuerdos para reducir las emisiones de carbono que afectan al planeta. Nuestros sistemas de vida están en emergencia debido a la crisis climática global, y eso va más allá de los intereses individuales, sectoriales o colectivos de los países. Alcanzar la declamada “neutralidad climática” está dentro de los objetivos originales del Acuerdo de París (COP21) del 2015 que fueron firmados por las partes para limitar el calentamiento del planeta bien por debajo de los 2°C respecto a los niveles pre-industriales (United Nations Climate Change, 2022). A la fecha, unos pocos cumplen lo pactado, y muchos más aún no lo lograron o inclusive empeoraron su propia performance.

Pero también, más allá del imperativo moral de combatir el cambio climático, existe también en los países productores de alimentos una razón utilitaria, pragmática, de índole económica y comercial: evitar sanciones que afecten el acceso actual o futuro a los mercados agropecuarios (World Economic Forum, 2022). En varios países desarrollados se consolida una estrategia que apunta a penalizar a la ganadería bovina como responsable primario del calentamiento del planeta. Se intenta así aplicar dos acciones concretas: por un lado, reducir significativamente el consumo de carne (sobre todo la bovina) y, por el otro, reducir de facto el stock de ganado bovino. Dado el aporte del sector a las economías nacionales, estas opciones insinúan una amenaza potencial a la ganadería bovina de las Américas.

Una estrategia a abordar en la región hace foco en la métrica para contabilizar las emisiones, sea la Huella de Carbono o el Balance de Carbono. En la ganadería intensiva, con animales confinados en espacios reducidos, la Huella de Carbono resulta útil para evaluar la carga de carbono emitido por tonelada de carne. En ella tienen alta incidencia los insumos ganaderos

cuya manufactura está asociada a un alto uso de combustibles fósiles. El alto consumo de insumos fósil-dependientes en espacios muy reducidos, desvincula la producción del uso de la tierra. Sin embargo, en la mayoría de los países de nuestra región, la tierra es un factor clave en la producción ganadera. Es inmediato que el Balance de Carbono, como herramienta para contabilizar carbono, se adecue apropiadamente a los sistemas pastoriles extensivos en los cuales la hectárea es un factor clave. En consecuencia, evaluar las emisiones por hectárea es una referencia inevitable. A diferencia de la Huella de Carbono, este indicador contabiliza tanto las emisiones como las ganancias y almacenajes de carbono. Se genera así un resultado neto que puede ser positivo, negativo o neutro, y permite premiar a los productores que demuestren una performance superior. En síntesis, distintas métricas se adaptan mejor a ciertas tipologías productivas que a otras.

Por otro lado, el Balance de Carbono se puede asociar a enfoques novedosos como el “cultivo de carbono” (carbon farming), en el cual este elemento pasa a ser un commodity comerciable como varios otros de la agricultura (Australian Beef, 2022). Una primera referencia en esa dirección fue el Protocolo de Kyoto de 1997 (United Nations Climate Change, 2022), un tratado internacional destinado a crear un mercado de compra-venta de créditos de carbono con el propósito de mitigar el cambio climático a través de opciones orientadas a la neutralidad climática o carbono-neto cero. La captura y almacenaje de carbono en biomasa y suelo va en esa dirección. Un trabajo reciente publicado en Plos Climate (Almaraz et al., 2023) demuestra, mediante simulación matemática, que a escalas prediales es posible capturar decenas de billones anuales de carbono y generar balances positivos que beneficiarían a todas las cadenas agro-alimentarias. Esos paquetes de tecnología climáticamente inteligentes incluyen, entre otros: (i) el diseño de distintas configuraciones silvo-pastoriles, (ii) el uso de enmiendas orgánicas, (iii) la meteorización de rocas (rock weathering) a través de la trituración silicatos que producen captura inorgánica de carbono atmosférico, (iv) la elaboración de fertilizantes a través de energías renovables, (v) el uso de aditivos reductores de metano en rumiantes, (vi) la reducción de pérdidas y desechos de alimentos, (vii) la aplicación de carbono vegetal por combustión de biomasa (biochar), y (viii) la producción de bio-fertilizantes y biogás a partir de heces y orina.

El desafío de la agricultura mundial asigna a las Américas un rol estratégico en la provisión de proteínas animales de alto valor biológico y en la prevención del cambio climático. Hoy existen tecnologías y prácticas que permiten armonizar ambos objetivos: seguridad alimentaria y seguridad climática global. Pero una tercera herramienta debe ser incorporada: el libre comercio de bienes agropecuarios. Con un criterio puramente realista, esto implica resignar las declamadas políticas de producción local de alimentos en reemplazo de los que provee el libre comercio internacional. En un artículo publicado en Nature Climate Change (Janssens et al., 2020) los autores estimaron que, ante un aumento de la temperatura media global a 4°C, más de 50 millones de personas quedarían expuestas a subnutrición grave en 2050 si tuvieran que depender de utópicos modelos de producción local. La realidad indica que, inevitablemente, la solución implicará garantizar libertad de comercio dentro del mercado internacional de alimentos.



Referencias

- Almaraz, M., Houlton, B.Z., Clark, M., Holzer, I., Zhou, Y., Rasmussen, L. et al. (2023). Model-based scenarios for achieving net negative emissions in the food system. *Plos Climate* 2(9): e0000181. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000181>
- Australian Beef (2022). Australian Beef Sustainability Framework: Annual Update 2022. 64 pp. <https://www.sustainableaustralianbeef.com.au/resources/annual-update2/#:~:text=2022%20Annual%20Update,and%20People%20and%20the%20Community.>
- Clark, M., Springmann, M., Rayner, M. et al. (2022). Estimating the environmental impacts of 57,000 food products. *PNAS* 119: 33e 2120584119, <https://doi.org/10.1073/pnas.2120584119>
- Crippa, M., Solazzo, E., Guizzardi, D., Monforti-Ferrario, F., Tubiello, F. N., & Leip, A. J. N. F. (2021). Food systems are responsible for a third of global anthropogenic GHG emissions. *Nature Food*, 2(3), 198-209.
- European Commission (2019). Farm to Fork Strategy: For a fair, healthy and environmentally friendly food system. https://food.ec.europa.eu/horizontal-topics/farm-fork-strategy_en
- FAOSTAT (2023). Alimentación y agricultura. <http://www.fao.org/faostat/es/#data>
- Gerber PJ, Steinfeld H, Henderson B, Mottet A, Opio C, Dijkman J, et al. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- IPCC (1996). IPCC. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Inventories. J.T. Houghton et al. (Editors). IPCC/OECD/IEA, Paris, France, 1997
- IPCC (2006). IPCC. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (H. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, Eds). Institute for Global Environmental Strategies, 2006; Japan.
- IPCC (2019). 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories; Calvo Buendia, E., Tanabe, K., Kranjc, A., Baasansuren, J., Fukuda, M., Ngarize, S., Osako, A., Pyrozhenko, Y., Shermanau, P., Federici, S., Eds.; IPCC: Geneva, Switzerland.

- Janssens, C., Havlík, P., Krisztin, T. et al. (2020). Global hunger and climate change adaptation through international trade. *Nature Climate Change* 10: 829–835. <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0847-4>
- Our World in Data (2023). CO₂ and GHG emissions. <https://www.tilt.com/tilts/help-save-ourworldindataorg>
- Lesschen, J.P. (2021). Consequences of an alternative emission metric. *Nature Food* 2: 918–919. www.nature.com/natfood
- Poore, J., Nemecek, T. (2018). Reducing food’s environmental impacts through producers and consumers. *Science* 360: 987–992.
- Ricard, M.F., Mayer, M.A., Viglizzo, E.F. (2021). The impact of beef and soybean protein demand on carbon emissions in Argentina during the first two decades of the twenty-first century. *Environmental Science and Pollution Research* <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16744-8>
- Ritchie, H., Rosado, P., Roser, M. (2022). Environmental Impacts of Food Production. Published online at Our World In Data.org. Retrieved from: '<https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food>' [Online Resource]
- Steinfeld H, Gerber P, Wassenaar T, Castel V, Rosales M, de Haan, C. (2006). *The Livestock’s Long Shadow*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2006 (FAO) Rome. 2.
- Stritzler, N.P., Rabortnikof, C.M. (2019). *Nutrición y Alimentación de Rumantes en la Región Semiárida Central Argentina*. Primera Edición Compendiada. Editado por la Universidad Nacional de La Pampa (ISBN: 978-950-863-387-3), 158 pp.
- United Nations Climate Change (2022b) ¿Qué es el Protocolo de Kyoto? https://unfccc.int/es/kyoto_protocol
- Viglizzo, E.F., Ricard, M.F., Taboada, M.A., 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.
- Viglizzo, E.F., Ricard, M.F. (2023). Carbon accounting per unit of food and unit of land in food production systems of Argentina. *Universal Journal of Carbon Research*: 1-11. DOI: <https://doi.org/10.37256/ujcr.1220232202>
- World Economic Forum (2022). *The Global Risks Report 2022, 17th Edition*, Davos, Switzerland 2022. <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2022/>

* El autor es Dr. en Ciencias de la Universidad Católica de Louvain (Bélgica), Investigador (retirado) del CONICET y del INTA, Profesor de la Universidad Austral y Miembro correspondiente de la Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria de Argentina.