
CONSTRUYENDO UN ENFOQUE REGIONAL DE GANADERÍA BOVINA SOSTENIBLE: UNA PRIMERA EXPERIENCIA EN EL CONO SUR Y BOLIVIA



FABIO MONTOSI
CECÍLIA JONES
DIEGO GAUNA
GONZALO MUÑOZ

—
JUNIO 2025
—

**Catalogación en la fuente proporcionada por la
Biblioteca Felipe Herrera del
Banco Interamericano de Desarrollo**

Construyendo un enfoque regional de ganadería bovina sostenible: una primera experiencia en el Cono Sur y Bolivia / Fabio Montossi, Cecilia Jones, Diego Gauna, Gonzalo Muñoz.

p. cm. — (Monografía del BID ; 1265)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Sustainable agriculture-Bolivia. 2. Sustainable agriculture-Southern Cone of South America. 3. Cattle-Ecology-Bolivia. 4. Cattle-Ecology-Southern Cone of South America. I. Montossi Porchile, Fabio M. II. Jones, Cecilia. III. Gauna, Diego. IV. Muñoz, Gonzalo. V. Banco Inter-Americano de Desarrollo. División de Agricultura y Desarrollo Rural. VI. Serie.

IDB-MG-1265

Códigos JEL: O13, O32, O54, Q16, Q18, Q55

Palabras clave: Agricultura, ganadería bovina, sostenibilidad, emisiones GEI, brechas de conocimiento, métricas, indicadores, América Latina

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Se deberá cumplir los términos y condiciones señalados en el enlace URL y otorgar el respectivo reconocimiento al BID.

En alcance a la sección 8 de la licencia indicada, cualquier mediación relacionada con disputas que surjan bajo esta licencia será llevada a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. 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 Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). 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 y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones que forman parte integral de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta obra son exclusivamente de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del BID, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Agradecimientos

Este informe es producto de un trabajo en colaboración entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), que involucró consultas con más de 200 referentes de ganadería sostenible de los países que integran el Consejo Agropecuario del Sur (CAS).

El trabajo fue coordinado por Gonzalo Muñoz (BID) y Diego Gauna (Consultor, IICA-BID) y contó con la participación de los consultores Fabio Montossi y Cecilia Jones.

El equipo agradece el apoyo a lo largo de todo el proyecto de Pedro Martel (BID), Luisa Lema (BID), Paolo De Salvo (BID), Gabriel Delgado (IICA), Fernando Schwanke (IICA), Lloyd Day (IICA) y la Secretaría Técnico Administrativa del CAS.

Se agradece especialmente el acompañamiento a lo largo del trabajo por parte de los puntos focales designados por los ministerios de agricultura y ganadería de cada país para participar en las actividades de la plataforma. En particular, Gonzalo Becoña (MGAP, Uruguay), Verónica Durán (MGAP, Uruguay), Patricio Digilio (SAGPYA, Argentina), Silvio Marchetti (SAGPYA, Argentina), Alejandra Parracia (SAGPYA, Argentina), Julieta Battistuzzi (SAGPYA, Argentina), Emilio Bonifacino (SAGPYA, Argentina), Bruno Leite (MAPA, Brasil), Priscila Silveiro (MAPA, Brasil), Sofía Lourdes Jou (MAG, Paraguay), Aracely Balbuena (MAG, Paraguay), Alba Maidana (MAG, Paraguay), Blas Mamani (MDRyT, Bolivia), Gabriel Peralta (ODEPA, Chile), Macarena Espinoza (ODEPA, Chile), Oscar Fuentes (ODEPA, Chile) y Karina Causa Ureta (ODEPA, Chile).

Asimismo, se agradece al Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (Procisur) por apoyar la interacción con los investigadores de los institutos nacionales de investigación agropecuaria y los responsables de inventarios del sector AFOLU de cada país del CAS, y a estos últimos por participar activamente en la encuesta y las entrevistas realizadas para la elaboración de la sección 6 del documento.

También a los especialistas en las temáticas abordadas en las secciones 2 y 3 del documento, que brindaron su apoyo con sus conocimientos y

expertise, en particular a los investigadores Marcia del Campo (bienestar animal), Leonidas Carrasco (balance hídrico), Oscar Blumetto (biodiversidad), y Verónica Ciganda (balance de carbono). Y a Santiago Fariña, del Global Methane Hub, por la revisión del documento y las valiosas sugerencias realizadas.

Por último, a quienes de una u otra manera fueron parte del trabajo mediante su participación en diferentes talleres, participando en encuestas y relevamientos o con sugerencias y recomendaciones sobre artículos y publicaciones científicas.¹

Todo error u omisión es responsabilidad exclusiva de los autores, así como las opiniones expresadas en esta publicación, las cuales no necesariamente reflejan el punto de vista de las instituciones patrocinadoras, de sus directores ejecutivos ni de los países que representan.

¹ La lista completa de las y los participantes y la institución a la que pertenecen puede consultarse en [este enlace](#).

ÍNDICE

Glosario de acrónimos, siglas y símbolos	6
Introducción	7
01. Ganadería sostenible: conceptualización y trayectoria en la región	12
1.1. Ganadería sostenible en la región: definiciones, dimensiones y tópicos	14
1.2. Mapeo de iniciativas de ganadería sostenible	18
02. Estado del arte en ciencia y tecnología: balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal	21
2.1. Balance de carbono	22
2.2. Balance hídrico	29
2.3. Biodiversidad	31
2.4. Bienestar animal	34
2.5. Comentarios finales	38
03. Brechas y demandas científico-tecnológicas en sistemas ganaderos	39
3.1. Metodología	40
3.2. Resultados y discusión	41
3.2.1. Balance de carbono	41
3.2.2. Balance hídrico	44
3.2.3. Biodiversidad	47
3.2.4. Bienestar animal	49
3.3. Comentarios finales	51
04. Marco de indicadores para la plataforma de ganadería bovina sostenible	53
4.1. Marco conceptual para el desarrollo de indicadores	54
4.2. Proceso de elaboración de un marco de indicadores de ganadería sostenible	56
4.3. Estructura del marco de indicadores	58
4.4. Descripción de los indicadores candidatos	62
4.4.1. Indicadores de la dimensión ambiental y económico-productiva	62

4.4.2. Indicadores en la dimensión social de la sostenibilidad en la ganadería	71
4.4.3. Estadísticas descriptivas	74
4.4.4. Otros indicadores de interés	79
05. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: estado de situación, demandas y prioridades de investigación	80
5.1. Metodología	83
5.2. Resultados y discusión	83
5.2.1. Emisiones por sector, por país y total de la región	83
5.2.2. Población y sistemas de producción de bovinos para carne y otros rumiantes	87
5.2.3. Fuentes de información para los inventarios nacionales en bovinos para carne	89
5.2.4. Identificación y priorización de áreas de mejora para el sector de bovinos para carne	95
5.2.5. Aplicabilidad de la información generada por los sistemas nacionales de I+D+i	98
5.2.6. Identificación y priorización de áreas específicas de mejora de los inventarios nacionales	101
5.2.7. Agenda futura de I+D+i: identificación y priorización de temas relevantes de investigación para los inventarios nacionales	104
Reflexiones finales	107
Referencias	112
Anexo.	
Formato de encuestas para cada temática seleccionada	124

GLOSARIO DE ACRÓNIMOS, SIGLAS Y SÍMBOLOS

AFOLU:	agricultura, ganadería, usos de la tierra, cambios en usos de la tierra y silvicultura
ALC:	América Latina y el Caribe
BID:	Banco Interamericano de Desarrollo
CH₄:	metano
CMNUCC:	Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático
CO₂:	dióxido de carbono
CO₂eq:	dióxido de carbono equivalente
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
GASL:	Agenda Global para la Ganadería Sostenible
GRSB:	Mesa Redonda Global para la Carne Sostenible
I+D+i:	investigación, desarrollo e innovación
IICA:	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
INGEI:	inventarios nacionales de gases de efecto invernadero
INIA:	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay
IPCC:	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
LEAP:	Alianza sobre la Evaluación Ambiental y el Desempeño Ecológico de la Ganadería
N₂O:	óxido nitroso
NDC:	Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional
NDVI:	Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada
ONG:	organizaciones no gubernamentales
PCG:	potencial de calentamiento global
PER:	Presión-Estado-Respuesta
PIB:	producto interno bruto
PLACA:	Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe
Procisur:	Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur
UTCUTS:	usos de la tierra, cambio de usos de la tierra y silvicultura



INTRODUCCIÓN

Elaborado por Diego Gauna y Gonzalo Muñoz.

Introducción

Aumentar la producción de alimentos y al mismo tiempo mejorar el desempeño ambiental es uno de los desafíos más importantes de la humanidad en este siglo. En un escenario de creciente demanda de alimentos, los tomadores de decisiones, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y la academia sugieren que los sistemas de producción deben transformarse hacia usos que reduzcan los insumos externos y el impacto en los ecosistemas sin comprometer la seguridad alimentaria (Foley *et al.* 2011; Kremen *et al.* 2012). En este contexto, la descripción cuantitativa del comportamiento ambiental desempeña un papel fundamental en la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas socioecológicos agrícolas (Bergez *et al.* 2022).

La agricultura es una de las principales actividades económicas del mundo y sostiene el desarrollo económico y el tejido social de muchos países. En el caso de América Latina y el Caribe (ALC), la agricultura representa casi el 5% del producto interno bruto (PIB) y el 12% del empleo.¹ Sin embargo, la forma convencional de realizar estas mediciones subestima la contribución del sector agropecuario a la economía de los países, particularmente, cuando se tienen en cuenta todos los vínculos y sus efectos multiplicadores asociados. Asimismo, ALC es hoy la mayor región exportadora neta de alimentos del mundo, más que la Unión Europea, Estados Unidos y Canadá juntos (Perego *et al.* 2020).

Perego *et al.* (2020) señalaron que, en el pasado, la agricultura en ALC se veía principalmente como un sistema dirigido a producir suficiente comida, pienso, fibras y combustibles para satisfacer las necesidades de consumo de las personas y animales. Hoy se espera que los sistemas agroalimentarios de la región contribuyan a múltiples objetivos que trascienden la producción de productos primarios. Entre estos se destacan: el crecimiento y la diversificación de la economía, el aumento del empleo y la reducción de la pobreza, la mejora de la seguridad alimentaria y de la nutrición, y la implementación de servicios ecosistémicos para promover una mayor capacidad de resiliencia frente al cambio climático.

Dentro de la agricultura en su concepción amplia, el sector ganadero bovino desempeña un papel fundamental en la economía rural, la generación de ingresos por exportaciones y la seguridad alimentaria de ALC. Aporta el 46% del PIB agrícola y el 30% de las exportaciones, y genera ingresos para el 60% de los hogares rurales, en su mayoría de la agricultura familiar. Sin embargo, el sector ganadero bovino también tiene impactos ambientales

¹ Atlas Agroalimentario del Observatorio de Políticas Públicas para los Sistemas Agroalimentarios (OPSAa), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

adversos. Por ejemplo, en emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), deforestación, degradación de ecosistemas y pérdida de biodiversidad.

Ante esta realidad, se gestó un espacio de colaboración entre el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) en busca de diseminar conocimiento científico sobre la situación productiva, y políticas en temas relevantes para la ganadería sostenible del continente. En esa línea se planteó la creación de la Plataforma de Ganadería Bovina Sostenible de las Américas, cuyo punto de partida se ubicó geográficamente en los países que integran el Consejo Agropecuario del Sur (CAS)²: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay; es decir, Cono Sur más Bolivia. Estos países concentran el 38,5% de las exportaciones mundiales de carne bovina, el 27,5% del stock bovino mundial y el 25,2% de la producción mundial de carne bovina,³ por lo que resulta la región natural para iniciar la plataforma y después ampliarla al resto de América. El propósito es promover una visión compartida de ganadería sostenible en esta región. En términos generales se buscó:

- Visibilizar las características diferenciadas de los sistemas productivos ganaderos en la región CAS, con base en información y evidencia científica de carácter regional.
- Compartir lecciones aprendidas de éxitos o fracasos de iniciativas de ganadería sostenible.
- Generar un espacio para el intercambio entre representantes de diferentes actores de la cadena de valor de la ganadería regional.
- Impulsar políticas y líneas de acción que acompañen la transición de los sistemas productivos ganaderos actuales hacia sistemas con mayores niveles de sostenibilidad económica, social y ambiental.

Se planteó un enfoque conceptual basado en **tres pilares**. El primero, denominado **enfoque integral**, enfatiza que la sostenibilidad es un concepto integral y dinámico. Integral, dado que incluye las tres dimensiones de la sostenibilidad (económica, ambiental y social); y dinámico, en el sentido de que evoluciona a la par de las demandas de la sociedad. El segundo pilar, denominado **enfoque de cadena de valor**, considera las implicancias sobre la sostenibilidad de las relaciones entre los diferentes eslabones de la cadena de valor de la ganadería. Finalmente, el tercer pilar, denominado **enfoque basado en métricas**, sostiene que la utilización de indicadores y métricas es esencial para operacionalizar el concepto abstracto de sostenibilidad y,

² Foro ministerial de consulta y coordinación de acciones regionales, integrado por los ministros de agricultura de Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay. Tiene como objetivo fundamental definir las prioridades de la agenda agropecuaria y tomar posiciones sobre temas de interés regional con el fin de articular el desarrollo de las acciones acordadas.

³ Production, Supply and Distribution Database (PSD), Foreign Agriculture Service, United States Department of Agriculture.

de ese modo, evaluar los sistemas de producción ganaderos a lo largo del tiempo. En el centro del marco conceptual se establece que la plataforma tiene que ser liderada por la institucionalidad pública de los países que la integran, a diferencia de otros espacios que funcionan actualmente y que se encuentran liderados por el sector privado.

Con ese marco conceptual se propuso trabajar sobre la diversidad de sistemas de producción ganaderos de la región, a partir de los siguientes aspectos:

- **Identificar brechas** de conocimiento, tecnológicas y/o de adopción de prácticas de ganadería sostenible.
- **Construir indicadores** para evaluar la sostenibilidad.
- **Integrar a diferentes actores** a la discusión sobre el futuro de los sistemas de producción.
- **Comunicar estratégicamente** los atributos diferenciales de los sistemas de producción.
- **Catalizar recursos y esfuerzos regionales** en pos de mayores niveles de sostenibilidad.

El desarrollo de la plataforma se organizó en **tres ejes de acción**, de modo de facilitar su implementación y el logro de los objetivos previstos: un eje de conocimiento, uno de colaboración y uno de comunicación. El **eje de conocimiento** contiene todas las actividades realizadas para contribuir a la generación, intercambio y difusión de conocimiento sobre los sistemas de producción ganaderos de la región y su relación con la sostenibilidad. Entre dichas actividades se encuentran la sistematización de estudios existentes, la elaboración de informes técnicos, la realización de talleres de discusión y la compilación de bases de datos. El **eje de colaboración** se refiere al vínculo de la plataforma con otras iniciativas y actores relacionados con la ganadería sostenible y, especialmente, a la creación de un espacio de naturaleza colaborativa, donde los integrantes de la plataforma tengan un rol activo en la elaboración de contenidos. Finalmente, el **eje de comunicación** contiene todas las acciones para comunicar estratégicamente los atributos diferenciales de los sistemas de producción ganaderos de la región y tener una actitud proactiva para la defensa de los sistemas agroalimentarios ante las condiciones del contexto, particularmente ante aquellas situaciones que no están basadas en ciencia y evidencia.

El análisis que se presenta en este documento está organizado en cinco secciones y una serie de reflexiones finales.

La **sección 1** ofrece una conceptualización de la sostenibilidad de la producción y en particular de la ganadería y también un mapeo de iniciativas (políticas, programas, proyectos, iniciativas privadas, etcétera) de ganadería sostenible en los países del CAS.

La **sección 2** presenta el estado del arte en ciencia y tecnología de la ganadería bovina para carne, enfocado en cuatro tópicos: balance de carbono,

balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal. Los cuatro tópicos fueron seleccionados en función de la especificidad agroecológica de los sistemas de producción ganaderos de la región, la importancia social y económica de la ganadería en los países del CAS, la presencia de brechas y demandas preexistentes y la priorización realizada por los expertos de los sectores público, privado y academia de los países del CAS. Los resultados de la **sección 2** fueron el insumo para evaluar las percepciones de actores del sector ganadero sobre brechas científicas-tecnológicas y demandas en temáticas seleccionadas, para cada uno de los cuatro tópicos de interés, lo cual se analiza en la **sección 3**.

Las temáticas utilizadas en la **sección 3** fueron seleccionadas en base a la consulta a expertos, tanto del Cono Sur y Bolivia, como de otras regiones del mundo (UE, Nueva Zelanda y Australia, principalmente), y a los resultados obtenidos en la **sección 2**.

La **sección 4** detalla una propuesta de marco de indicadores para evaluar la sostenibilidad de la ganadería en la región, teniendo en cuenta las tres dimensiones de sostenibilidad: económica, social y ambiental⁴.

La **sección 5** presenta un estado de situación, demandas y prioridades de investigación vinculado con los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero (INGEIs). Este estudio, que puede leerse como un producto separado del resto de la publicación, surge de una interacción del equipo técnico de la plataforma con el grupo de ganadería sostenible del Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR).

Por último, se presentan una serie de **reflexiones finales** que surgen de la puesta en marcha de la plataforma IICA-BID y la interacción con los puntos focales de los ministerios de agricultura y ganadería de cada país, los talleres de trabajo realizados (virtuales y presenciales), los intercambios con diferentes iniciativas⁵, así como de la realización de más de 100 entrevistas a referentes de los sectores público y privado, ONGs, academia, sector productivo y organismos internacionales.

4 Este ejercicio es una primera aproximación y tiene que interpretarse como un trabajo en progreso. Actualmente se está llevando a cabo una segunda fase de este proceso, donde se está evaluando la factibilidad de implementación del marco de indicadores, los desafíos en términos de gestión de la información y gobernanza de los datos y las limitaciones en términos de disponibilidad de datos para los países del Cono Sur. Asimismo, el trabajo se propone en esta segunda fase establecer líneas de base y metas para indicadores priorizados.

5 Entre otras, el Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur (PROCISUR), la Agenda Global para la Ganadería Sostenible (GASL, por su sigla en inglés), la Mesa Redonda Global para la Carne Sostenible (GRSB, por su sigla en inglés), la Plataforma de Acción Climática en Agricultura de Latinoamérica y el Caribe (PLACA), y mesas de ganadería sostenible nacionales.



01

GANADERÍA SOSTENIBLE: CONCEPTUALIZACIÓN Y TRAYECTORIA EN LA REGIÓN

Elaborado por Diego Gauna, Gonzalo Muñoz,
Fabio Montossi y Cecilia Jones.

Ganadería sostenible: conceptualización y trayectoria en la región

El enfoque moderno de sostenibilidad tiene su origen en el denominado *Informe Brundtland*, de octubre de 1987, en el cual la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo acuñó el término “desarrollo sostenible” y lo definió como la capacidad de satisfacer “las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las propias” (CMMAD 1987). Para los sistemas de producción ganaderos esto implica aplicar prácticas que conduzcan a un balance entre la eficiencia económica, las consideraciones sociales y las responsabilidades ambientales, y que aseguren a lo largo del tiempo la preservación de los recursos naturales y el bienestar tanto animal como humano.

El concepto de sostenibilidad es dinámico y ha evolucionado en el tiempo. Antes del siglo XX, la ganadería estaba estrechamente ligada a la subsistencia y a prácticas agrícolas tradicionales. La sostenibilidad ambiental no era una preocupación predominante en ese momento. La industrialización agrícola en el siglo XX marcó una transición hacia la intensificación y la especialización de la producción ganadera para satisfacer la creciente demanda de alimentos, y se plantearon múltiples interrogantes acerca de su impacto ambiental y social (Lebacqz *et al.* 2012).

Kuhlman y Farrington (2010) desarrollan un profundo estudio conceptual, teórico y práctico del alcance de la definición de la sostenibilidad (y de su aplicabilidad) a nivel de las políticas públicas y acciones de los privados, en el que concluyen que “en última instancia, el objetivo de la evaluación de la sostenibilidad debe ser la búsqueda de un equilibrio entre las exigencias de la gestión, por un lado, y el deseo de una vida mejor, por otro, o, incluso, hasta qué punto pueden conciliarse”. Por otro lado, Van Passel y Meul (2012) remarcan que no existe una definición universal, pero destacan que la producción ganadera sostenible es “ecológicamente racional, [y] tiene en cuenta el medio ambiente y la biodiversidad, la ética y la economía sostenible”.

Por su parte, Arvidsson Segerkvist *et al.* (2020) analizan la necesidad de incorporar nuevas dimensiones a la sostenibilidad que incluyan prácticas éticas y respetuosas con el bienestar animal y la salud del ganado, como la disposición de condiciones de vida adecuadas, nutrición equilibrada y atención sanitaria para prevenir enfermedades. Los aspectos culturales y sociales que conducen al bienestar de las comunidades rurales también son parte de la conceptualización de una ganadería sostenible y van ligados a la viabilidad económica para mantener los medios de vida de la ganadería.

En una visión amplia, la sostenibilidad contiene también la promoción de prácticas que mejoren la calidad nutricional de los productos animales y el fomento de productos ganaderos que contribuyan a dietas equilibradas y nutritivas. Los sistemas ganaderos sostenibles también pueden contribuir a abordar los desafíos de seguridad alimentaria y nutricional, y a minimizar el desperdicio de alimentos a lo largo de toda la cadena de suministro.

En el ámbito académico se realizaron algunos debates respecto de la necesidad de ampliar las dimensiones de la sostenibilidad, más allá de las clásicas (económica, social y ambiental). En este contexto, Arvidsson Segerkvist *et al.* (2020) realizaron una revisión sistemática de artículos científicos sobre sostenibilidad en sistemas ganaderos de Europa, Norteamérica y Australia, y Nueva Zelanda. De este estudio, se destacan los siguientes puntos:

- La falta de integración de las tres dimensiones a la vez, en particular de la social y la económica.
- La gran variabilidad de las definiciones de la dimensión social.
- La inconsistencia en la terminología de los indicadores dentro de las dimensiones.
- La discusión, aún abierta, de la integración de nuevas dimensiones a la sostenibilidad ganadera, en particular el bienestar animal y la sostenibilidad institucional o gobernanza.

1.1. Ganadería sostenible en la región: definiciones, dimensiones y tópicos

El concepto de “ganadería sostenible” comienza a adquirir relevancia técnica y política a inicios del siglo XXI, con el nacimiento de un conjunto de iniciativas globales y nacionales para abordar la temática. Dentro de ellas se destacan la [Mesa Brasileña de Carne Sostenible en el año 2007](#), la [Alianza Global de Investigación sobre Gases de Efecto Invernadero \(GRA\)](#) en el año 2009, la [Agenda Global para la Ganadería Sostenible \(GASL\)](#) en el año 2010 y la [Mesa Redonda Global para la Carne Sostenible \(GRSB\)](#) en el año 2012, entre otras iniciativas destacadas que hoy siguen vigentes. Un breve análisis de dichas iniciativas muestra que no existe una definición única y acordada de ganadería sostenible: esta responde a las características e intereses particulares de cada país/ecorregión y de los actores que movilizan recursos para promover el desarrollo de la ganadería.

A fines del año 2020, la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) creó el Subcomité de Ganadería, con el mandato de debatir y generar consenso sobre cuestiones y prioridades relativas a la ganadería global. El Subcomité ha organizado hasta el momento dos sesiones (2022 y 2024), en las que se han acordado acciones para la construcción de una visión global de la ganadería sostenible. En particular, se destaca la propuesta de un *Marco para la transformación sostenible de la ganadería* (FAO 2024b), el cual gira alrededor de cinco pilares:

1. Conocimiento (políticas basadas en evidencia).
2. Promoción de buenas prácticas, adaptadas y específicas a cada contexto.
3. Promoción de políticas e inversiones para impulsar cambios a gran escala.
4. Intensificación de la cooperación, las asociaciones y la innovación para acelerar la transformación.
5. Adopción de un enfoque integral que considere las múltiples dimensiones de la sostenibilidad a lo largo de toda la cadena de valor.

Además, la FAO está elaborando un plan de acción para la transformación sostenible de la ganadería, con un enfoque holístico, respaldado por evidencia científica y que abarque todos los sistemas de producción ganadera. Construir un enfoque regional de ganadería sostenible, en este caso en la región comprendida por los seis países que integran el CAS, tiene como desafío inicial acordar el alcance del concepto de ganadería sostenible estableciendo las principales dimensiones de análisis y tópicos de interés. Con esta finalidad, en el marco de la plataforma se realizó una consulta virtual con referentes de organizaciones científicas, ministerios e instituciones privadas, cuyos resultados fueron después discutidos y analizados en un taller virtual del que participaron más de 100 profesionales de la región.

El primer aspecto que se evaluó es si era necesario incluir una dimensión de la sostenibilidad adicional a las clásicas (económica, social y ambiental). La mayoría de las personas participantes acordaron trabajar con las dimensiones clásicas, de modo de simplificar el proceso de construcción de la plataforma. Sin embargo, algunos referentes manifestaron que sería relevante incluir dimensiones adicionales como el bienestar animal o la gobernanza. Respecto de la gobernanza, se argumenta que esta dimensión podría tener un rol integrador en la interacción y el balance entre las tres dimensiones clásicas, dado que contribuiría a articular y facilitar la cooperación entre los actores públicos y privados y sus instituciones, estableciendo reglas y procedimientos de planificación y toma de decisiones para definir prioridades y orientar estas interacciones.

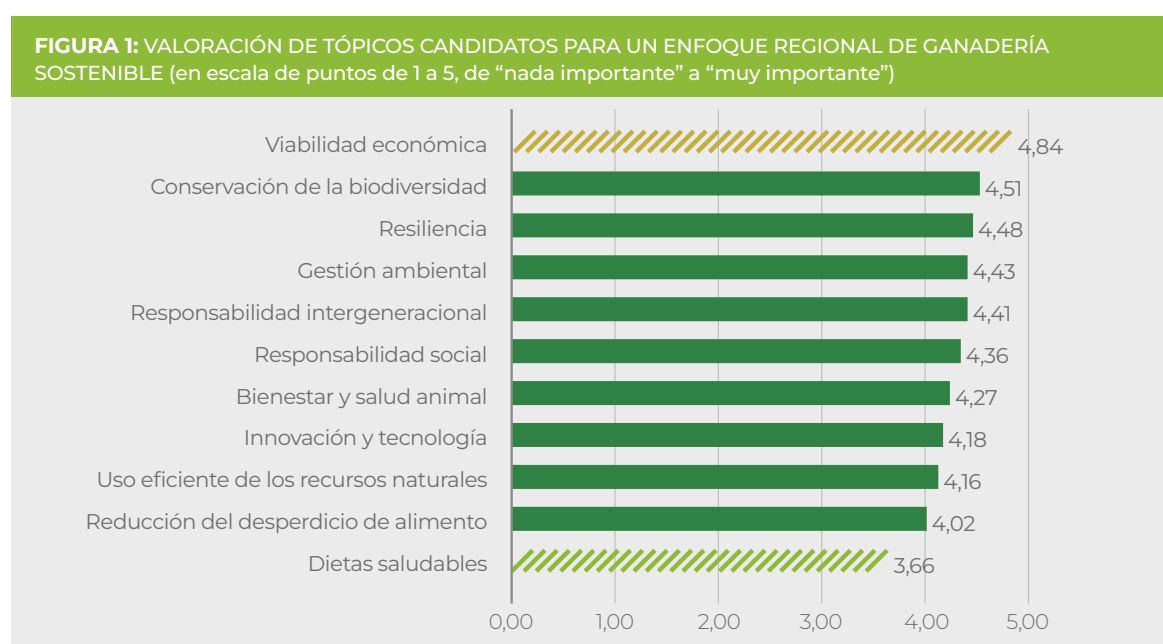
Otra reflexión común fue que cada vez es menos útil hablar de dimensiones como si fueran compartimentos estancos, ya que la mayoría de los tópicos relevantes pertenecen a más de una dimensión de análisis. Conceptualizar la ganadería sostenible desde una perspectiva de sistemas puede ayudar a resolver las limitaciones que plantea el análisis clásico por dimensiones.

En segundo lugar, se les pidió a los participantes que evaluaran y jerarquizaran diferentes tópicos para construir un enfoque regional de ganadería sostenible y diferentes atributos para la construcción de una matriz de indicadores. Los tópicos propuestos fueron:

- **Responsabilidad intergeneracional:** equilibrar las necesidades del presente con la preservación de los recursos para las generaciones futuras.

- **Gestión ambiental:** reducir la huella medioambiental de la producción ganadera a partir, por ejemplo, del uso eficiente de los recursos, la gestión de residuos y la minimización de las emisiones de GEI.
- **Bienestar y salud animal:** garantizar el bienestar del ganado proporcionándole condiciones de vida, nutrición y atención sanitaria adecuadas.
- **Viabilidad económica:** operar de una manera que sea económicamente viable para los productores, permitiéndoles mantener sus medios de vida para sí y su familia, mientras elaboran productos de alta calidad y demandados por el mercado.
- **Responsabilidad social:** considerar los aspectos sociales y culturales de la producción ganadera, incluido el bienestar de las comunidades rurales, los trabajadores y los consumidores.
- **Conservación de la biodiversidad:** proteger y preservar los hábitats naturales y los ecosistemas afectados a la ganadería.
- **Uso eficiente de los recursos naturales:** minimizar el uso de la tierra, el agua y los recursos alimenticios, maximizando al mismo tiempo la elaboración de productos animales.
- **Dietas saludables:** fomentar la elaboración de productos ganaderos que contribuyan a dietas equilibradas y nutritivas para los seres humanos.
- **Reducción del desperdicio de alimentos:** minimizar las pérdidas y el desperdicio de alimentos en la producción ganadera y la cadena de suministro.
- **Innovación y tecnología:** adoptar prácticas y tecnologías innovadoras que mejoren la eficiencia y reduzcan el impacto ambiental.
- **Resiliencia:** crear sistemas que puedan resistir y adaptarse a retos como el cambio climático, los brotes de enfermedades y las fluctuaciones del mercado.

Los tópicos fueron evaluados en una escala de 1 a 5, de menor a mayor importancia. El promedio de las valoraciones se puede observar en la **figura 1**.



Fuente: elaboración propia con base en el relevamiento realizado.

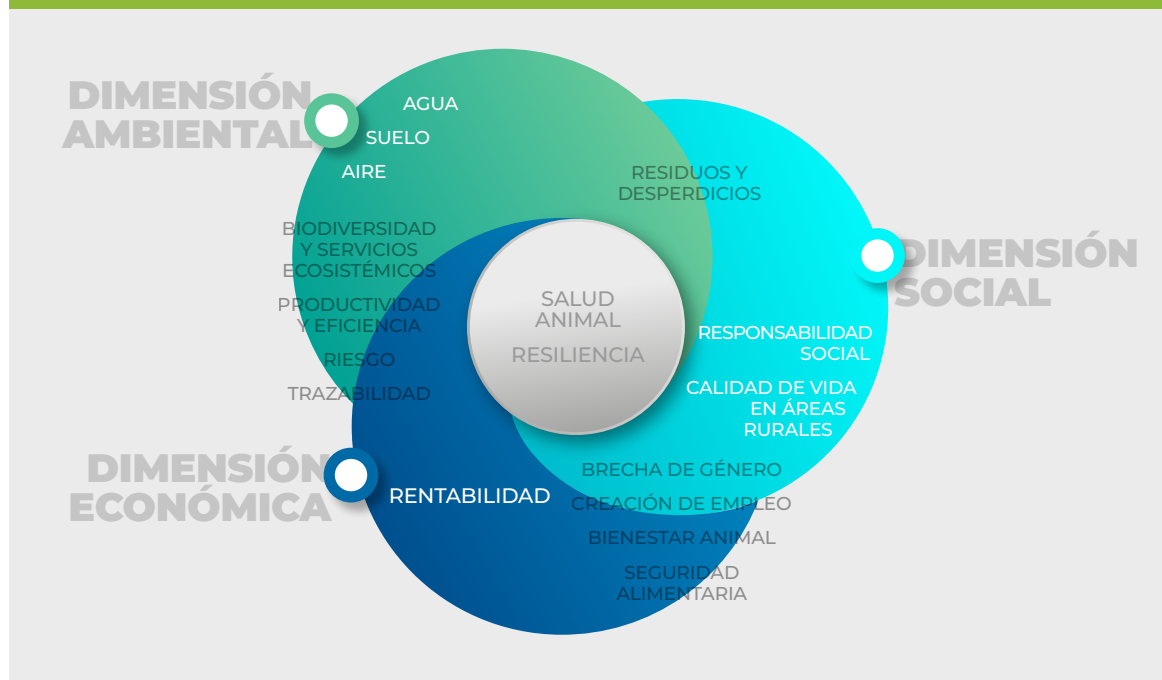
Como se puede observar, la mayoría de los tópicos propuestos son considerados importantes o muy importantes para la ganadería sostenible regional, y el de mayor valoración es el correspondiente a la viabilidad económica. Este último punto refleja una visión de los actores de la ganadería regional *a priori* diferente de la observada en otras partes del mundo. Por otro lado, el tópico de dietas saludables es el de menor valoración promedio, lo que refleja que la temática aún no estaría consolidada a nivel regional.

A partir de estos resultados, la continuación del intercambio con las personas referentes de los países y los debates que surgieron en el Taller de Ganadería Sostenible realizado de manera presencial en Brasilia en junio de 2024¹, el equipo de gestión de la plataforma propuso la siguiente definición de ganadería sostenible de la región del CAS:

“La producción ganadera sostenible regional es aquella que promueve la producción ética y económicamente viable de alimentos saludables y fibras naturales, de forma de preservar los ecosistemas y los servicios que ellos prestan para las generaciones futuras”.

A partir de esta definición, la ganadería sostenible regional se organiza en las dimensiones económica, social y ambiental en 17 tópicos priorizados. La **figura 2** muestra el esquema propuesto; las intersecciones están representadas por tópicos que pertenecen a más de una dimensión de análisis.

FIGURA 2. CONCEPTUALIZACIÓN DE LA GANADERÍA BOVINA SOSTENIBLE REGIONAL (EN DIMENSIONES Y TÓPICOS)



Fuente: elaboración propia.

¹ Este Taller fue organizado conjuntamente por el BID, el Procisur y el IICA de Brasil.

El esquema propuesto en la **figura 2** es suficientemente general para reflejar la realidad de los diferentes sistemas productivos, biomas y territorios de los países del CAS, y puede utilizarse como un marco de referencia para analizar la sostenibilidad de la ganadería en un caso en particular.

El desafío más complejo es cómo operacionalizar dicho marco conceptual y convertirlo en una herramienta útil para la toma de decisiones públicas y privadas. Con esta finalidad, en la consulta se realizó también una propuesta de indicadores para evaluar la sostenibilidad de la ganadería bovina regional, que reflejan sólo algunos de los tópicos descriptos anteriormente. La propuesta se encuentra detallada en la sección 5 del presente documento. Asimismo, la institucionalidad sectorial es clave para implementar este marco conceptual ya que define las interacciones entre los diferentes actores sociales, políticos y económicos. Comprender los marcos de políticas, la interacción pública-pública y pública-privada, así como las varias iniciativas, programas y proyectos permite sentar las bases para la generación de una plataforma sectorial. A continuación, se presenta un primer mapeo de iniciativas existentes sobre ganadería sostenible en la región.

1.2. Mapeo de iniciativas de ganadería sostenible

Este mapeo se basó en una amplia revisión de sitios web, consultas a expertos e intercambios con técnicos de los ministerios de agricultura y ambiente de cada país, y con referentes del sector. El mapeo tiene carácter dinámico, es decir que se espera que se actualice con cierta periodicidad.

La información de las **iniciativas por país** se agrupó en **cinco grandes categorías**:

- **Marco de políticas:** representa el encuadre político-estratégico del sector agropecuario y la sostenibilidad en cada país. Aquí se relevan estrategias nacionales, sectoriales y ministeriales, entre otros instrumentos que marcan el rumbo de la política agropecuaria y ambiental en general, y de la ganadería sostenible en particular.
- **Espacios institucionales para la interacción y la colaboración:** son aquellos mecanismos de interacción y colaboración multiactor (público, privado o público-privado) de los que surgen iniciativas específicas relacionadas con la ganadería sostenible de cada país, sea directa o indirectamente. En esta categoría se relevan las mesas redondas, las plataformas, las redes, las coaliciones, los pactos, las alianzas y los hubs, entre otras formas organizacionales posibles.
- **Políticas públicas, programas y proyectos:** en esta amplia categoría se relevan proyectos de investigación, desarrollo o extensión, programas (públicos, privados o público-privados), políticas públicas, certificaciones, aplicaciones y todas aquellas acciones que tengan una relación directa con la ganadería sostenible. Se priorizan iniciativas vigentes, pero se

incluyen casos puntuales en los que estas finalizaron hace poco tiempo y fueron de relevancia para los países.

- **Iniciativas privadas:** aquí se relevan iniciativas impulsadas principalmente por entidades privadas, tengan o no un interés comercial específico.
- **Estudios:** en esta categoría se relevan publicaciones de interés para la ganadería sostenible. No se incluyen las publicaciones científicas, que serán incorporadas con posterioridad, al igual que un directorio de investigadores, grupos de investigación y soluciones tecnológicas.

Cada iniciativa cuenta con una breve descripción y un link para acceder su detalle (la fuente puede ser un sitio web, un documento, una noticia, un video, etcétera).

Las **iniciativas globales** reúnen a países de todos los continentes, mientras que las **regionales** nuclea a varios países de América. Por ejemplo, una iniciativa exclusivamente europea no entra en este relevamiento ya que no es una iniciativa global ni tampoco pertenece a América. Tampoco se incluyen iniciativas a nivel de países de América que no pertenezcan al CAS (por ejemplo, la mesa colombiana de ganadería sostenible). En el caso de las iniciativas globales, se relevaron los espacios institucionales para la interacción y la colaboración. En el de las regionales se relevaron, además de estos, los proyectos de investigación o desarrollo cuyos líderes o colaboradores son las instituciones de los países del CAS. En una etapa posterior se incluirán los proyectos de ganadería sostenible realizados por otros consorcios de investigación internacionales.

El mapeo hoy refleja la existencia de 269 iniciativas de ganadería sostenible, de las cuales un 37% representan políticas públicas, programas y proyectos; un 19% espacios institucionales para la interacción y la colaboración; un 17% estudios; un 14% marco de políticas; y un 13% iniciativas privadas. A nivel país, Brasil lidera el número de iniciativas. De un rápido análisis de la categoría de políticas públicas, programas y proyectos surgen las siguientes conclusiones:

- El concepto de ganadería sostenible varía entre países y actores, y tiene diferentes acepciones (ganadería regenerativa, climáticamente inteligente, agroecológica, de conservación, sostenible “a secas”, entre otras).
- Respecto de un abordaje regional hacia la ganadería sostenible, todos los países coinciden en los siguientes puntos:
 - La viabilidad económica y social tiene que estar a una altura equivalente a la dimensión ambiental.
 - La acción climática tiene que enfocarse tanto en adaptación como en mitigación.
 - Los debates tienen que estar basados en evidencia científica.
 - La evaluación de la sostenibilidad tiene que reconocer la diversidad de biomas y modelos productivos.
- Uruguay y Brasil apoyan activamente la ganadería sostenible con políticas

y programas específicos de amplio alcance y que buscan adaptarse a las nuevas demandas. En el caso particular de Uruguay, esta es una política pública que lleva ya más de 50 años. En los últimos años Paraguay ha llevado a cabo varias iniciativas y proyectos relacionados con la temática, mientras que Chile se ha focalizado en el desarrollo de estándares de sustentabilidad.

- Si bien los países del CAS han tenido alguna experiencia en la elaboración de marcos de indicadores para la ganadería sostenible, a nuestro conocimiento estos no han sido aplicados y/o han sido discontinuados en el tiempo.
- Los compromisos climáticos asumidos por los países en diferentes instancias internacionales traccionan la construcción de indicadores para la acción climática.
- Las instituciones de ciencia y tecnología regional se involucran activamente en temáticas relacionadas con la ganadería sostenible.



02

ESTADO DEL ARTE EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA: BALANCE DE CARBONO, BALANCE HÍDRICO, BIODIVERSIDAD Y BIENESTAR ANIMAL

Elaborado por Fabio Montossi.

Revisado y comentado por Diego Gauna y Gonzalo Muñoz.

Estado del arte en ciencia y tecnología: balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal

El análisis del estado del arte en ciencia y tecnología que se realiza a continuación está focalizado en los sistemas ganaderos pastoriles de bovinos para carne, aunque sus implicancias son relevantes y extensivas también para otros sistemas de producción animal de la región. Como se menciona en la sección anterior, si bien la sostenibilidad se basa en tres dimensiones interrelacionadas —ambiental, social y económica— en este trabajo se buscó priorizar áreas de análisis a partir de la demanda generada en diversas instancias de interacción con actores de los sectores público y privado. La priorización tuvo en consideración la especificidad agroecológica, la importancia social y económica, la orientación hacia la exportación, la relevancia de los consumidores (locales y externos) y las brechas científicas y tecnológicas existentes en estos sistemas. El análisis se enfoca en **el balance de carbono, el balance hídrico, la biodiversidad y el bienestar animal**, tópicos centrales para una ganadería sostenible en la región. Para cada una de estas temáticas, se analizarán los siguientes aspectos:

- Marco conceptual
- Identificación de los avances del conocimiento científico-tecnológico y de desafíos para considerar en la agenda ganadera regional.

2.1. Balance de carbono

Marco conceptual

El balance de carbono refiere a la evaluación y cuantificación del flujo de carbono dentro de un sistema de producción ganadera. Incluye todas las entradas, salidas y almacenamientos de carbono, lo que permite determinar si dicho sistema actúa como una fuente neta de emisiones o un sumidero neto de carbono.

Disponer de información sobre balance de carbono en la producción de carne en sistemas de pastoreo es importante en tanto permite: **a)** evaluar el impacto medioambiental en un contexto de cambio climático, **b)** determinar la eficiencia en el uso del carbono, **c)** cuantificar el balance del carbono y la sostenibilidad de los sistemas de producción de carne, **d)** establecer e implementar estrategias de mitigación, **e)** desarrollar estrategias de mercado (diferenciación, valor agregado, cumplimiento de acuerdos y regulaciones, y transparencia y credibilidad), y **f)** diseñar e implementar políticas públicas y acuerdos internacionales (Francklin de Souza Congio *et al.* 2021).

El cálculo del balance de carbono en sistemas ganaderos para carne es esencial para abordar los desafíos ambientales, mejorar la eficiencia y

sostenibilidad de la producción, cumplir con normativas y acceder a incentivos, y contribuir a la mitigación del cambio climático y a los objetivos globales de sostenibilidad. Sin embargo, estas estimaciones son complejas dado que en muchas situaciones falta información científica y metodológica para realizarlas, y en particular para su uso comparativo entre diferentes sistemas de producción de carne a nivel mundial. Esto se explica por la complejidad de la cadena cárnica *per se*, las discrepancias en las metodologías de cálculo, los intereses económicos y políticos en juego, y la dificultad en la comunicación de la información. Para superar estos desafíos se requiere una mayor colaboración entre los diversos actores y países de la cadena cárnica, y el desarrollo de estándares y prácticas comunes para la estimación y comunicación del balance del carbono basado en un sólido respaldo científico de alcance global.

EL CÁLCULO DEL BALANCE DE CARBONO EN SISTEMAS GANADEROS PARA CARNE ES ESENCIAL PARA ABORDAR LOS DESAFÍOS AMBIENTALES, MEJORAR LA EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD DE LA PRODUCCIÓN, CUMPLIR CON NORMATIVAS Y ACCEDER A INCENTIVOS, Y CONTRIBUIR A LA MITIGACIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y A LOS OBJETIVOS GLOBALES DE SOSTENIBILIDAD.

Desafíos de la región en ciencia y tecnología

De exhaustivas y recientes revisiones bibliográficas realizadas sobre el estado del arte de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) a nivel internacional (FAO 2023a, 2023b), en cuanto a diferentes estrategias tecnológicas para reducir las emisiones de GEI en sistemas alimentarios ganaderos, se destaca que:

- Las intervenciones propuestas para reducir las emisiones se centran en mejorar las prácticas de crianza, y la salud y el bienestar de los animales; reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos en toda la cadena de producción; aumentar la calidad de los alimentos; y mitigar las emisiones de GEI a partir, por ejemplo, de la manipulación del rumen y el uso de aditivos alimentarios.
- Las reducciones más significativas de las emisiones absolutas y relativas pueden lograrse dando prioridad a la mejora de la productividad no sólo por animal, sino también a nivel de la población de animales, optimizando la eficiencia en cada fase de la cadena de producción.
- La revisión de FAO (2023b) estima que, si se aplican colectivamente, estas mejoras tienen el potencial para reducir de manera significativa (un 20%) las emisiones del sector ganadero, sin dejar de satisfacer la demanda adicional de proteínas animales prevista para el año 2050 por el incremento de la población mundial.
- La eficacia de las opciones de intervención depende de factores como el acceso a las tecnologías, la voluntad y posibilidades de los agricultores de aplicarlas, las consideraciones económicas, y las incertidumbres que rodean la eficacia de ciertas medidas de intervención tecnológica. Si estos factores impiden la aplicación de las intervenciones tecnológicas propuestas, el impacto potencial estimado de reducción de las emisiones de GEI podría ser menor de lo esperado.
- No debe aplicarse un enfoque único para reducir las emisiones procedentes de la ganadería, sino contemplar las particularidades de los

diferentes sistemas de producción de cada especie animal y de cada lugar, ya que estos tienen características propias, costos, beneficios, interacciones y compensaciones específicas. Por lo tanto, es necesario priorizar las medidas según estas especificidades. Para la efectividad de estas propuestas debe considerarse la variabilidad y el cambio climático, dado que afectan su impacto relativo.

A nivel regional, se resalta el trabajo de revisión (Procisur 2024) presentado en el Taller de Ganadería Sostenible de Brasilia, por el Grupo de Trabajo de Ganadería Sostenible de Procisur. Sobre la base de 76 trabajos científicos de la región, identificaron cuatro grandes líneas estratégicas de mitigación de las emisiones de metano (CH_4): **a)** manejo animal, **b)** mejora genética, **c)** mejoras del manejo de la dieta, y **d)** uso de aditivos ruminales.

Los efectos de estos tratamientos fueron evaluados en términos de las intensidades de emisión, las emisiones absolutas y la productividad animal. Los resultados son variables según el factor utilizado y/o sus combinaciones. También se presentaron las restricciones de adopción para aquellas tecnologías con los resultados más beneficiosos, acompañadas de los factores que promueven la adopción tecnológica (costos, accesibilidad y facilidad de uso, etcétera).

Asimismo, expusieron alternativas en las que están trabajando los institutos de investigación de los países del Procisur para la mitigación de las emisiones de óxido nitroso (N_2O) provenientes de heces y orina del ganado, que se concentran en el manejo animal, del suelo, del estiércol y de la dieta del ganado. Dentro de las prácticas de mitigación que se proponen, se destacan como limitantes a su adopción la falta de soporte técnico, de accesibilidad a la información o incluso la desinformación, y de incentivos financieros.

Con relación al secuestro de carbono, el análisis se asoció principalmente al cambio de uso y manejo del suelo. Para la aplicación de tecnologías de mitigación aparecen las mismas limitantes que en el caso del N_2O , a las cuales se suma el costo de las tecnologías y su relación costo/beneficio. Se observa asimismo una disponibilidad creciente de información científica y tecnológica para el manejo de la dieta y/o la manipulación de la microflora ruminal para reducir las emisiones de GEI (Fiorentini *et al.* 2014; Garcia *et al.* 2018, 2022; Hulshof *et al.* 2012; Larosa Rigobello *et al.* 2023; Magnani *et al.* 2023; Moraes Malheiros *et al.* 2023; Santander *et al.* 2023; Siniscalchi *et al.* 2022; Vilas Boas Fonseca *et al.* 2023).

En cuanto al mejoramiento genético y las emisiones de GEI en bovinos para carne, se vienen desarrollando experimentos y evaluaciones genéticas en diferentes razas cuyo objetivo principal es generar animales y específicamente reproductores más eficientes (en términos del consumo residual) y que emitan menos GEI, principalmente CH_4 (Baruselli *et al.* 2023; Delveaux Araujo Batalha *et al.* 2020; Pravia *et al.* 2022).

Los sistemas silvopastoriles (Bhattacharyya *et al.* 2021; Montossi 2024a) y la integración de la ganadería con la forestación comercial, orientada esta última por ejemplo a la producción de pulpa de celulosa (Soares de Lima *et al.* 2024), aparecen como importantes opciones para la diversificación de los sistemas productivos ganaderos, y para la generación de ingresos adicionales por producir carne carbono-neutro y/o el acceso a los potenciales beneficios del mercado de créditos de carbono.

En términos de la información disponible en la región, existen mayores publicaciones en revistas arbitradas e indexadas para la estimación de CH₄ entérico que para la de N₂O. Esta realidad coincide con el estudio (metaanálisis) de Francklin de Souza Congio *et al.* (2021) para ALC —que incluye tres países del CAS—; allí los autores identifican 36 estrategias de mitigación de CH₄ centralizadas en tres grandes temáticas: mejoramiento genético, manipulación del rumen y manejo de la dieta de diferentes especies de rumiantes.

Para ambas estimaciones (CH₄ entérico y N₂O), se destaca que existe menor información relativa en determinadas áreas. Entre otras, se detallan las siguientes:

- Sistemas criadores de bovinos (Faverín *et al.* 2019a) tanto puros como en combinación con otras orientaciones productivas (por ejemplo, ciclo completo), y en particular estimaciones de GEI en vacas de cría en diferentes estados fisiológicos que pastorean campo nativo. Se estima que los sistemas de cría emiten aproximadamente entre un 75% y un 90% del total de las emisiones de los sistemas de ganadería bovina para carne (Beauchemin *et al.* 2010), y el resto corresponden a las emisiones provenientes de los procesos de recría y engorde.
- Sistemas pastoriles en general y específicamente aquellos dominados por pasturas nativas. La mayor información disponible es sobre el manejo de la dieta y el rumen en sistemas con alto uso de concentrados (por ejemplo, confinamientos) (Francklin de Souza Congio *et al.* 2021).
- Modelos de simulación que incluyan emisiones de GEI y captura de carbono, y que permitan simultáneamente integrar varios pilares de la ganadería sostenible (huella de agua, biodiversidad, bienestar animal, y otros servicios ecosistémicos) así como sus implicancias socioeconómicas. Un ejemplo es la estimación de huella ambiental en Uruguay (Harrison *et al.* 2021; Tiftonell 2021).
- Métodos prácticos de medición de GEI con mayor aplicabilidad en los sistemas pastoriles de la región, que sean homologados y acordados a nivel internacional; por ejemplo, la mejora de la protocolización y exactitud de las mediciones de N₂O en los sistemas productivos de la región (Leite *et al.* 2021). Para el caso específico del N₂O, se comprueba que el uso de factores de emisión por defecto del Panel Intergubernamental para el Cambio Climático (IPCC) no se adapta a situaciones específicas de producción de la región (Lombardi *et al.* 2022). En general, se observa un menor trabajo de investigación relativo en la región sobre las emisiones

de N_2O , amoníaco (NH_3) y CH_4 procedentes de la cadena de gestión del estiércol en los sistemas de producción ganadera (Beltran *et al.* 2021; Van Der Weerden *et al.* 2023).

Cuando se identifican y priorizan por impacto a nivel internacional las estrategias de intervención en diferentes sistemas productivos —desde los realizados en confinamiento hasta aquellos 100% pastoriles— para reducir las emisiones de CH_4 (FAO 2023a), se destaca que la mayoría de estas están presentes en la agenda de I+D+i de la región CAS, en particular las estrategias provenientes del manejo de emisiones entéricas de los sistemas de producción, y no tanto las del manejo del estiércol y orina.

Con respecto a la investigación en secuestro de carbono en suelos vinculados a los sistemas ganaderos de la región —y considerando que la evaluación de los impactos de diferentes prácticas de intervención requiere largos períodos para observar cambios en el carbono orgánico del suelo y sus componentes—, se señala que:

- Es limitada la información experimental para describir y cuantificar los cambios del carbono orgánico del suelo asociados a diferentes prácticas de gestión agrícola o a usos del suelo (Baldassini *et al.* 2023). En este sentido, se reconocen al menos tres ámbitos críticos que requieren un consenso científico y político de aplicación: **a)** cómo definir las existencias de carbono de referencia, **b)** cómo estimar las existencias actuales de carbono en grandes áreas y en paisajes agrícolas heterogéneos, y **c)** cuál es el umbral razonable/aceptable de reducción de las reservas de carbono.
- Es necesario desarrollar plataformas experimentales de largo plazo sobre pastizales nativos con diferentes grados de degradación y de intervención (por ejemplo, incorporación de pasturas mejoradas, sistemas silvo-pastoriles), que permitan evaluar los cambios en el stock de carbono (y en otras propiedades químicas y físicas) del suelo, incorporando información y modelos matemáticos que tengan en cuenta bases de datos de clima, suelos, vegetaciones, animales, y usos y manejos de la tierra.
- La estimación del secuestro y almacenamiento de carbono orgánico producto de la gestión del pastoreo en sistemas ganaderos (De Figueiredo *et al.* 2017; Sánchez Zubieta *et al.* 2021) es un área de debilidad para la mejora del balance de carbono en estos sistemas, en particular aquellos dominados por pasturas.

La escasa información disponible relacionada con la tasa de secuestro de carbono orgánico y con los factores de emisión para la obtención de balances de carbono a escala predial es una limitante importante para avanzar en la estimación de balance de carbono en la ganadería; más aún cuando se consideran en particular los sistemas más representativos de producción, y en distintas regiones de cada país. Los

LA ESCASA INFORMACIÓN
DISPONIBLE RELACIONADA
CON LA TASA DE SECUESTRO
DE CARBONO ORGÁNICO
Y CON LOS FACTORES
DE EMISIÓN PARA LA
OBTENCIÓN DE BALANCES
DE CARBONO A ESCALA
PREDIAL ES UNA LIMITANTE
IMPORTANTE PARA AVANZAR
EN LA ESTIMACIÓN DE
BALANCE DE CARBONO EN
LA GANADERÍA.

organismos internacionales priorizan y proponen estrategias de secuestro de carbono a nivel de las agendas regionales de desarrollo hacia la descarbonización de ALC. Estas estrategias, mencionadas como “Convertir la tierra en un sumidero de carbono”, proponen cambios que permitan una futura forestación masiva para compensar las emisiones; por ejemplo, aumentar la productividad ganadera, proteger los bosques y cambiar los patrones agrícolas (Kalra *et al.* 2023). Sin embargo, esta propuesta podría tener efectos socioeconómicos negativos en el sector ganadero y su entorno, ya que incluye, entre otras medidas, mantener o disminuir la ganadería en la región.

La captura y el secuestro de carbono que se realizan en los suelos de los sistemas de base pastoril varían, entre otros factores, de acuerdo con el tipo de suelo, la vegetación, y la orientación del sistema productivo; todo lo cual es objeto de continuo debate (Gama-Rodrigues *et al.* 2022; Viglizzo *et al.* 2019, 2023; Villarino *et al.* 2020). Se requiere de estimaciones locales para generar información más consistente y robusta, incluyendo tanto a los hacedores de políticas públicas como a aquellos involucrados en el agronegocio cárnico con estrategias de diferenciación del producto (por ejemplo, la certificación de carne carbono-neutra).

Para la medición de emisiones de CH₄ entérico y N₂O, se destacan a continuación una serie de limitantes y desafíos:

- Se necesita personal capacitado y especializado.
- Los métodos de producción son intensivos en mano de obra y son de alto costo.
- Se requieren capacidades específicas a nivel de laboratorios (por ejemplo, cromatografía de gases) que cubran el análisis de un elevado número de muestras en poco tiempo.
- Los métodos y protocolos utilizados deben ser homologados a nivel internacional.
- Se requieren métodos robustos a nivel de campo que sean de fácil aplicación y bajo costo.

En los países de la región existen capacidades para el uso de las metodologías del análisis del ciclo de vida (ACV), del IPCC, y de la huella de carbono para estimar las emisiones por unidad de producto a nivel de predio, región, sector o país. Estas son herramientas útiles para realizar análisis comparativos de diferentes grados de intervención en los sistemas productivos, así como para estimar su impacto en las emisiones, dado que identifican líneas de base, áreas de mayor beneficio, estrategias de mitigación con mayor probabilidad de éxito, y las necesidades futuras de investigación.

La huella de carbono de los productos animales se ha convertido en una metodología ampliamente utilizada como indicador de calentamiento global (Faverín *et al.* 2019b). Sin embargo, no considera la captura y almacenamiento del carbono en el suelo ni en los vegetales (por ejemplo, se desestiman los

beneficios ambientales de los sistemas silvopastoriles o de la recuperación de suelos degradados por diferente tipo de especies introducidas).

Faverín *et al.* (2019b) analizan las ventajas y desventajas de estas metodologías. En otros trabajos experimentales sobre la temática (Arrieta *et al.* 2020; Bilotto *et al.* 2019; Bongiovanni y Tuninetti 2023; Celis Hidalgo 2013; Cerri *et al.* 2016; Florindo *et al.* 2017, 2018; Oliveira *et al.* 2020; Ruviaro *et al.* 2015; Toro-Mujica 2021), los límites de los cálculos son difusos para que los resultados puedan ser comparables entre sí, particularmente en un contexto en el que se deben incorporar los efectos asociados a la variabilidad climática generados a mediano-largo plazo sobre los sistemas ganaderos (como la alternancia de sequías y abundantes lluvias) y su entorno. Estas estimaciones de la huella de carbono no están exentas de polémicas entre científicos respecto de su aplicabilidad en sistemas ganaderos con diferentes niveles de intensificación y de cuánto contribuyen a las emisiones netas. Esto resalta la necesidad de incorporar el concepto de balance de carbono para estos sistemas (Viglizzo 2023).

La medición del balance de carbono de la ganadería extensiva de base pastoril, predominante en los países del CAS, implica estimar anualmente no sólo las emisiones, sino también la captura y almacenamiento de carbono en el sistema analizado. De cualquier manera, la capacidad de secuestro de carbono de las pasturas de la región está en plena discusión y evolución, con diferentes miradas desde la ciencia (Villarino *et al.* 2020).

Es importante también incorporar, desde el punto de vista de la mitigación del cambio climático en el sector agrícola y ganadero, el efecto de diferentes tecnologías sobre la intensidad de emisiones, ya sea por kilogramo –por ejemplo, kilogramos de dióxido de carbono equivalente (CO₂eq) por kilogramo de peso vivo– o por unidad de superficie –kilogramo de CO₂eq por hectárea–. Existen importantes diferencias y asimetrías entre países del CAS en cuanto a las posibilidades de medición y de uso de estas técnicas, así como en la producción científica y tecnológica, lo que se asocia a las capacidades de los recursos humanos especializados y a las necesidades presupuestarias.

La mirada holística e integral de la sostenibilidad ganadera, que implica incorporar otros conceptos tales como intensificación sostenible y principios ecológicos, está afectada por la accesibilidad a la información y la adopción tecnológica (Hara *et al.* 2022). Esto está directamente asociado a factores socioeconómicos, relacionados con la estructura y orientación empresarial (por ejemplo, en cuanto a la contratación de mano de obra, la diversidad de ingresos y el acceso a la información) de los predios y su conectividad con el agronegocio ganadero.

Los factores socioculturales y socioeconómicos de la producción ganadera familiar cumplen un rol clave en la adopción significativa de las propuestas

tecnológicas generadas por los organismos de I+D+i de los países del CAS, lo cual requiere de un mayor estudio, tanto por sus implicancias en el diseño e implementación de las políticas públicas específicas como por su efecto en el desarrollo de un agronegocio sostenible exitoso.

2.2. Balance hídrico

Marco conceptual

El balance hídrico evalúa la cantidad total de agua utilizada directa e indirectamente en todo el proceso de producción de carne, desde la cría y alimentación del ganado hasta el procesamiento del producto final. Esto incluye no sólo el agua consumida por los animales para beber y para el crecimiento de los cultivos/forrajes utilizados en su alimentación, sino también la utilizada en el riego de pasturas y cultivos, así como en el procesamiento y refrigeración de la carne. Disponer del balance hídrico es importante para comprender y gestionar el uso eficiente de los recursos hídricos en la ganadería de carne, y para promover prácticas más sostenibles en la producción de alimentos.

Sin embargo, la estimación del balance hídrico en la ganadería bovina genera desencuentros debido a distintos factores: **a)** controversias sobre metodologías de cálculo, **b)** diversos intereses económicos, **c)** implicancias directas en la resolución de controversias en el contexto regional y en las condiciones locales, y **d)** el manejo de la conciliación entre la producción ganadera y los herbívoros salvajes (Pozo *et al.* 2021).

Desafíos de la región en ciencia y tecnología

Los conceptos de agua virtual y de huella hídrica —introducidos en los años 1998 y 2002 respectivamente— parecen responder a un cambio de paradigma en la “gestión integrada de los recursos hídricos” y en las políticas hídricas, agropecuarias y comerciales en todo el mundo (Vázquez y Buenfil 2012). Esto afecta directamente a los países del CAS y en particular a nivel de los componentes agrícolas y ganaderos.

Una extensa revisión de bibliografía en ALC identificó un total de 40 estudios de investigación sobre la huella hídrica. La mayoría de ellos (28) se basan en el marco promovido por la Water Footprint Network (WFN) (Hoekstra *et al.* 2011). Los primeros estudios desarrollados específicamente para ALC son del año 2011. Los conceptos del análisis del ciclo de vida comenzaron a aplicarse a partir de 2013 para la evaluación del impacto ambiental relacionado con la escasez de agua. Esto indica que la aplicación de esta metodología en ALC es relativamente reciente y existen oportunidades interesantes para ampliar los estudios en la región (Martínez-Arce *et al.* 2018). Existen cálculos del balance hídrico con perspectiva de ciclo de vida en ALC, que se han concentrado en cultivos y lechería (Martínez-Arce *et al.* 2018). De hecho, en este trabajo de revisión se encontraron sólo tres estudios en ganadería para carne, correspondientes a Argentina, Brasil y Uruguay. Sin

embargo, existe un creciente interés en incorporar la estimación de balance hídrico en la ganadería como herramienta estratégica de gestión eficiente de estos recursos (Gerbens-Leenes *et al.* 2013).

En general, respecto de la recopilación de datos y de calidad para los estudios de balance hídrico en la ganadería, se observa:

- Que es escasa la disponibilidad de datos locales representativos a nivel de ALC (Gómez e Inthamoussu 2019; Khan *et al.* 2020; Lathuillière *et al.* 2018, 2019; Mekonnen y Hoekstra 2010; Mekonnen *et al.* 2015; Ran 2012; Salazar y Martínez-Lagos 2013). Por otro lado, Mekonnen y Hoekstra (2010) y Gerbens-Leenes *et al.* (2013) admiten que existen dudas sobre los supuestos (y el tipo de coeficientes aplicado) que se hicieron en el enfoque para los diferentes países de la región, dado que se usan coeficientes de otros países con sistemas productivos muy distintos a los del CAS.
- Que los contaminantes principales de agua requieren de un mayor estudio en la región, en particular los no volátiles (como fósforo) y pesticidas, así como los productos veterinarios usados en la producción animal.
- Que son insuficientes los mecanismos disponibles de medición y seguimiento del ciclo del agua.
- Que es preciso incluir el tipo de suelo y sus propiedades físicas y químicas en los cálculos específicos de balance hídrico.
- Que en algunos países se presentan problemas de definición del área que comprenden las cuencas hidrográficas de estudio.
- Que en los estudios de cuencas no se incluye información sobre los criterios del caudal ecológico.
- Que existen problemas de acceso a la información para la conformación de inventarios por cuencas y regiones. Muchas veces esto está asociado a la confidencialidad de la información, en particular la proveniente del sector privado.

Los trabajos de investigación interrelacionados y simultáneos de balance de carbono y agua en ganadería, con biodiversidad en sistemas pastoriles y bienestar animal, son muy escasos a nivel global (Ibidhi y Salem 2020), y casi inexistentes en la región.

Aunque muchos investigadores han propuesto cómo utilizar el concepto de balance hídrico en la formulación de políticas agropecuarias, el uso actual de la información es muy limitado para su diseño y formulación. Este es un campo de la ciencia y tecnología relativamente joven y en rápida evolución, pero en deuda con las necesidades del sector público y del privado.

Se destacan las diferencias encontradas en los resultados de la investigación sobre un mismo aspecto vinculado al balance hídrico, tanto entre países, zonas y sistemas de producción diferentes, lo que dificulta aún más la tarea de los responsables políticos a la hora de establecer un marco de referencia para la toma de decisiones (Maré *et al.* 2020).

En esta temática, aun quedan preguntas conceptuales y metodológicas por responder. En ese sentido, se sugiere desarrollar plataformas de investigación de largo plazo con escala de cuenca para realizar estos estudios de balance hídrico, y específicamente para la ganadería.

2.3. Biodiversidad

Marco conceptual

La biodiversidad refiere a la variedad de vida animal y vegetal presente en los ecosistemas donde se lleva a cabo la producción ganadera de carne. Esto incluye la diversidad de especies de animales y plantas, así como la variedad de genes y hábitats presentes en el entorno. En el contexto de la ganadería para carne, la biodiversidad puede verse afectada por la deforestación, la conversión de tierras naturales en pasturas o monocultivos para alimentar al ganado, el uso de pesticidas y herbicidas, la carga animal, el sistema de pastoreo, la degradación del suelo, la contaminación del agua y la pérdida de hábitats naturales, entre otras prácticas.

Mantener y promover la biodiversidad en los sistemas ganaderos para carne es importante para la salud y el equilibrio de los ecosistemas, así como para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de la producción ganadera y su entorno. Alrededor del 25% de la superficie terrestre del planeta se dedica actualmente a la ganadería mediante el pastoreo de forrajes y un 5% mediante cultivos forrajeros. Por lo tanto, alrededor del 30% de los hábitats terrestres están directamente modificados por la producción ganadera de diversas formas (Teillard *et al.* 2016).

Los seis países del CAS cumplen un rol estratégico en la biodiversidad de ALC y el mundo. En este sentido, los países de ALC cubren sólo el 15% de la superficie del planeta, pero albergan más del 50% de la biodiversidad mundial (Comisión Europea 2021). Esta región posee, en términos mundiales, la mitad de los bosques tropicales, algunas de las áreas de pastizales templados más importantes y el 30% de las reservas de agua dulce, así como vastas extensiones de tierra cultivable. Disponer de información objetiva y robusta de biodiversidad para la producción ganadera de carne es crucial porque permite evaluar el impacto de esta actividad en la diversidad biológica de los ecosistemas (Cravino *et al.* 2024; Dorrough *et al.* 2004, 2007).

DISPONER DE INFORMACIÓN
OBJETIVA Y ROBUSTA DE
BIODIVERSIDAD PARA LA
PRODUCCIÓN GANADERA
DE CARNE ES CRUCIAL
PORQUE PERMITE
EVALUAR EL IMPACTO
DE ESTA ACTIVIDAD EN
LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA
DE LOS ECOSISTEMAS.

A través de la iniciativa *Larger than Jaguars*, la Comisión Europea (2021) aborda la necesidad de generar información relevante con propuestas concretas para avanzar en una estrategia de acción integrada para ALC en seis áreas de biodiversidad, entre ellas, algunas vinculadas específicamente a

la ganadería y/o temáticas transversales que la involucran. Aquí se señalan y recomiendan acciones para el sector público y el privado. Este enfoque liderado por la Unión Europea pretende que se alineen estas propuestas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y con la sostenibilidad medioambiental global promovida por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Esta visión y, en particular, el diseño e implementación de muchas de sus propuestas tienen impactos socioeconómicos directos en el sector ganadero, que merecen una mirada más integral de la sostenibilidad. Esta, además, debe analizar el proceso de transformación que lleva implícito el sector, lo cual requiere de importantes volúmenes de recursos adicionales y de la evaluación de las externalidades generadas, que deben ser asumidas por todas las partes. Por ello, se postula que estas son áreas de mejora que debe incorporar la propuesta Larger than Jaguars para adaptarse a la ganadería del CAS.

Desafíos de la región en ciencia y tecnología

Los efectos sobre la biodiversidad rara vez se incorporan en los análisis productivos y ambientales en forma conjunta en los sistemas de producción ganadera, y en particular son muy escasos los estudios de la investigación en esta temática en los países del CAS. Se necesitan indicadores cuantitativos y métodos para evaluar la biodiversidad junto con otros criterios medioambientales. Hay algunos avances en la región vinculados con la biodiversidad en sistemas ganaderos pastoriles, entre los que se cuentan los siguientes:

- El efecto de la producción ganadera sobre especies de aves autóctonas representa una oportunidad única para conciliar este sistema productivo con la conservación de la biodiversidad. Un estudio reciente de metaanálisis de nivel global (Barzan *et al.* 2021) señala que el pastoreo de la ganadería tiene un efecto perjudicial tanto en la abundancia como en la riqueza de especies de aves, pero destaca que la gestión de la intensidad del pastoreo y el tipo de ganado podría ayudar a reducir el efecto negativo señalado, ya que una intensidad de pastoreo moderada y con pastoreo mixto (de ovinos y bovinos) parece tener un impacto menor o nulo en la abundancia y riqueza de aves. De cualquier manera, se reconoce que esta área es una de las que está recibiendo mayor atención por parte de la investigación en los sistemas pastoriles de la región (por ejemplo en los trabajos de Aldabe *et al.* 2024a, 2024b; Baggio *et al.* 2021; Barzan *et al.* 2023; Blumetto 2022; Da Silva *et al.* 2015; Dardanelli *et al.* 2022; Días *et al.* 2017; Marinero Fuentes y Grau 2015; Simioni *et al.* 2022; Suertegaray Fontana *et al.* 2016).
- Las especies exóticas invasoras constituyen una de las amenazas más importantes para la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas pastoriles. Su aparición y grado de avance dependen de factores como el tipo de especie y su ecología, la carga animal, la gestión del pastoreo, la especie animal, el tipo de comunidades vegetales, el manejo del fuego, el control químico, la ubicación

**LAS ESPECIES EXÓTICAS
INVASORAS CONSTITUYEN
UNA DE LAS AMENAZAS
MÁS IMPORTANTES PARA
LA CONSERVACIÓN DE LA
BIODIVERSIDAD DE LOS
ECOSISTEMAS PASTORILES.**

geográfica y ecológica, la metodología de evaluación y el cambio climático (De Santiago *et al.* 2019).

- En cuanto a la fauna silvestre (número de individuos y su diversidad), el impacto de la ganadería puede variar de adverso a favorable (Cravino *et al.* 2024; Pompozzi *et al.* 2022). Estos efectos pueden manifestarse directamente a través de interacciones competitivas, o indirectamente a través de alteraciones en la vegetación por sustitución (por ejemplo, la deforestación o la incorporación de especies forrajeras cultivadas), por el manejo de diferentes prácticas animales (particularmente por su densidad), por la alteración de regiones agroecológicas, o por el cambio climático. Todos estos factores requieren de una mayor atención de parte de la investigación local y/o regional. El alcance y la intensidad de su impacto debe tener un mayor énfasis en la investigación regional de los sistemas pastoriles dominados por especies nativas.
- Los conocimientos actuales sugieren que es más probable lograr la compatibilidad productiva y ambiental utilizando sistemas de bajos insumos en paisajes de baja productividad (frágiles), mientras que en aquellos altamente productivos hay menos oportunidades de integrar el uso de la tierra y la conservación de la biodiversidad. Existe un interés creciente por el desarrollo de estrategias de gestión del pastoreo que logren la sostenibilidad medioambiental y mantengan o mejoren la capacidad de producción a largo plazo de los sistemas de pastoreo comerciales. Dado que los efectos de estas estrategias se expresan en muchas variables después de años de intervención, en particular en las respuestas ambientales y la biodiversidad, es necesaria una evaluación de largo plazo, sistémica, y que permita establecer relaciones de causa-efecto sobre aspectos productivos y de biodiversidad con diferentes grados de intervención.

La Alianza sobre la Evaluación Ambiental y el Desempeño Ecológico de la Ganadería (LEAP, por su sigla en inglés) elaboró una guía de biodiversidad con directrices para caracterizar el estado de los ecosistemas en pastoreo y de algunos componentes específicos de su biodiversidad, y para evaluar la interacción del sistema de producción con el medio ambiente y planificar su gestión (FAO 2019). Algunos de los indicadores recomendados por la guía LEAP, especialmente los que incluyen los grupos de fauna y flora, resultan difíciles de aplicar en sistemas reales de producción: son muy costosos de estimar —en términos de tiempo y dinero— y difíciles de medir, y requieren del apoyo de numerosos especialistas.

También tienen sus limitantes la metodología del análisis del ciclo de vida y el esquema Presión-Estado-Respuesta (PER). La primera es muy adecuada para considerar cadenas de valor complejas que abarcan ubicaciones distribuidas geográficamente, que son comunes en la mayoría de los sectores ganaderos a escala tanto regional como mundial. En la actualidad, no es adecuada para evaluar los efectos locales sobre la biodiversidad, ya que los datos globales carecen de una resolución específica para cada lugar. Aunque el uso de la tierra puede ser un buen *proxy* en esta metodología para

cuantificar los impactos sobre la biodiversidad a escala mundial o de la cadena de valor, es menos informativo para los gestores locales, que deben considerar no sólo la pérdida absoluta de especies, sino también el impacto sobre otros factores ecológicos (como la calidad del hábitat, la conectividad del paisaje, la prevalencia de especies invasoras a la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas). El enfoque PER, en cambio, es más adecuado para evaluaciones locales.

Incluir la biodiversidad en las evaluaciones ambientales es todo un reto, por lo cual establecer protocolos y métodos de medición de la biodiversidad es esencial para supervisar y mantener sistemas ganaderos sostenibles. Aplicar la evaluación de la biodiversidad a nivel local permite tomar decisiones prácticas para la mejora de los procesos y también mostrar a los consumidores la contribución de los sistemas ganaderos en la conservación de la biodiversidad y el ambiente. Se vienen realizando estudios en la región CAS que incorporan estas metodologías (Borges-Almeida *et al.* 2018; Dick *et al.* 2022; FAO 2019).

INCLUIR LA BIODIVERSIDAD EN LAS EVALUACIONES AMBIENTALES ES TODO UN RETO, POR LO CUAL ESTABLECER PROTOCOLOS Y MÉTODOS DE MEDICIÓN DE LA BIODIVERSIDAD ES ESENCIAL PARA SUPERVISAR Y MANTENER SISTEMAS GANADEROS SOSTENIBLES.

Además, existen propuestas en los países del CAS para evaluar la biodiversidad en sistemas ganaderos. Tal es el caso del Índice de Integridad Ecosistémica (IIE) desarrollado por el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria de Uruguay (INIA) (Blumetto *et al.* 2019). El uso de este tipo de indicadores, que sintetizan mucha información y dan una idea del estado y funcionamiento potencial de los ecosistemas, puede ser una buena estrategia para mantener un seguimiento frecuente y además reducir los costos de medición; como contrapartida es necesario disponer de personas idóneas y capacitadas en las diferentes metodologías que se emplean.

Por otra parte, son muy escasos los trabajos de investigación interrelacionados y simultáneos entre biodiversidad y su combinación con los recursos naturales (como las pasturas naturales) en la ganadería, con el balance hídrico, el bienestar animal y otros servicios ecosistémicos, y sus impactos socioeconómicos (Jaurena *et al.* 2021; Painter *et al.* 2020; Viana *et al.* 2020). Existe un amplio espacio de mejora en la región.

2.4. Bienestar animal

Marco conceptual

El bienestar animal en ganado para carne se refiere al estado físico y emocional de los animales criados con el propósito de producción. Incluye aspectos como la alimentación en calidad y cantidad suficiente (agua y comida), una salud adecuada, la ausencia de estrés y dolor (por prácticas rutinarias realizadas de forma inadecuada) y de lesiones o enfermedades evitables, condiciones del alojamiento que permitan su comodidad y comportamiento natural, así como el manejo adecuado y sin violencia.

Garantizar el bienestar animal en la ganadería para carne implica proporcionar condiciones de vida y de manejo que respeten las necesidades fisiológicas y comportamentales de los animales, así como implementar prácticas que minimicen el estrés y el sufrimiento durante todas las etapas de producción. El bienestar animal es un tópico fundamental de la sostenibilidad ganadera, dados el papel crucial que desempeña en la producción y el consumo de carne, y su importancia para la sociedad y los consumidores en la vida moderna (Del Campo 2024a; Font-i-Furnols y Guerrero 2022).

EL BIENESTAR ANIMAL
ES UN TÓPICO
FUNDAMENTAL DE LA
SOSTENIBILIDAD GANADERA,
DADO EL PAPEL CRUCIAL
QUE DESEMPEÑA
EN LA PRODUCCIÓN
Y EL CONSUMO DE CARNE,
Y SU IMPORTANCIA
PARA LA SOCIEDAD
Y LOS CONSUMIDORES
EN LA VIDA MODERNA.

Desafíos de la región en ciencia y tecnología

Desde el punto de vista del consumidor, a nivel global los sistemas de producción ganaderos están cada vez más influenciados por la dimensión ética. Existe abundante información científica que confirma el aumento de la preocupación por el bienestar animal entre los consumidores, particularmente en los países más desarrollados, aunque esta tendencia también crece en mercados de países en desarrollo (como China y varios países de ALC). Sin embargo, al ser el mercado local de cada país el más importante en volumen a nivel regional, los estudios de consumidores locales son de creciente importancia para los países del CAS. En este sentido, se observa que el bienestar animal es uno de los factores fundamentales para la elección de una dieta sin carne en Argentina (Soteras *et al.* 2021), Brasil (Hotzel y Vandresen 2022; IBOPE 2018) y Uruguay (Realini *et al.* 2022).

Estévez-Moreno *et al.* (2022) realizaron un estudio sobre actitudes y percepciones de los consumidores con relación al bienestar de los animales en la producción ganadera en Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. De allí surge que los consumidores expresaron preocupaciones sobre esta temática y sus implicancias en la necesidad de incluir nuevas regulaciones en la producción.

Existe un debate abierto sobre la intensificación sostenible de los sistemas de producción animal, en particular considerando la percepción del consumidor. Los consumidores informados sobre bienestar animal tienen una imagen favorable de los sistemas ganaderos extensivos y los asocian con atributos positivos sobre la carne (Le Neindre *et al.* 1996, 2009; Rossner *et al.* 2010). La extrapolación de información científica y las metodologías desarrolladas en sistemas intensivos a condiciones extensivas lleva a equivocaciones en el diagnóstico (Del Campo 2012) y, por ende, en las acciones de mitigación. Por tal motivo, debe generarse información científica y tecnológica en el contexto en el que se aplicarán estas acciones (Del Campo 2024a). Este aspecto es particularmente relevante en una dimensión multifactorial del bienestar animal, en una región tan extensa y diversa como la integrada por los países del CAS. Por lo tanto, los sistemas de evaluación del bienestar animal deben considerar el contexto productivo y de la cadena

de valor involucrada, para comprender y contemplar integralmente las necesidades físicas y emocionales de los animales, utilizando indicadores adecuados (válidos, fiables y viables).

Los animales destinados a la producción de carne suelen estar expuestos a muchas condiciones estresantes durante el proceso productivo y, en particular, durante las etapas previas al sacrificio. Entre las prácticas más cuestionadas o de mayor sensibilidad se destacan la castración, el descorne, el descole, la marca a fuego, el tatuaje, la administración de inyectables, la identificación, el mal uso de perros, el manejo violento del ganado en instalaciones, la carencia de sombra o abrigo, y la falta de disponibilidad de alimento y agua para beber (Del Campo 2024a).

La investigación regional ha avanzado en la selección de indicadores para cuantificar el bienestar animal, y en la generación de herramientas y tecnologías para mitigar el estrés y el sufrimiento a nivel de los sistemas de producción (Del Campo *et al.* 2024b). También se ha establecido el impacto que el bienestar animal y diferentes prácticas asociadas presentan sobre la salud animal, la productividad y la calidad del producto (Del Campo *et al.* 2014, 2024b). La región cuenta con un paquete tecnológico para promover el bienestar animal, pero es necesario un arduo trabajo de extensión y de toma de conciencia por parte de los propios productores acerca de la relevancia del tema y de la implementación de buenas prácticas de manejo del ganado.

Entre los temas más relevantes de bienestar animal de bovinos para carne en los cuales se debe continuar trabajando, se destacan:

- El manejo animal y su influencia sobre el bienestar, la productividad y la calidad del producto.
- El bienestar animal en diferentes sistemas de pastoreo y en sistemas confinados de terminación.
- Alternativas para prácticas rutinarias estresantes o dolorosas.
- El efecto de la provisión integrada y complementaria de sombra, abrigo y agua.
- El impacto en el estrés y la salud animal del cambio climático (resiliencia y robustez).
- El efecto de la interacción con otros servicios ecosistémicos en los sistemas pastoriles.

El manejo de los animales en el predio, las características del transporte, la carga y descarga de animales en los vehículos, el transporte al frigorífico o lugar de venta, el ayuno, la espera y el aturdimiento en la planta frigorífica afectan el bienestar y/o la calidad del producto. Este tema ha recibido una importante atención por parte de la investigación en algunos de los países miembros del CAS (Bravo *et al.* 2019; Clariget *et al.* 2021; Costa *et al.* 2021; Gallo y Huertas 2016; Sánchez-Pérez *et al.* 2022). La infraestructura de manejo de ganado en los predios, la larga distancia del transporte en algunos

países, las altas densidades de carga, los tiempos de ayuno y el aturdimiento previos al sacrificio son temas fundamentales al momento de la mejora del bienestar animal (Bravo *et al.* 2019; De Oliveira *et al.* 2024; Del Campo *et al.* 2021a, 2021b, 2021c; Gallo y Huertas 2016; Losada-Espinosa *et al.* 2018; Sánchez-Hidalgo *et al.* 2019; Sánchez-Pérez *et al.* 2022).

El entrenamiento y capacitación de los recursos humanos es clave en la aplicación de buenas prácticas ganaderas (Del Campo *et al.* 2024a, 2024b, 2024c; Costa *et al.* 2021; Paranhos da Costa *et al.* 2012). En diversos países, esta información está sirviendo para el diseño e implementación de procesos de sensibilización y capacitación de los diferentes agentes de la cadena cárnica, así como para dar insumos en la generación de políticas públicas y apoyar las legislaciones vigentes relacionadas con la carga, descarga, transporte, condiciones previas a la faena y aturdimiento animal.

Respecto de las etapas prefaena y los problemas de calidad, un desafío para la investigación local es identificar las etapas en las que mayoritariamente se infringen los golpes o contusiones que provocan los hematomas. Los hematomas son muy buenos indicadores de bienestar animal, pero además implican pérdidas para el propio productor, ya que el tejido afectado debe removerse, y para la industria, ya que dependiendo de su localización y gravedad dicha remoción puede afectar el calibre del corte de carne y, por lo tanto, cambiar el destino de mercado (Del Campo *et al.* 2010, 2021a, 2021b, 2021c; Costa *et al.* 2019; Paranhos da Costa *et al.* 2012; De Oliveira *et al.* 2024; Gallo 2007; Gallo y Huertas 2016; Gallo y Tadich 2008; Sánchez-Hidalgo *et al.* 2019; Sánchez-Pérez *et al.* 2022). Esta información es clave para adecuarse también a la legislación internacional, en particular de los países que son importantes exportadores de carne, como es el caso de cuatro de los seis que integran el CAS (Da Costa *et al.* 2012; De Oliveira *et al.* 2024; Del Campo *et al.* 2010; Sánchez-Pérez *et al.* 2022).

Sobre la base de experiencias en Estados Unidos y Canadá, desde 2002 Uruguay ha realizado cuatro Auditorías de Calidad de la Carne de Bovina (Brito *et al.* 2017; Brito y Lagomarsino 2011; Del Campo *et al.* 2024c), en las que se analizó la vinculación directa de las pérdidas de calidad y económicas con el bienestar animal. Se destaca que casi la totalidad de las pérdidas económicas (95%) estuvo asociada al manejo y el bienestar de los animales, tanto a nivel de los establecimientos de los productores como en los momentos prefaena (hematomas, pH de corte oscuro, abscesos por inyectables, decomisos de hígado). Es fundamental darle a este tema la relevancia que amerita y continuar trabajando en la generación de conocimiento y en la capacitación de los diferentes actores de la cadena cárnica.

Gallo *et al.* (2022), en un trabajo de revisión titulado *Bienestar animal en América Latina: Tendencias y características de publicaciones científicas* (traducción propia), realizado entre los años 1992 y 2021 en 19 países de ALC, encontraron 663 artículos originarios de Brasil (43%), México (25%), Chile

(12%), Uruguay (10%), Colombia (4%) y Argentina (2%). El 41% de estas publicaciones se relacionan con ganado vacuno, y el 76% abordan la fase de producción primaria. Los autores destacan que, en comparación con Europa y Norteamérica, la industria cárnica en ALC enfrenta nuevos desafíos derivados de la necesidad de avanzar hacia sistemas de producción más sostenibles bajo la consigna “Un bienestar y una salud”.

Cabe señalar que existen importantes diferencias y asimetrías en el desarrollo del bienestar animal entre los países del CAS en cuanto a las posibilidades de uso de herramientas y técnicas para su determinación a nivel científico, disponibilidad de laboratorios, infraestructura y equipamiento experimental, fortaleza institucional, así como en la producción científica y tecnológica. A esto se suman las posibilidades de capacitar a recursos humanos especializados y las asignaciones presupuestarias necesarias.

2.5. Comentarios finales

La demanda de proteínas animales va en aumento y se espera que se duplique de aquí a 2050, lo que se traduce en una presión creciente sobre los sistemas de producción animal. Los nuevos hábitos de consumo y el aumento de las preocupaciones éticas y medioambientales urgen sistemas de producción de alimentos más sostenibles que salvaguarden la resiliencia de los ecosistemas, el bienestar de los animales y los medios de vida de las poblaciones de todo el mundo (OMSA 2021).

Los análisis de mercado y consumidores de la carne a nivel global muestran la creciente preocupación de la sociedad por los temas ligados al balance de carbono (asociado al calentamiento global), balance hídrico (asociado al uso eficiente y la disponibilidad de agua dulce inocua y saludable para humanos y animales), biodiversidad (mantenimiento y mejora de la diversidad y salud de los recursos naturales) y bienestar animal (asociado al dolor y sufrimiento de los animales) de los sistemas alimentarios, y en particular de los productores de proteínas de origen animal.

Sería importante que los países del CAS consideraran estas expectativas sociales y su evolución, así como los cambios de paradigmas, en la búsqueda de acompañar estas tendencias de los mercados y los consumidores a nivel global, de manera de mantener o mejorar su competitividad y adelantarse a los cambios disruptivos en la nueva escena local e internacional.

En este contexto, teniendo en cuenta la información presentada en este análisis y el rezago documentado en ciencia y tecnología en balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal de los sistemas ganaderos, las iniciativas de las organizaciones de I+D+i de la región deberían adelantarse a estas tendencias globales y priorizar en sus agendas actuales, y en particular en las futuras, los cuatro tópicos estratégicos seleccionados.



03

BRECHAS Y DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS EN SISTEMAS GANADEROS

Elaborado por Fabio Montossi.
Revisado y comentado por Diego Gauna y Gonzalo Muñoz.

Brechas y demandas científico-tecnológicas en sistemas ganaderos

En el marco del desarrollo de la Plataforma de Ganadería Bovina Sostenible de las Américas se sistematizó la evidencia científico-tecnológica existente sobre los balances de carbono y agua, biodiversidad, bienestar animal, y servicios ecosistémicos en general en la ganadería bovina para carne a nivel de los países del CAS, y se la comparó con la evidencia científica de países líderes en estas temáticas a nivel global (Montossi, 2024a, 2024b). En este proceso fue fundamental la participación de investigadores y actores claves del sector público y del privado, quienes respondieron un cuestionario estructurado para:

- Identificar y priorizar brechas de conocimiento científico-tecnológico para los tópicos asociados al balance de carbono e hídrico, la biodiversidad y el bienestar animal en la ganadería sostenible de los países del CAS.
- Priorizar demandas de conocimiento y tecnologías para fomentar una ganadería bovina sostenible en la región del CAS a nivel de los cuatro tópicos seleccionados y priorizados.

3.1. Metodología

Dentro de los temas estratégicos de balance de carbono e hídrico, biodiversidad y bienestar animal en sistemas ganaderos, se les presentó a los participantes de la consulta realizada un cuadro de priorización (junto con la metodología para utilizar) de brechas y demandas de ciencia y tecnología, según una lista de temáticas claves dentro de cada tópico. Estas temáticas fueron seleccionadas producto de una revisión de literatura previa de estos tópicos, y de temas estratégicos que definen problemas (limitantes) u oportunidades de mejora.

La consulta virtual fue enviada a más de 200 representantes del sector público y del privado, y a académicos e investigadores de los seis países del CAS que tienen relación con los procesos de I+D+i en ganadería sostenible, e incidencia directa e indirecta en la definición de la agenda de I+D+i de sus países a nivel regional, y en algunos casos incluso con influencia global.

En una primera instancia, se les solicitó a los participantes que priorizaran las temáticas sobre brechas de ciencia y tecnología utilizando una escala numérica del 1 al 5 (de prioridad baja a muy alta). Luego se agregó un área temática denominada “otros” para que los participantes puedan incluirla de acuerdo con sus conocimientos e interés. En una segunda instancia, se les solicitó la evaluación y priorización de las demandas insatisfechas de ciencia y tecnología para cada una de las temáticas postuladas en cada tópico.

Para una correcta interpretación de la encuesta, se les entregó a los participantes las siguientes definiciones conceptuales:

- Brechas científico-tecnológicas: refieren a las diferencias o carencias existentes entre el conocimiento científico y las capacidades actuales en ciencia y tecnología, así como el conocimiento y las capacidades necesarias para alcanzar el objetivo de una ganadería sostenible en los países miembros del CAS. Estas brechas pueden manifestarse a nivel individual, organizacional, sectorial o del país, y abarcan tanto el conocimiento científico como la aplicación práctica de la ciencia y la tecnología para generar innovación en ganadería sostenible.
- Demandas científico-tecnológicas: refieren a las necesidades y expectativas que estos sectores tienen respecto del desarrollo, el acceso y la aplicación del conocimiento científico y las innovaciones tecnológicas para alcanzar el objetivo de una ganadería sostenible en los países miembros del CAS. Estas demandas varían en función de los objetivos específicos de cada sector, pero se centran en el diseño y la implementación de políticas públicas, así como en la mejora de la eficiencia y la competitividad del sector privado en el desarrollo de la ganadería sostenible.

3.2. Resultados y discusión

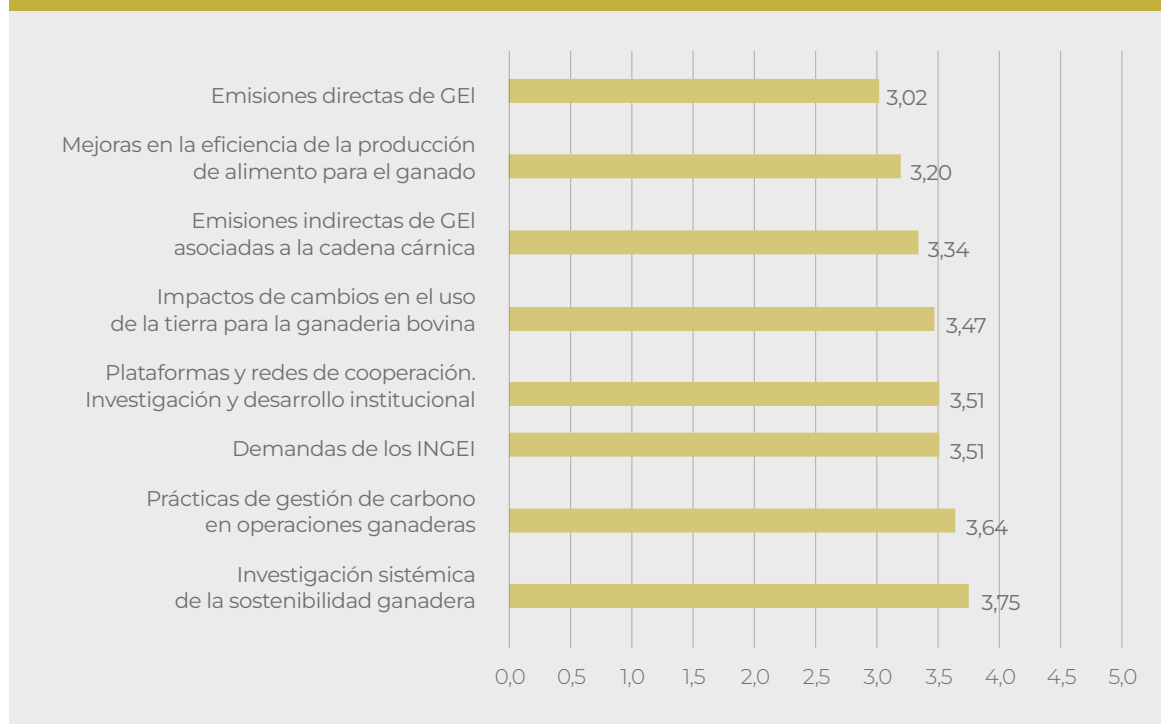
La información que se presenta a continuación representa la opinión de 101 participantes que completaron la encuesta enviada (la cual puede consultarse en el anexo de este documento). Además de su nombre completo y lugar de trabajo, se les solicitó que completaran un formulario con información de género, país de residencia y naturaleza jurídica de la institución a la cual pertenecen. La cantidad de respuestas completas fue dispar según el tema estratégico considerado: hubo 90 en balance de carbono, 60 en balance hídrico, 56 en biodiversidad y 48 en bienestar animal. No existieron diferencias entre la tasa de respuestas entre brechas y demandas para ninguno de los tópicos.

Desde el punto de vista del género de los consultados, la distribución fue del 60% masculino y 40% femenino. En cuanto al número de respuestas por países, Argentina presentó la mayor contribución (33%), seguida por Brasil (19%), Uruguay (18%), Paraguay (16%), Chile (12%), y Bolivia (2%). Con relación a las organizaciones a las cuales pertenecen los participantes, dominaron las del sector público (50%), seguidas de las público-privadas (22%) y de las privadas (13%), con una participación menor de ONG (8%) y otros (6%, principalmente organizaciones internacionales como BID e IICA).

3.2.1. Balance de carbono

En las **figuras 3 y 4** se presenta la información de la encuesta sobre la priorización de brechas y demandas científico-tecnológicas en balance de carbono. Los resultados son el promedio simple de todas las respuestas; a mayor número, mayor brecha percibida.

FIGURA 3. BALANCE DE CARBONO: BRECHAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5 que indican el tamaño de la brecha)



Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta realizada.

El diagnóstico detectado mediante la encuesta se alinea con los hallazgos de la **sección 2** de este documento, en particular con la necesidad de generar información de I+D+i sobre la base de entradas y salidas del carbono en los sistemas pastoriles de bovinos para carne, que son los que predominan en la región. Esta información, que incluye la necesidad de datos de actividad, es clave para avanzar en el fortalecimiento de los INGEI de los países del CAS y así cumplir con las demandas, desafíos y acuerdos a nivel internacional (Montossi 2024a). Se reafirma la necesidad de integrar el balance de carbono con otros tópicos (biodiversidad, agua, bienestar animal), e incorporar la temática del cambio y uso del suelo con una visión holística y sistémica, con particular foco en los predios ganaderos. También es claro el énfasis en cuanto a la manera de hacer la investigación: la generación de plataformas de I+D+i con la participación de referentes de los sectores público y privado tiene implícita la necesidad de favorecer los procesos de transferencia de tecnología y de promover la innovación, así como la participación directa de estos agentes en las agendas de I+D+i.

FIGURA 4. BALANCE DE CARBONO: DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor prioridad)



Fuente: elaboración propia con base en los resultados de la encuesta realizada.

Cuando se evalúan de forma comparativa las temáticas vinculadas a las brechas y demandas científico-tecnológicas para balance de carbono (**tabla 1**), la coincidencia en la alta priorización de investigación sistémica de ganadería sostenible, prácticas de gestión del carbono en operaciones ganaderas y demandas de los INGEI demuestra la necesidad de mayor I+D+i en estas temáticas por parte de los institutos de los países del CAS.

Los temas que tienen bajas brechas, pero aún tienen demandas (mejoras en la eficiencia de la producción de alimento para el ganado y emisiones directas de GEI), indican la necesidad de fortalecimiento por parte de estas organizaciones de I+D+i en los procesos de transferencia de tecnología, comunicación y capacitación dirigidos hacia los diferentes actores vinculados a estas temáticas. En este sentido, las plataformas y redes de cooperación en I+D+i institucionales pueden colaborar con este objetivo de compatibilizar, coordinar y articular las ofertas con las necesidades.

Al solicitar a los participantes que sugirieran otras temáticas que no estuvieran comprendidas (o lo estuvieran parcialmente) en los temas seleccionados en el formulario, las más destacadas fueron las siguientes:

En brechas:

- Modelos de simulación y evaluación bioeconómica de diferentes sistemas ganaderos para medir balance de carbono.
- Secuestro de carbono según tipo y uso de diferentes suelos y sistemas productivos ganaderos.

- Mercado de carbono para la ganadería.
- En demandas:
- Análisis y modelación del ciclo de vida.
 - Mercado de carbono.

TABLA 1. BALANCE DE CARBONO:
COMPARACIÓN DE LAS PRIORIDADES EN BRECHAS Y DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS
EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE

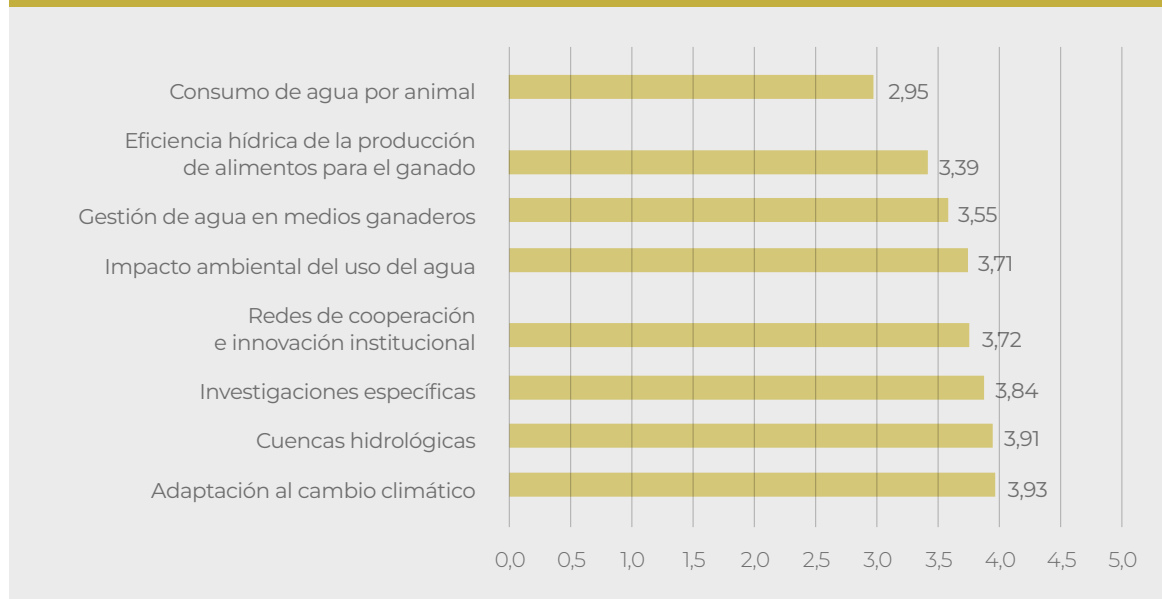
TEMAS	BRECHAS		DEMANDAS	
	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera	3,75	1	3,66	1
Prácticas der gestión de carbono en operaciones ganaderas	3,64	2	3,55	2
Demandas de los inventarios de los GEI	3,51	3	3,54	3
Mejoras en la eficiencia de la producción de alimento para el ganado	3,20	7	3,51	4
Emisiones directas GEI	3,02	8	3,49	5
Plataformas y redes de cooperación en investigación. Innovación y desarrollo institucional.	3,51	4	3,47	6
Impactos de cambio en el uso de la tierra para la ganadería bovina	3,47	5	3,39	7
Emisiones indirectas GEI asociadas a las cadenas cárnicas	3,34	6	3,12	8

Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

3.2.2. Balance hídrico

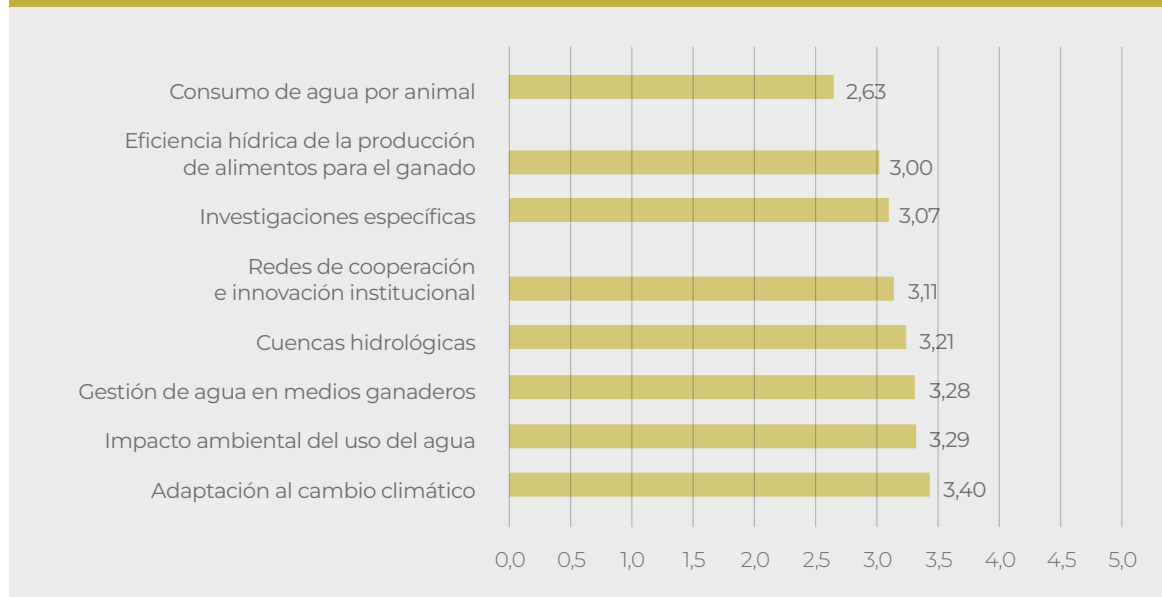
En las **figuras 5 y 6** se presentan los resultados de la encuesta para la priorización de brechas y demandas científico-tecnológicas. Los temas priorizados subrayan las necesidades y la importancia dada por parte de los actores de los sectores público y privado para el cálculo de balances hídricos para la ganadería. Se destaca la necesidad de información a nivel de predio y de las principales cuencas hidrológicas donde la ganadería es rubro principal o bien se combina con otros sectores productivos. La información faltante se relaciona con coeficientes locales, contaminantes principales, conocimientos más exhaustivos del tipo de suelo y sus propiedades físicas y químicas, delimitación del área que comprenden las cuencas en estudio, y caudal ecológico; además, se identifica la insuficiencia de los mecanismos de medición y seguimiento del ciclo del agua, y la falta de acceso a la información.

FIGURA 5. BALANCE HÍDRICO: BRECHAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5 que indican el tamaño de la brecha)



Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

FIGURA 6. BALANCE HÍDRICO: DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor prioridad)



Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

También resalta la “mirada de largo plazo” (adaptación al cambio climático) de los agentes, que representa la necesidad de incorporar un enfoque de la investigación que contemple soluciones a respuestas complejas y de largo plazo. Estas son propias de la dinámica del uso y gestión de los recursos hídricos en combinación con otros recursos naturales estratégicos (el más paradigmático de ellos, el suelo) en el sector ganadero. En este tópico aparece la necesidad de incorporar redes de cooperación e innovación institucional para abordar esta temática tan compleja y de importancia

estratégica para el CAS, con una lógica de promover la inter- y multicomplementariedad (interdisciplinaria, intersectorial, multipaíses de la región, internacional, multigobernanza y multifinanciamiento).

Al comparar las brechas con las demandas científico-tecnológicas para balance hídrico (**tabla 2**), se observa que, a diferencia del caso del balance de carbono, no hay grandes coincidencias, excepto en las temáticas de mayor y menor importancia: adaptación al cambio climático y consumo de agua por animal respectivamente. Por tal motivo, desde la perspectiva de la brecha, se detecta que existen conocimientos que deben ser transferidos a los actores del sector público y del privado, lo cual implica acciones específicas de transferencia de tecnología, comunicación y capacitación.

Las redes de cooperación e innovación institucional aparecen como una oportunidad para la instrumentación de herramientas y métodos de articulación de la oferta con la demanda científico-tecnológica, con la meta de atender las necesidades insatisfechas en los sectores público y privado encuestados.

TABLA 2. BALANCE HÍDRICO: COMPARACIÓN DE LAS PRIORIDADES EN BRECHAS Y DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE

TEMAS	BRECHAS		DEMANDAS	
	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking
Adaptación al cambio climático	3,93	1	3,40	1
Impacto ambiental del uso del agua	3,71	5	3,29	2
Gestión del agua en predios ganaderos	3,55	6	3,28	3
Cuencas hidrológicas	3,91	2	3,21	4
Redes de cooperación e innovación institucional	3,72	4	3,11	5
Investigaciones específicas	3,84	3	3,07	6
Eficiencia hídrica de la producción de alimentos para el ganado	3,39	7	3,00	7
Consumo de agua por animal	2,95	8	2,63	8

Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

Entre otros temas que según los participantes deben ser considerados en la agenda de I+D+i de balance hídrico, y que estaban contemplados parcialmente o no contemplados en la propuesta de encuesta realizada, se destacan:

En brechas:

- Modelación de la gestión de los recursos hídricos de diferentes sistemas ganaderos.
- Balances de nutrientes en diferentes cuencas hidrológicas.

En demandas:

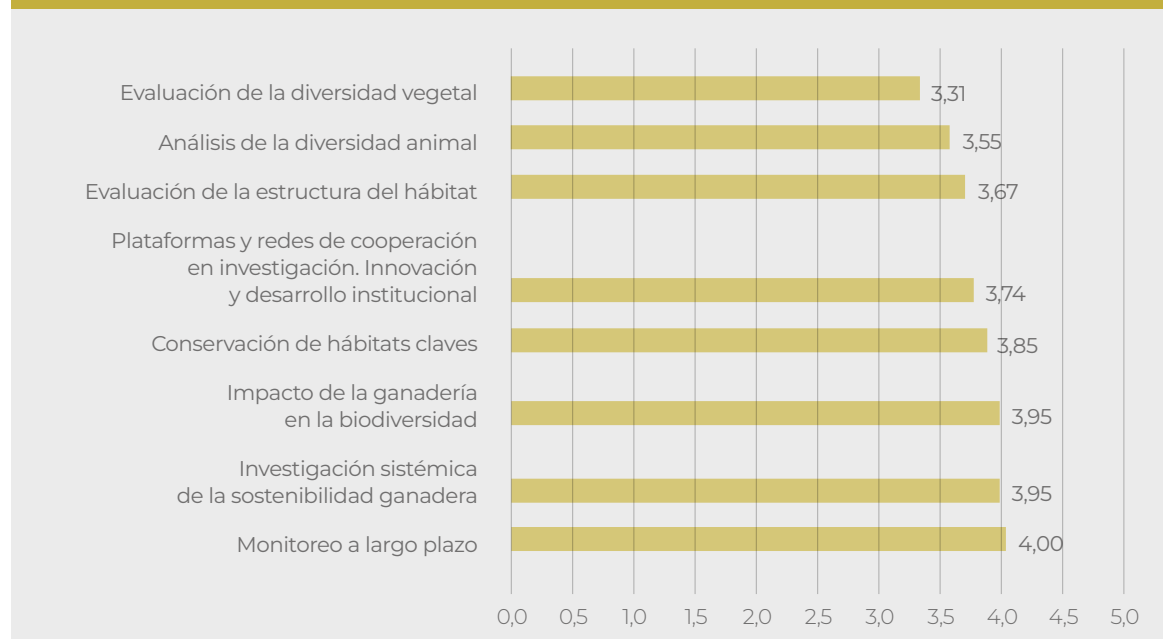
- Modelación bioeconómica de la gestión de los recursos hídricos en sistemas ganaderos.

3.2.3. Biodiversidad

En la sección 2 se identificaron una serie de temas prioritarios en biodiversidad, como por ejemplo el efecto de la producción ganadera sobre la fauna asociado a diferentes grados de intervenciones en comunidades vegetales de campo nativo, y a la invasión y predominancia de especies exóticas. Esta visión de la ciencia y la tecnología es clave para entender las relaciones de causa-efecto en temas complejos y multidimensionales, y así explorar soluciones tecnológicas que promuevan la compatibilidad y complementariedad entre la productividad y el medioambiente en sistemas ganaderos, en particular aquellos que se desarrollan sobre campo natural.

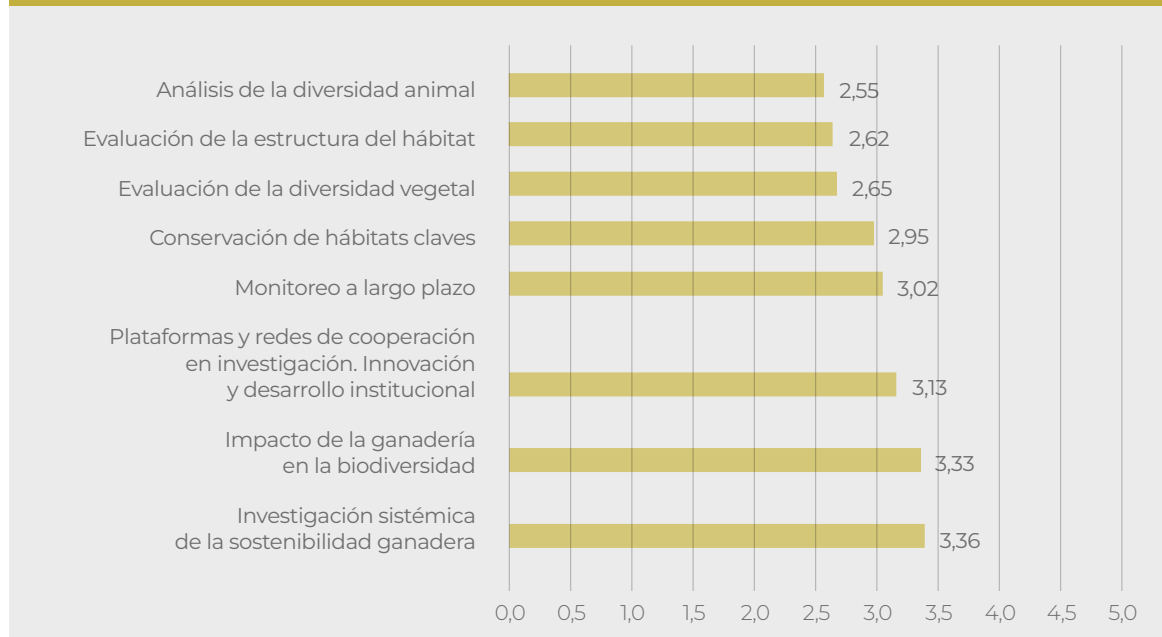
En las **figuras 7 y 8** se presentan las respuestas a la encuesta sobre las priorizaciones de brechas y demandas científico-tecnológicas en biodiversidad. Allí se prioriza la visión de largo plazo como estratégica y necesaria para la evaluación del impacto de diferentes medidas de intervención en sistemas ganaderos sobre la biodiversidad, ya que estos efectos se expresan en muchas variables después de años. Esto incluye la exploración de nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan mejorar la biodiversidad de los sistemas pastoriles, integrando la influencia y medición de indicadores de otros pilares de la producción ganadera sostenible que incluyen, entre otros, el bienestar animal, el balance hídrico y de carbono, y otros servicios ecosistémicos.

FIGURA 7. BIODIVERSIDAD: BRECHAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5 que indican el tamaño de la brecha)



Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

FIGURA 8. BIODIVERSIDAD: DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES EN BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor prioridad)



Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

Al comparar las brechas con las demandas científico-tecnológicas para biodiversidad (**tabla 3**), se observa que la priorización coincide en dos de los tres primeros temas: investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera e impacto de la ganadería en la biodiversidad. Esto indica la necesidad de una mayor atención por parte de los institutos de investigación de la región en estas temáticas, con su incorporación en las agendas institucionales a futuro. Por otro lado, dada su naturaleza y su abordaje desde la investigación, a la temática de monitoreo a largo plazo se le adjudica una importancia estratégica alta.

TABLA 3. BIODIVERSIDAD: COMPARACIÓN DE LAS PRIORIDADES EN BRECHAS Y DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE

TEMAS	BRECHAS		DEMANDAS	
	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera	3,95	3	3,36	1
Impacto de la ganadería en la biodiversidad	3,95	2	3,33	2
Plataformas y redes de cooperación en investigación. Innovación y desarrollo institucional	3,74	5	3,13	3
Monitoreo a largo plazo	4,00	1	3,02	4
Conservación de hábitats claves	3,85	4	2,95	5
Evaluación de la diversidad vegetal	3,31	8	2,65	6
Evaluación de la estructura del hábitat	3,67	6	2,62	7
Análisis de la diversidad animal animal	3,55	7	2,55	8

Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

De la consulta sobre otras temáticas que no estuvieran comprendidas (o lo estuvieran parcialmente) en los temas seleccionados, las siguientes fueron mencionadas al menos una vez:

En brechas:

- Mercados, estrategias y métodos de valoración de la biodiversidad en sistemas ganaderos.
- Desarrollo de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) para la evaluación de la biodiversidad en sistemas ganaderos.

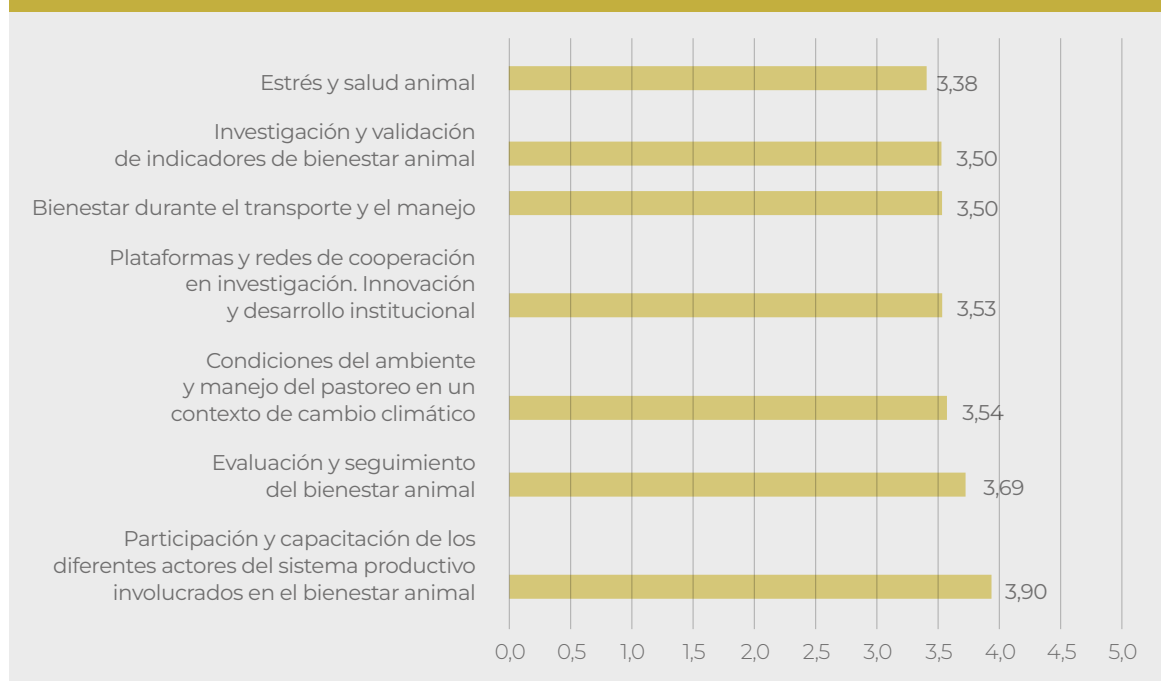
En demandas:

- Mercados para la valorización de la biodiversidad en beneficio de los ganaderos.
- Corredores biológicos en la ganadería.

3.2.4. Bienestar animal

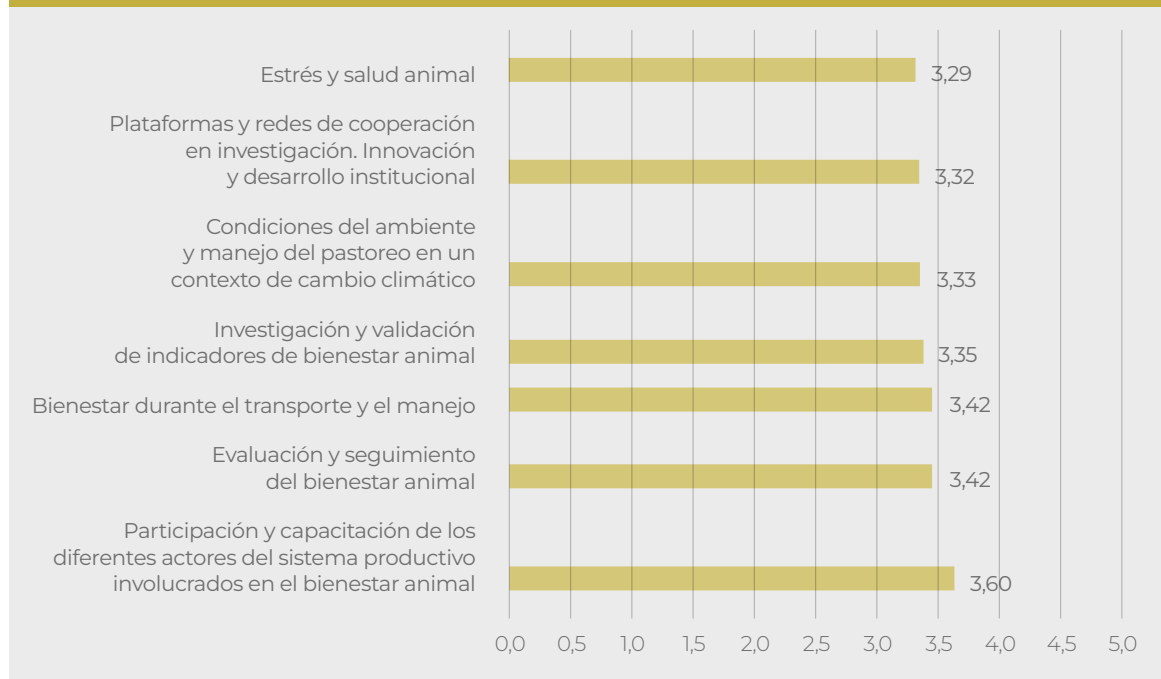
En la sección anterior se observó que, junto con los temas de balance de carbono, los temas de bienestar animal son los que mayor atención han recibido por parte de las organizaciones de I+D+i de la región del CAS, aunque con diferencias significativas entre los países. En las **figuras 9 y 10** se presentan las respuestas a la encuesta sobre las temáticas priorizadas de brechas y demandas científico-tecnológicas en bienestar animal. En brechas, se destacó la necesidad de promover la participación y capacitación de los diferentes actores del sistema productivo, lo que está en sintonía con el diagnóstico de la revisión, que estableció que la región cuenta con un paquete tecnológico importante, pero es necesario un arduo trabajo de extensión y de toma de conciencia por parte de los productores acerca de la relevancia del tema bienestar animal.

FIGURA 9. BIENESTAR ANIMAL: BRECHAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5 que indican el tamaño de la brecha)



Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

FIGURA 10. BIENESTAR ANIMAL: DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS PRIORIZADAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor prioridad)



Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

En la **tabla 4** se presenta la evaluación comparativa de brechas y demandas científico-tecnológicas. Se destacan las coincidencias encontradas en los temas de participación y capacitación de los diferentes actores involucrados en el bienestar animal, y en su evaluación y seguimiento. Desde ambas perspectivas, la prioridad estratégica que se asigna a la participación y las capacitaciones demuestra que existen espacios de mejora en este ámbito, con una visión integral, y que es necesario capacitar a los destinatarios finales con la información generada por la investigación.

TABLA 4. BIENESTAR ANIMAL: COMPARACIÓN DE LAS PRIORIDADES EN BRECHAS Y DEMANDAS CIENTÍFICO-TECNOLÓGICAS EN SISTEMAS GANADEROS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE

TEMAS	BRECHAS		DEMANDAS	
	Puntos	Ranking	Puntos	Ranking
Participación y capacitación de los diferentes actores del sistema productivo involucrados en el bienestar animal	3,90	1	3,60	1
Evaluación y seguimiento del bienestar animal	3,69	2	3,42	2
Bienestar durante el transporte y el manejo	3,50	6	3,42	3
Investigación y validación de indicadores de bienestar animal	3,50	5	3,35	4
Condiciones del ambiente y manejo del pastoreo en un contexto de cambio climático	3,54	3	3,33	5
Plataformas y redes de cooperación en investigación. Innovación y desarrollo institucional	3,53	4	3,32	6
Estrés y salud animal	3,38	7	3,29	7

Fuente: elaboración propia con base en las encuestas realizadas.

Cuando se consultó a los participantes por otros temas que deben ser considerados en la agenda de I+D+i de bienestar animal, que no estaban contemplados (o lo estaban parcialmente) en la propuesta de encuesta realizada, se mencionaron los siguientes:

En brechas:

- Estrés térmico en los animales.
- Modelación bioeconómica de la instrumentación de buenas prácticas de bienestar animal en sistemas ganaderos.

En demandas:

- Desarrollo de protocolos y buenas prácticas a nivel de predios ganaderos en bienestar animal.

3.3. Comentarios finales

Se realizaron encuestas a más de 200 referentes (de los sectores público y privado) de los seis países del CAS, de los cuales 101 respondieron en tiempo y forma. A partir de estas respuestas se establecieron prioridades y necesidades en la agenda de I+D+i para los temas de balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal para fomentar una ganadería sostenible. De estas encuestas, a las que se suma un trabajo de revisión bibliográfica, surgen grandes coincidencias en las brechas priorizadas en cada temática. Entre ellas, pueden mencionarse las siguientes:

- **Balance de carbono:** demandas de INGEI, investigación sistemática de la sostenibilidad ganadera, prácticas de gestión del carbono en operaciones ganaderas, y plataformas y redes de cooperación de I+D+i institucionales.
- **Balance hídrico:** adaptación al cambio climático, información sobre cuencas hidrológicas e investigaciones específicas.
- **Biodiversidad:** monitoreo a largo plazo, impacto de la ganadería en la biodiversidad, e investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera.
- **Bienestar animal:** participación y capacitación de los diferentes actores del sistema productivo involucrados, y evaluación y seguimiento del bienestar animal.

La naturaleza y complejidad de estos temas priorizados, así como su abordaje por parte de la investigación y la innovación, requiere de:

- Alineamiento de los sistemas productivos y de la agenda de I+D+i a las demandas de los mercados y los consumidores (Montossi *et al.* 2018, 2023).
- Una mirada de largo plazo, con la implementación de experimentos de largo plazo.
- Estudios interdisciplinarios y multisectoriales.
- Incorporación conjunta de la visión de la cadena agroalimentaria y de las demandas de las políticas públicas, así como de aspectos que hacen a la competitividad del sector privado.
- Activa participación de grupos de interés de diferentes escalas (predios, cuencas, regiones, sectores y países) en el proceso de priorización de la agenda de I+D+i.
- Incorporación de los cuatro tópicos en propuestas integrales, contemplando la evaluación de las interacciones positivas y negativas de estos

según la intervención que se realice, y su impacto global en la sostenibilidad de la ganadería.

- Colaboración proactiva entre los países de la región, y de estos con los centros de referencia a nivel mundial. En este punto las plataformas y redes de articulación y cooperación de I+D+i deben cumplir un rol fundamental.
- Sensibilización, capacitación y educación de los diferentes participantes de la cadena prestando especial atención a los productores familiares y su entorno.
- Estrategia comunicacional con un abordaje específico para demostrar la sostenibilidad de la ganadería vacuna tanto a los mercados como a los consumidores.

Con relación a las demandas expresadas y priorizadas por los actores consultados en la encuesta, se observó una alta correspondencia con aquellas de mayor brecha de conocimiento identificadas. Este resultado promueve nuevos análisis y espacios de reflexión y mejora, tomando en cuenta lo siguiente:

- Demandas y brechas de I+D+i alineadas facilitan el diseño estratégico de la agenda de trabajo en común entre los institutos de I+D+i de la región, y por ende su cooperación y articulación en su ejecución y financiamiento.
- Las temáticas priorizadas por la demanda deben ser atendidas con cierta urgencia, ya que su abordaje requiere de estudios de largo plazo.
- El establecimiento de un mecanismo de coinnovación con alta participación de actores del sector público y del privado puede acelerar los procesos de innovación, en particular para aquellos productores familiares de área reducida, que están más alejados de la información generada por la ciencia y la tecnología y menos integrados al agronegocio (que lidera los procesos de diferenciación y de agregado de valor asociados a marcas y certificaciones), y/o carecen de capacitación, formación y disponibilidad de recursos e infraestructura.

Las nuevas fronteras por explorar (y sus soluciones asociadas) por la ciencia y la tecnología representan una oportunidad estratégica para avanzar hacia el desarrollo de un sector ganadero más sostenible en la región del CAS.



04

MARCO DE INDICADORES PARA LA PLATAFORMA DE GANADERÍA BOVINA SOSTENIBLE

Elaborado por Cecilia Jones.
Revisado y comentado por Diego Gauna y Gonzalo Muñoz.

Marco de indicadores para la plataforma de ganadería bovina sostenible

4.1. Marco conceptual para el desarrollo de indicadores

En el diseño de métricas para la implementación de un marco de indicadores para una plataforma de ganadería sostenible es esencial tener en cuenta una serie de aspectos clave que han sido estudiados en la literatura (Lebacqz *et al.* 2013; Albicette *et al.* 2009; Leoni *et al.* 2023; Smith *et al.* 2017).

En primer lugar, es crucial asegurar que los indicadores integren de manera balanceada las dimensiones económica, social y ambiental de la sostenibilidad. El proceso debe priorizar la selección de un número mínimo y suficiente de indicadores para asegurar la simplicidad del monitoreo, y mantener así un enfoque manejable. Asimismo, es oportuno que las métricas seleccionadas permitan utilizar datos fácilmente disponibles y medibles, de forma de simplificar la recopilación y el análisis de información.

Estos indicadores deben ser robustos, basados en fuentes de información confiables, y relevantes para evaluar el estado de los sistemas de producción y el impacto en la sostenibilidad. Asimismo, es importante que sean comparables y consistentes, lo que permite la evaluación de tendencias y mejoras a lo largo del tiempo. Además de seleccionar métricas apropiadas, es necesario definir la frecuencia de cálculo y el alcance territorial, sea a nivel nacional, subnacional o de establecimiento productivo. En la medida de lo posible, debe estimarse la incertidumbre en los valores calculados.

Existen diferentes tipologías de indicadores de sostenibilidad según su naturaleza y su objetivo. Por ejemplo, los indicadores de procesos permiten el monitoreo de acciones a diferentes escalas de paisaje; mientras que los de desempeño analizan entradas y salidas de un sistema y se enfocan en los resultados o impactos de acciones.

Los indicadores ambientales también se pueden clasificar como indicadores de presión, de estado y de respuesta. Los **de estado** miden la condición actual en un momento específico, por ejemplo, la calidad del aire o del agua, la biodiversidad, o niveles de contaminantes. La concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera o la calidad del agua en un río son ejemplos de indicadores de estado ambiental. Los **indicadores de presión** miden las actividades humanas sobre el medioambiente. Por ejemplo, el tipo de uso de recursos naturales o las actividades de deforestación. Los **indicadores de respuesta** miden las acciones para abordar problemas ambientales como, por ejemplo, políticas implementadas, inversiones en tecnologías más limpias o programas de conservación.

Lebacqz *et al.* (2013) proponen cuatro tipos de indicadores ambientales para la ganadería:

1. De medios e insumos (por ejemplo, la carga animal).
2. De estado del sistema (por ejemplo, la cantidad de nitratos en el suelo luego de la cosecha).
3. De emisiones y aportes al ambiente y su impacto potencial (por ejemplo, la cantidad de nitratos en aguas superficiales o subterráneas).
4. De efectos directos o impactos de las prácticas sobre el ambiente (por ejemplo, la concentración de nitratos en aguas subterráneas).

Según los autores, los primeros suelen ser más fáciles de medir y tienden a tener baja capacidad de respuesta acerca del impacto del sistema de producción sobre el ambiente. Como contracara, los indicadores de efectos son relevantes ambientalmente y tienden a ser metodológicamente complejos y complicados de medir. Los de estado del sistema y los de emisiones están vinculados entre sí y pueden ser más o menos complicados de medir según si se calculan sobre la base de modelos, de factores de emisión o de datos derivados de balances de entradas y salidas del sistema.

Para la dimensión social proponen dos grupos de indicadores. Por un lado, los relativos a las unidades de producción o las personas involucradas en los sistemas ganaderos (por ejemplo, los indicadores de condiciones de trabajo) y, por otro lado, los que tienen que ver con expectativas de la sociedad, tales como la producción con bienestar animal. En el análisis de impacto de la ganadería, Figueroa *et al.* (2022) indican que aún falta integrar en el análisis los sistemas socioecológicos, los servicios ecosistémicos, las múltiples funciones de los sistemas de producción y la conservación de los ecosistemas en los que se desarrolla. En esa concepción, señalan que la inclusión del marco de sistemas socioecológicos puede contribuir a integrar la diversidad de capacidades de las personas, sus perspectivas del mundo y sus intereses, y las asimetrías de poder en los sistemas agroalimentarios de ALC.

Para la dimensión económica los indicadores más usados refieren a ingresos y producción. Diversos trabajos académicos (Albicette *et al.* 2009; Motta-Delgado *et al.* 2019; Leite *et al.* 2024; Smith *et al.* 2017) han elaborado y/o compilado marcos de indicadores para sistemas de producción de alimentos sostenibles. Desde el punto de vista conceptual, en todos los casos se buscan indicadores medibles y con una base científica sólida. Los autores concuerdan en que el respaldo científico de un indicador es importante para asegurar su relevancia para la sostenibilidad de los sistemas de producción. Sin embargo, persisten dificultades prácticas para generar series de datos robustos y consistentes a diversas escalas geográficas y temporales de interés. Por otra parte, los autores también acuerdan en la dificultad de generar un número reducido de indicadores que logre describir todas las dimensiones de la sostenibilidad.

Lynch *et al.* (2019) realizaron una revisión de los sistemas de sostenibilidad de Irlanda, país que enfrentó diversos retos para implementar una evaluación del impacto ambiental con base en indicadores de sostenibilidad. Los autores mencionan algunos desafíos centrales como el costo de la recopilación de datos adicionales para los agricultores. También destacan la complejidad para armonizar y obtener los permisos para combinar datos de diferentes fuentes. Además, se menciona la falta de una base científica sólida para una medición precisa de algunos elementos de la sostenibilidad. A pesar de estos desafíos, los autores argumentan que el desarrollo y la implementación de indicadores de sostenibilidad robustos es fundamental para evaluar de manera precisa el impacto ambiental de la agricultura irlandesa y para la toma de decisiones políticas informadas.

Un ejemplo de un indicador ambiental que tiene aplicación a nivel predial es el Índice de Integridad Ecosistémica desarrollado por investigadores del INIA, de Uruguay (Blumetto *et al.* 2019). Este indicador brinda información detallada e integral del ecosistema; sin embargo, requiere recursos humanos entrenados y una inversión de tiempo, dado que implica la recolección de datos a nivel de parcela en el predio, que incluyen variables de composición botánica del tapiz vegetal y del estado de los ecosistemas *in situ*.

Por otra parte, los indicadores con base en sensores remotos son innovadores para evaluar el impacto las actividades humanas sobre los ecosistemas. Un ejemplo es el Índice de Oferta de Servicios Ecosistémicos (IOSE) (Paruelo *et al.* 2016) que, aprovechando datos gratuitos de sensores remotos, estima y mapea servicios clave relacionados con el agua y el carbono. Staiano *et al.* (2021) analizaron ocho casos de aplicación de este índice para evaluaciones de impacto en regiones de Argentina, Paraguay y Uruguay, incluyendo sistemas ganaderos.

Otro aspecto para considerar en el diseño de un marco de indicadores es la conveniencia de usar índices compuestos. Estos permiten resumir y simplificar sistemas complejos, pero en general requieren recolección de datos específicos y pueden implicar pérdida de información ya que pueden esconder datos relevantes.

4.2. Proceso de elaboración de un marco de indicadores de ganadería sostenible

Esta propuesta se desarrolló revisando los antecedentes regionales e internacionales de iniciativas para la medición de la sostenibilidad de la ganadería, a través del examen de documentos y la realización de entrevistas en cada país del CAS. Además, en un proceso de acercamiento progresivo a la propuesta, se realizó un relevamiento en línea, un encuentro virtual y un taller presencial. De estas tres actividades participaron más de 200 profesionales de la ganadería de la región, en representación de organizaciones

de productores, institutos de investigación, ministerios de agricultura y empresas, entre otros actores de relevancia.

El desarrollo del marco de indicadores contó con la colaboración de actores de la ganadería del sector privado a través de la GRSB y las mesas de ganadería nacionales de los países del CAS. En cuanto al sector público, participaron representantes de la Red de Coordinación de Políticas Agropecuarias (REDPA) del CAS y de los ministerios de agricultura de cada país. Por parte de la academia, asistió el Procisur, programa con el que articulan los institutos nacionales de investigación agropecuaria de Argentina, Brasil, Chile, Paraguay y Uruguay, y el IICA. En todas las actividades participaron los institutos de investigación agropecuaria de los seis países del CAS.

El resultado de este proceso es una propuesta que integra diferentes perspectivas y experiencias en el monitoreo y la evaluación de la ganadería. Se concibe como una herramienta adaptativa que puede y debe ser revisada y evaluada periódicamente. Para su formulación se incluyeron indicadores de forma que la suma de las partes ilustre las múltiples dimensiones de la sostenibilidad. Las bases de información para su cálculo no están disponibles hoy en su totalidad, aunque sería deseable llegar a los arreglos institucionales y desarrollos técnicos que permitan implementar la propuesta.

EL RESULTADO DE ESTE PROCESO ES UNA PROPUESTA QUE INTEGRA DIFERENTES PERSPECTIVAS Y EXPERIENCIAS EN EL MONITOREO Y LA EVALUACIÓN DE LA GANADERÍA. SE CONCIBE COMO UNA HERRAMIENTA ADAPTATIVA QUE PUEDE Y DEBE SER REVISADA Y EVALUADA PERIÓDICAMENTE.

Durante las actividades desarrolladas se destacaron los siguientes conceptos y conclusiones:

- La sostenibilidad es un concepto que implica diversas disciplinas de la ciencia biológica, ambiental, agronómica, económica y social; esto hace que la base de conocimientos para el desarrollo de indicadores esté dispersa y no necesariamente integrada.
- En los marcos de indicadores relevados, aun cuando existen algunas diferencias, se incluyen las tres dimensiones de la sostenibilidad y coinciden los tópicos de relevancia dentro de cada dimensión.
- Coexisten numerosos marcos de indicadores a nivel nacional, público y privado, y a nivel internacional.
- Los marcos de indicadores que se encuentran publicados están mayormente en etapas de propuesta y validación.
- En los países del CAS no se encontraron marcos con metas cuantitativas para la transición a sistemas más sostenibles, como sí existen en Nueva Zelanda y Australia, cuyas metas están asociadas a procesos nacionales de acuerdo, planificación y políticas públicas de sostenibilidad ambiental.
- En la revisión de bibliografía, casos de estudio y entrevistas realizadas se menciona repetidas veces la dificultad de llegar a un número reducido de indicadores de alto contenido comunicacional, que tengan el respaldo de series de datos robustos y consistentes.

- La información recabada hace énfasis en la heterogeneidad de los sistemas de producción y en la dotación de recursos naturales y humanos, lo que complejiza la definición de un marco único de indicadores.
- Los indicadores ambientales con base científica relevados son mayormente de aplicación predial e intensivos en recursos para su medición y análisis.
- Los indicadores de emisiones de GEI son la excepción en el sentido de tener metodologías estandarizadas y acordadas, revisiones externas y reportes periódicos en los seis países del CAS.
- Los indicadores económicos y datos de actividad de la ganadería de carne bovina suelen estar agregados con otras actividades ganaderas, como por ejemplo la producción de leche.
- Para los seis países, con excepción de los INGEI y documentos base de las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC, por su sigla en inglés), las series de datos a nivel internacional tienen lagunas de reporte y de estimaciones.
- En los últimos años se han desarrollado herramientas satelitales que abren la posibilidad de utilizar sistemas de información geográfica para superponer capas de información y analizar la relación entre indicadores.
- Los sistemas de estadísticas agropecuarias son identificados como limitantes. En particular los censos agropecuarios, que son una fuente de datos de actividad para la ganadería, tienen intervalos irregulares y en algún caso dificultades metodológicas que limitan la robustez de los indicadores a partir de esos datos.
- Las competencias definidas en las instituciones difieren entre los países. Una plataforma que integre aspectos productivos, ambientales y sociales necesariamente debe alimentarse de varias instituciones dentro de cada país para reportar indicadores de las diferentes dimensiones de la sostenibilidad.
- Los marcos de indicadores voluntarios y autodeclarados de las mesas nacionales asociadas a la GRSB tienen utilidad principalmente para quien los reporta y son débiles en ilustrar el universo de la ganadería de un país.
- Cada indicador por sí mismo es incapaz de ilustrar la sostenibilidad de un sistema.
- Casi independientemente de cuáles son los indicadores que se miden, se destaca el valor de la continuidad de su reporte en el tiempo, lo que permite analizar evoluciones y tendencias.
- Tomando en cuenta la diversidad de sistemas ganaderos, para analizar los indicadores es estratégico utilizar tipologías ganaderas por escala y por sistema de producción.

4.3. Estructura del marco de indicadores

Un marco de indicadores para la región del CAS debe tomar en cuenta las importantes diferencias agroecológicas en la producción ganadera entre los países y dentro de ellos (Montossi *et al.* 2013). En ese sentido, debe

representar esa diversidad de manera sencilla, con indicadores a nivel del país que puedan ser agrupados por región o desagregados a un nivel geográfico menor, en la medida en que se consoliden fuentes robustas de información para su reporte.

Los países del CAS son importantes actores en la producción y exportación de productos ganaderos al mundo. Por ese motivo, es clave incluir los indicadores de incidencia global como son, por ejemplo, las emisiones de GEI. Por otra parte, con excepción de Uruguay y Paraguay, el mercado interno es el más importante para la producción ganadera de la región del CAS, por lo cual son relevantes los indicadores que miden impactos locales, como por ejemplo el aporte de nutrientes a fuentes de agua. Otros indicadores relevantes a escala local y que a la vez movilizan las agendas globales son, por ejemplo, los que reflejan las dinámicas de ecosistemas naturales.

Para el desarrollo de esta propuesta se contemplan las tres dimensiones clásicas de la sostenibilidad: la ambiental, la económica y la social. Cada indicador brinda información sobre un aspecto específico de los sistemas ganaderos, pero ninguno es capaz por sí mismo de ilustrar el estado de situación de la ganadería de la región. Para analizar la sostenibilidad, deben tomarse los indicadores en su conjunto, y no de manera aislada. Esta propuesta es una simplificación de un sistema complejo con muchas interacciones; sin embargo, sirve para describir el estado de los sistemas, y para comunicar trayectorias y tendencias.

Como resultado de la revisión de antecedentes y de los procesos de discusión con actores del sector privado, de la academia y de instituciones de los gobiernos de los países del CAS, para cada una de las tres dimensiones se priorizaron tópicos según su relevancia para los sistemas de producción o su valor para los usuarios del marco de indicadores. En la revisión de antecedentes de marcos de indicadores de ganadería en la región y en el mundo, estas temáticas se mencionan como ámbitos estratégicos, pilares o atributos de las dimensiones de la sostenibilidad, o en otros casos se identifica un conjunto limitado de prioridades, lo que da a entender que existe una visión adaptativa de la herramienta.

La propuesta incluye además una serie de estadísticas descriptivas que proveen información básica sobre los sistemas ganaderos. Estas son de utilidad para realizar análisis por tipo de sistema de producción, o de intensidad de uso o de emisiones, por ejemplo. En la tabla 5 se propone una visión de los sistemas ganaderos para cada una de las dimensiones de la sostenibilidad y los tópicos priorizados para establecer indicadores.

PARA EL DESARROLLO DE ESTA PROPUESTA SE CONTEMPLAN LAS TRES DIMENSIONES CLÁSICAS DE LA SOSTENIBILIDAD: LA AMBIENTAL, LA ECONÓMICA Y LA SOCIAL. CADA INDICADOR BRINDA INFORMACIÓN SOBRE UN ASPECTO ESPECÍFICO DE LOS GANADEROS, PERO NINGUNO ES CAPAZ POR SÍ MISMO DE ILUSTRAR EL ESTADO DE SITUACIÓN DE LA GANADERÍA DE LA REGIÓN. PARA ANALIZAR LA SOSTENIBILIDAD, DEBEN TOMARSE LOS INDICADORES EN SU CONJUNTO, Y NO DE MANERA AISLADA.

TABLA 5. DIMENSIONES DE LA SOSTENIBILIDAD, VISIÓN Y TÓPICOS PRIORIZADOS PARA LA PLATAFORMA DE GANADERÍA SOSTENIBLE

DIMENSIÓN	VISIÓN	TÓPICOS
Ambiental	La producción de carne busca ser ambientalmente responsable, minimizando el uso del agua, protegiendo el suelo, reduciendo las emisiones de carbono y fomentando la biodiversidad.	Agua
		Aire
		Biodiversidad y ecosistemas
		Suelo
Económica	La producción de carne busca ser productiva, rentable y eficiente.	Eficiencia y productividad
Social	La producción de carne busca ser socialmente responsable, velando por el bienestar animal, la seguridad alimentaria y el desarrollo de las comunidades locales.	Bienestar animal
		Calidad de vida
		Seguridad alimentaria
		Género

Fuente: elaboración propia.

Para cada uno de estos tópicos se identificaron indicadores que, junto con las estadísticas descriptivas, ilustran el estado de los sistemas y pueden utilizarse para analizar tendencias en el tiempo. Los aspectos relacionados con el bienestar animal, que en alguno de los marcos estudiados está presente como una dimensión en sí misma para esta propuesta, se incluyen dentro de la dimensión social entendiendo que la atención a este tema es posible sólo con la actividad humana.

Para evaluar la viabilidad de los indicadores se tomó en cuenta la información recabada en las entrevistas y se revisaron datos publicados en línea por diferentes instituciones de los seis países del CAS. Como esta información se encuentra en portales diferentes, tiene diferentes marcos conceptuales de trabajo, escalas de aplicación, frecuencias de relevamiento y unidades de medida. Además, son escasas las métricas disponibles que refieren en particular a la ganadería bovina.

Para algunos de los indicadores propuestos existe información disponible, para otros existe el potencial de calcularlos, y para otros faltan desarrollos que permitan su cálculo y potencial reporte. La **tabla 6** presenta una síntesis de los indicadores seleccionados y una breve descripción de cada uno.

TABLA 6. INDICADORES PROPUESTOS PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD, SEGÚN TÓPICOS

TÓPICO/S	INDICADOR	DEFINICIÓN	FRECUENCIA DE CÁLCULO
Aire	1. Emisiones de GEI de la ganadería bovina	Emisiones directas de GEI de la ganadería bovina expresadas en CO ₂ eq de acuerdo con las métricas acordadas por la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC) como tendencia y como proporción de las emisiones totales del país.	Bianual
Aire/Eficiencia y productividad	2. Intensidad de emisiones de GEI de la ganadería bovina	Emisiones directas de GEI de la ganadería bovina no lechera por unidad de carne, expresadas en CO ₂ eq, de acuerdo con las métricas acordadas por la CMNUCC.	Bianual
Aire/Eficiencia y productividad	3. Consumo de agua	Porcentaje del total de recursos hídricos renovables del país consumido por la ganadería, estimado con base en la población de animales y su consumo promedio por categoría y el índice de extracción a agua agrícola.	Anual
Agua/Suelo	4. Balance de nutrientes	Diferencia entre las entradas y salidas de nitrógeno y fósforo del sistema.	Anual
Biodiversidad y ecosistemas	5. Índice de Oferta de Servicios Ecosistémicos	Caracteriza y mapea la oferta de servicios de los ecosistemas con base en sensoramiento remoto y sus tendencias en el tiempo, desarrollado por Paruelo et al. (2016) y Staiano et al. (2021).	Anual
Biodiversidad y ecosistemas	6. Porcentaje de ecosistemas naturales	Porcentaje de los ambientes naturales (pastizal o campo natural, humedales y bosque de regeneración natural) por unidad de superficie de ganadería no lechera.	Anual
Biodiversidad y ecosistemas	7. Bosques	Tendencia de cambio de cobertura de bosques de regeneración natural y plantaciones forestales en áreas de ganadería.	Según actualización de la cartografía forestal
Eficiencia y productividad	8. Productividad de la ganadería	Productividad total de los factores de la ganadería bovina.	Anual
Eficiencia y productividad	9. Tasa de extracción	Proporción de cabezas faenadas y exportadas vivas con respecto al inventario total de ganado del país.	Anual
Eficiencia y productividad	10. Tasa de destete	Proporción de terneros destetados por vaca adulta, analizada en conjunto con estadísticas descriptivas de los sistemas productivos en existencia.	Anual
Eficiencia y productividad/Seguridad alimentaria	11. Transparencia y trazabilidad	Sistema de información que permite rastrear el origen y el proceso de transformación de los productos de la ganadería.	Según información disponible
Calidad de vida/Seguridad alimentaria/Género	12. Pobreza en zonas rurales	Porcentaje de la población rural que vive por debajo del umbral nacional de pobreza, desagregado por género.	Según actualización de censos

Calidad de vida/ Género	13. Empleo en la ganadería	Cantidad de personas de la población económicamente activa empleadas en el sector ganadero en la fase primaria o industrial, desagregada por género.	Anual
Bienestar animal/ Eficiencia y productividad	14. Bienestar animal	El país cuenta con un conjunto de buenas prácticas ganaderas para la cadena de la carne y un sistema de monitoreo de su aplicación con informes periódicos de cumplimiento.	Según información disponible

Fuente: elaboración propia.

4.4. Descripción de los indicadores candidatos

4.4.1. Indicadores de la dimensión ambiental y económico-productiva

INDICADOR 1. Emisiones de GEI de la ganadería bovina

Definición: emisiones directas de GEI de la ganadería bovina no lechera expresadas en CO₂eq de acuerdo con las métricas acordadas por la CMNUCC como tendencia y como proporción de las emisiones totales del país.

Forma de cálculo: suma de las emisiones directas de GEI de los INGEI de cada país: de CH₄, derivadas de la fermentación entérica, y de CH₄ y N₂O, originadas por volatilización y lixiviación de nitrógeno depositado en el suelo por la orina y las heces.

Frecuencia: cada dos años. Esta es la frecuencia en la que los países del Anexo I comunican sus INGEI a la CMNUCC.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países.

Los sistemas productivos de carne bovina que logran aumentos de la producción estabilizando o reduciendo sus emisiones de GEI contribuyen a las metas nacionales de mitigación y a la sostenibilidad ambiental de la ganadería. Como parte de las NDC bajo el Acuerdo de París, este indicador complementa los esfuerzos nacionales por mitigar los GEI. El análisis de la tendencia de las emisiones de GEI puede dar cuenta de cambios en los sistemas de producción o del impacto tecnológico. Además, los datos pueden ser utilizados como insumo para el cálculo de balances de carbono, para lo cual se requiere información sobre remociones de carbono asociadas a la ganadería.

Cada país reporta sus datos de emisiones en los INGEI, que siguen las directrices del IPCC de 2006 y sus refinamientos posteriores (IPCC 2006, 2014, 2019), en el marco de la CMNUCC. Según estas directrices, existen tres enfoques metodológicos para el cálculo de los INGEI, expresados en niveles de

acuerdo con la cantidad de información generada localmente y su desagregación. Actualmente los países del CAS utilizan en sus INGEI los niveles 1 y 2 para el cálculo del sector AFOLU (que comprende agricultura, ganadería, usos de la tierra, cambios en usos de la tierra y silvicultura).

En este sector se consideran las emisiones de GEI originadas en las actividades y prácticas agropecuarias, así como las emisiones y remociones de CO₂ por el uso y los cambios en el uso de la tierra. La proporción de emisiones de AFOLU en las emisiones netas totales del país ilustran las actividades económicas principales de los países. Un indicador de emisiones netas podría incorporar la captura de carbono en biomasa y suelo; sin embargo, actualmente existen vacíos de información con respecto al volumen de carbono capturado en el suelo y su permanencia en los sistemas ganaderos.

UN INDICADOR DE EMISIONES NETAS PODRÍA INCORPORAR LA CAPTURA DE CARBONO EN BIOMASA Y SUELO; SIN EMBARGO, ACTUALMENTE EXISTEN VACÍOS DE INFORMACIÓN CON RESPECTO AL VOLUMEN DE CARBONO CAPTURADO EN EL SUELO Y SU PERMANENCIA EN LOS SISTEMAS GANADEROS.

Para los reportes nacionales de los INGEI y las NDC, las directrices del IPCC establecen métricas comunes para expresar los GEI en unidades de CO₂eq. Para los países cuyas emisiones tienen un componente significativo de gases diferentes del CO₂, el tipo de equivalencia tiene importancia a la hora de realizar sus reportes. En estos casos se propone utilizar las métricas comunes y complementarlas con las emisiones por tipo de gas. Los INGEI de los países incluyen las emisiones de la producción bovina. Estos datos no son reportados o publicados; sin embargo, desde las oficinas encargadas de los inventarios sectoriales es posible separar las emisiones directas e indirectas de la producción de carne.

INDICADOR 2. Intensidad de emisiones de GEI de la ganadería bovina

Definición: emisiones directas de GEI de la ganadería bovina no lechera por unidad de carne. Emisiones expresadas en CO₂eq de acuerdo con las métricas acordadas por la CMNUCC y unidad de carne expresada en kilogramos.

Forma de cálculo: cociente de las emisiones directas de GEI de la ganadería bovina no lechera de los INGEI.

Frecuencia: cada dos años. Esta es la frecuencia en la que los países del Anexo I comunican sus INGEI a la CMNUCC.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países.

Los sistemas ganaderos que logran reducir su intensidad de emisiones aportan a la sostenibilidad ambiental de la ganadería. La forma en que los países miden la producción de carne tiene diferencias, por lo que sería oportuno

un proceso de estandarización que permita una comparación entre países. Por otra parte, teniendo en cuenta la heterogeneidad de los sistemas ganaderos de la región, este indicador debe analizarse en conjunto con las estadísticas descriptivas.

El indicador propuesto puede también ser formulado de forma separada para las emisiones de CH₄ y N₂O, que son los principales GEI emitidos por la ganadería bovina. Por ejemplo, Uruguay estableció en sus NDC metas de reducción de intensidad de emisiones de CH₄ (incluyendo fermentación entérica y gestión del estiércol) y de N₂O por unidad de carne vacuna.¹

INDICADOR 3. Consumo de agua

Definición: proporción del total de recursos hídricos renovables del país consumido por la ganadería, estimado con base en la población de animales y su consumo promedio por categoría y el índice de extracción de agua agrícola.

Forma de cálculo: cociente entre el total de agua consumida por la ganadería y el total de extracción de agua agrícola en volumen. El total de agua consumida por la ganadería es el producto del número de animales en existencia y el consumo por animal por año. El total de extracción de agua agrícola en volumen es el producto del total de recursos hídricos renovables y el índice de extracción de agua agrícola.

Frecuencia: anual

Escala: nacional o por sistema de producción.

Un país hace uso sostenible del agua cuando la cantidad que utiliza no altera el estado del ecosistema, de forma que los recursos hídricos puedan renovarse por la precipitación y por el aporte de cuerpos hídricos de otros países. El análisis de este indicador como tendencia y como proporción de los recursos totales disponibles en el país puede dar cuenta de cambios en la sostenibilidad de los sistemas de producción. Los sistemas que no aumentan o reducen su consumo de agua por unidad de carne producida aportan a la sostenibilidad de la ganadería.

¹ Información del "Visualizador de avances de la Contribución Determinada a nivel Nacional y otros indicadores vinculados", datos disponibles en la página web de Gobierno Abierto de Uruguay (visualizador.gobiernoabierto.gub.uy/visualizador/Login).

INDICADOR 4. Balance de nutrientes

Definición: balance de nutrientes calculado como la diferencia entre las entradas y las salidas de nitrógeno y fósforo del sistema.

Forma de cálculo: diferencia entre la suma de las entradas y salidas de nitrógeno y fósforo de la superficie de ganadería vacuna no lechera de la región de interés.

Frecuencia: anual

Escala: dependiendo de la fuente de datos identificada, puede ser a nivel de región geográfica o de establecimiento.

La tendencia del balance de un nutriente permite analizar la variación en el tiempo del uso de un nutriente determinado y los riesgos ambientales asociados. A su vez este indicador se puede utilizar para construir otros que midan la eficiencia en el uso por unidad de producto, por unidad de superficie o por el valor económico de la producción. También es posible usar el balance de nutrientes para comparar diferentes sistemas de producción.

INDICADOR 5. Índice de Oferta de Servicios Ecosistémicos

Definición: índice espacial que caracteriza y mapea la oferta de servicios de los ecosistemas con base en sensores remotos y sus tendencias en el tiempo, desarrollado por Paruelo et al. (2016) y Staiano et al. (2021).

Forma de cálculo: combina la variación estacional del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI): su media anual (NDVIm) y su coeficiente de variación estacional (NDVlc). La fórmula es: $ESSI = NDVIm * (1 - NDVlc)$ (Paruelo et al. 2016).

Frecuencia: anual

Escala: el índice puede ser calculado con la resolución espacial y temporal determinada por los sensores remotos. Se propone analizar a nivel de país, de ecosistemas o de regiones agroecológicas.

Este índice puede ser analizado con su valor absoluto y como tendencia en el tiempo. Permite sacar conclusiones sobre el cambio en el uso del suelo con base en el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada. En los sistemas de producción que realizan más disturbios en la vegetación natural los índices tienden a ser negativos, mientras que en aquellos que se encuentran en restauración o sin disturbios tienden a ser positivos y se infiere además que son capaces de ofrecer más servicios ecosistémicos. Como el índice se basa en cobertura del suelo, no es capaz de brindar información

sobre el estado de degradación de los ecosistemas ni sobre el estado de la biodiversidad de fauna o del suelo.

Como se mencionó, Staiano *et al.* (2021) sintetizaron ocho casos de aplicación de este índice en Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay y Bolivia, que incluyen áreas ganaderas. Faltan desarrollos en la zona del Cerrado de Brasil.

INDICADOR 6. Porcentaje de ecosistemas naturales

Definición: porcentaje de los ambientes naturales (pastizal o campo natural, humedales y bosque de regeneración natural) por unidad de superficie de ganadería no lechera.

Forma de cálculo: cociente entre la superficie de ambientes naturales y la superficie ganadera, determinado por herramientas de información geográfica y expresado como porcentaje.

Frecuencia de cálculo: anual

Escala: este indicador puede aplicarse a nivel de país, zona agroecológica o unidades menores de superficie.

Los sistemas ganaderos con mayor proporción de ambientes naturales son menos intensivos en el uso de recursos naturales y tienen menor impacto local sobre el suelo, el agua y los ecosistemas. Los más intensivos se asocian a sistemas agrícolas y a mayor uso de insumos. Este indicador puede analizarse por sistema de producción y como un índice de eficiencia en función de otros indicadores propuestos.

Para la cuantificación de la proporción de hábitat natural por unidad de superficie ganadera es posible partir de mapas de la cartografía de usos del suelo de los países. Actualmente los mapas tienen su base en imágenes satelitales. La suma de la superficie de hábitats naturales puede calcularse a nivel del país, de la zona agroecológica o de otra unidad de superficie de interés. La superficie ganadera, determinada de forma geográficamente explícita, es el valor de referencia para el cálculo del indicador.

En Uruguay se calculó este indicador como parte de un trabajo sobre la huella ambiental ganadera y se determinó que las secciones policiales (unidades administrativas subnacionales del país) con mayor superficie de área ganadera presentan entre un 63% y un 95% de superficie de hábitats naturales (Equipo Técnico Interinstitucional de la Huella Ambiental Ganadera 2022).

El trabajo identifica como principal desafío la determinación del estado de conservación de los ecosistemas naturales debido a la actividad ganadera.

Para contar con un análisis de sistemas ganaderos a nivel predial, sugieren la recolección de datos de campo y el uso de herramientas de análisis a menor escala.

El análisis de tendencias de este indicador da cuenta de la evolución del impacto de la ganadería sobre los ecosistemas naturales. Por otra parte, comparar el valor de este indicador en diferentes sistemas agrícolas y ganaderos permite analizar sus diversos impactos ambientales.

INDICADOR 7. Bosques

Definición: tendencia de cambio en la cobertura de bosques de regeneración natural y plantaciones forestales en áreas de ganadería.

Forma de cálculo: diferencia entre la superficie de cobertura de bosques del área ganadera en un momento $t+1$ y el momento t , determinados por herramientas de información geográfica, expresada como porcentaje.

Frecuencia de cálculo: en los intervalos de actualización de la cartografía forestal de cada país.

Escala: nacional o por áreas administrativas de cada país.

Con base en mapas de cobertura boscosa y de la actividad ganadera en cada país es posible analizar los cambios y las tendencias. A los efectos de este indicador se utiliza la terminología de la FAO, que define los bosques como “tierras que se extienden por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura *in situ*”.² De acuerdo con esta definición, quedan incluidos los bosques nativos y las plantaciones forestales.

En un metaanálisis de causas de deforestación en zonas tropicales, Geist y Lambin (2002) señalan que en la mayoría de los estudios revisados la deforestación es un fenómeno multicausal, cuyos principales impulsores en zonas tropicales son la expansión de la agricultura, la extracción de madera y la extensión de infraestructura, principalmente caminos. Las causas asociadas a la expansión de la agricultura serían cultivos agrícolas, ganadería y colonización de tierras.

² Portal Terminológico, página web de la FAO: fao.org/faoterm/es/

INDICADOR 8. Productividad de la ganadería

Definición: productividad total de los factores en la ganadería bovina, definida en forma general como el cociente entre un índice de producción ganadera agregada (Q) y un índice de insumos agregados (X).

Forma de cálculo: depende de la metodología utilizada para la estimación.

Frecuencia de cálculo: cada cinco años.

Escala: predial, nacional, regional o por sistema de producción.

Los procesos de transición hacia sistemas de producción más sostenibles requieren de incrementos en la productividad sectorial por mejoras en eficiencia y/o tecnología, y no por una mayor intensificación en el uso de los insumos (con excepciones en países donde coexisten sistemas productivos con niveles muy heterogéneos de tecnología).

Los indicadores simples de productividad utilizados frecuentemente en los análisis coyunturales del sector ganadero (por ejemplo, producción de carne por ha. o por cabeza de ganado) adolecen de una serie de limitaciones para medir en forma rigurosa la productividad de la actividad ganadera. Por esta razón, se suele utilizar en su reemplazo el indicador conocido como productividad total de los factores (PTF). La PTF es la relación entre la producción agregada y los factores agregados utilizados, y se estima generalmente como un residuo, es decir refleja el crecimiento en la producción que no está explicado por un incremento en los niveles de insumos. La estimación de la PTF es una medida estándar en el análisis económico para medir la evolución de la productividad de un sector económico a lo largo del tiempo.

INDICADOR 9. Tasa de extracción

Definición: proporción de cabezas faenadas y exportadas vivas con respecto al inventario total de ganado vacuno no lechero del país.

Forma de cálculo: cociente de la suma del número de animales faenados y el de animales exportados vivos y el total de animales existentes, multiplicado por 100. Se calcula para machos y hembras por separado y también en conjunto.

Frecuencia de cálculo: anual.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países.

La tasa de extracción es un indicador de productividad de la actividad ganadera. A igual sistema de producción, una tasa de extracción mayor señala mayor eficiencia. Por otra parte, sistemas más intensivos, como por ejemplo los de producción bajo confinamiento con baja edad de faena, tienden a tener tasas de extracción mayores que los extensivos.

Los países mantienen series de datos sobre la producción en términos absolutos y relativos a diferentes factores. Cuando se analiza la producción en términos relativos, se pueden visualizar los cambios en los sistemas de producción y en la intensidad del uso de los recursos.

La tasa de extracción como indicador de productividad puede expresarse también como una proporción del peso de los animales faenados y exportados sobre el de los animales en existencia. Para ello es necesario contar con pesos intermedios de los animales (antes de la faena o la exportación). Las estimaciones de esos valores pueden generar incertidumbre en el indicador.

El análisis por sexo del animal da cuenta de las diferencias en los sistemas de producción. La tasa de extracción tiende a ser diferente entre machos y hembras, ya que una proporción significativa de las hembras van a faena después de completar su utilidad como reproductoras. En el caso de los machos, tiende a ser mayor y a aumentar cuando los sistemas son más eficientes, lo que resulta en una baja en la edad de faena.

INDICADOR 10. Tasa de destete

Definición: proporción de terneros destetados por vaca adulta, analizada en conjunto con estadísticas descriptivas de los sistemas productivos en existencia.

Forma de cálculo: cociente del número de terneros producidos en el año t por cada 100 vacas no lecheras en existencia en el año $t-1$.

Frecuencia de cálculo: anual dependiendo de la fuente de datos disponible.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países.

El porcentaje de destete proporciona una medida de la eficiencia del proceso reproductivo del rodeo de cría. Un sistema de producción que hace una utilización eficiente de los recursos tiende a maximizar el número de terneros por vaca entorada. Es un indicador de sostenibilidad tanto económica como ambiental.

Las estadísticas disponibles dan una idea aproximada del porcentaje de destete porque el número de vacas entoradas se toma como equivalente al número de vacas en existencia. Existe una proporción de vacas que en realidad se destinan al engorde o no son entoradas por factores sanitarios, por ejemplo.

El número de terneros producidos también encierra un grado de incertidumbre, ya que la edad de los terneros al destete es diferente en distintos sistemas de producción y, por lo tanto, también lo es la pérdida de animales posdestete. Las estadísticas actualmente no permiten separar los terneros nacidos en establecimientos lecheros. En los comerciales es habitual no criar terneros machos.

Aun tomando en cuenta estas fuentes de incertidumbre, el indicador analizado en conjunto con las estadísticas descriptivas de los sistemas productivos ilustra sobre la eficiencia de los procesos y su tendencia en el tiempo, y da una medida de la sostenibilidad económica de la ganadería.

INDICADOR 11. Transparencia y trazabilidad

Definición: el país cuenta con un sistema de información que permite rastrear el origen y el proceso de transformación de los productos de la ganadería.

Forma de cálculo: el indicador podría definirse como cualitativo o en su defecto generar categorías.
0 = el país no cuenta con sistema de trazabilidad, grupal o individual, del establecimiento productivo hasta la faena.
1 = el país cuenta con un sistema que permite rastrear el origen de grupos de animales desde el establecimiento productivo hacia la faena.
2 = el país cuenta con un sistema que permite rastrear cada animal desde el establecimiento productivo hacia la faena, que es parcial y en general está asociado a sistemas voluntarios. Es importante tomar en consideración la cobertura de sistemas voluntarios de alcance limitado.
3 = el país cuenta con un sistema que permite rastrear cada individuo desde el establecimiento productivo hacia la faena, que abarca todo el rodeo nacional.

Frecuencia de cálculo: anual

Escala: nacional, subnacional y predial.

Que un país cuente con normas y procedimientos que le permitan asegurar la trazabilidad es un insumo para analizar la distribución geográfica de la ganadería y la intensidad o eficiencia en el uso de recursos del ambiente.

Actualmente hay dos tipos de trazabilidad: la grupal y la individual. A su vez, en la región del CAS hay sistemas que son voluntarios y otros que son

obligatorios y universales para todo el rodeo. Estos diferentes sistemas no son comparables entre sí y representan una progresión en el grado de trazabilidad: la grupal brinda menos información que la individual, y la voluntaria permite menos cobertura que la obligatoria universal.

En sus orígenes, los sistemas de trazabilidad en bovinos aseguraban la propiedad de los animales y los planes de control de abigeato de ganado, además de la salud animal y la inocuidad de la carne. Hoy son también una herramienta para informar sobre la sostenibilidad en los sistemas de producción.

4.4.2. Indicadores en la dimensión social de la sostenibilidad en la ganadería

Obtener información para evaluar la sostenibilidad de la ganadería desde el punto de vista social es complejo. Las oficinas competentes en asuntos relacionados con la fase primaria de la producción, que en general son los ministerios de agricultura y ganadería, ponen su foco en estadísticas productivas y no sociales. Por otro lado, las oficinas de estadísticas nacionales trabajan a escala de actividades agropecuarias únicamente, por lo que no es posible identificar las actividades industriales o de transporte que están vinculadas al sector. Podría ser de interés medir el acceso a la salud, a la educación y a la capacitación, pero esa información en general está agregada de forma nacional o por territorios y no está vinculada a actividades económicas en las fuentes oficiales.

A continuación, se brinda un detalle de la propuesta de indicadores para la dimensión social de la sostenibilidad de la ganadería, que hoy no están disponibles y que podría ser interesante desarrollar.

ACTUALMENTE HAY DOS TIPOS DE TRAZABILIDAD: LA GRUPAL Y LA INDIVIDUAL. A SU VEZ, EN LA REGIÓN DEL CAS HAY SISTEMAS QUE SON VOLUNTARIOS Y OTROS QUE SON OBLIGATORIOS Y UNIVERSALES PARA TODO EL RODEO. ESTOS DIFERENTES SISTEMAS NO SON COMPARABLES ENTRE SÍ Y REPRESENTAN UNA PROGRESIÓN EN EL GRADO DE TRAZABILIDAD: LA GRUPAL BRINDA MENOS INFORMACIÓN QUE LA INDIVIDUAL, Y LA VOLUNTARIA PERMITE MENOS COBERTURA QUE LA OBLIGATORIA UNIVERSAL.

INDICADOR 12. Pobreza en zonas rurales

Definición: porcentaje de la población rural que vive por debajo del umbral nacional de la pobreza, desagregado por sexo.

Forma de cálculo: cociente del número de mujeres o varones que tienen ingresos por debajo del umbral nacional de pobreza y del total de mujeres o varones, multiplicado por 100.

Frecuencia de cálculo: anual

Escala: nacional.

Este indicador provee una mirada del bienestar midiendo el porcentaje de personas que no satisfacen sus necesidades básicas. Es relevante contar con datos desagregados por género para visualizar las brechas existentes en esa materia. Actualmente, una limitante es la disponibilidad de estadísticas desagregadas para la ganadería para carne, aunque hay datos publicados que diferencian población rural y urbana.

Las fuentes de datos para este indicador son las encuestas permanentes de hogares que realizan los países. En ellas se reportan datos de personas por debajo de la línea de pobreza, desagregados por diversas variables que incluyen sexo, edad, grupo étnico y lugar de residencia. En los países que reportan la desagregación por sexo, los niveles de pobreza en mujeres son mayores que en varones. Cuando se considera el lugar de residencia, el valor del indicador es mayor para zonas rurales que para zonas urbanas. No se encontraron reportes que discriminen los niveles de pobreza por actividad económica. Podría ser interesante investigar la aplicación de este indicador para las personas que trabajan en la ganadería.

Un método alternativo para medir la pobreza en forma directa es el uso del índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), una serie de indicadores elegidos para constatar si los hogares satisfacen o no sus necesidades principales. Se evalúa según características de la vivienda (tipo de materiales, acceso a agua potable y al sistema de eliminación de excretas, número de cuartos, entre otras) y rasgos demográficos (número de miembros, asistencia escolar de los menores y sus edades, nivel educativo y condición de ocupación) (Feres y Mancero 2001). La fuente de información utilizada por este método son los censos de población y vivienda. Sin embargo, en la revisión de fuentes no se encontraron datos desagregados que permitan cuantificar las necesidades básicas insatisfechas de hogares dedicados a la ganadería.

INDICADOR 13. Empleo en la ganadería

Definición: cantidad de personas de la población económicamente activa empleadas en el sector ganadero en la fase primaria o industrial, desagregada por género.

Forma de cálculo: suma del número de mujeres o varones empleados en actividades relacionadas con la ganadería.

Frecuencia de cálculo: si la fuente de datos son los censos agropecuarios, cada 10 años aproximadamente.

Escala: nacional.

El empleo incide en la sostenibilidad social, ya que afecta la vida y el bienestar de las personas y las comunidades. Los censos agropecuarios de los países recaban información sobre las personas ocupadas en el sector agropecuario y sus diferentes ramas. Estos se realizan en una frecuencia que es variable y en general ocurre cada 10 años. Otros estudios basados en fuentes secundarias, como los registros de la seguridad social, pueden dar información más actualizada. Sin embargo, al igual que en otras estadísticas agropecuarias, la información de la ganadería puede estar agregada con otras actividades. Las estadísticas de empleo en ganadería son reportadas sólo por tres de los seis países del CAS.

Además de la fase primaria, la producción en la ganadería incluye un componente significativo de empleo en transporte, industria frigorífica, curtiembres y otros productos anexos. Por tal motivo, para cuantificar plenamente el número de personas involucradas en la ganadería deberían considerarse todas las fases, desde la primaria hasta la industrial.

El grado de formalidad o informalidad en el empleo agropecuario de diferentes países incide sobre el valor del indicador. En particular la agricultura familiar ocupa mano de obra que no está registrada por no ser asalariada. Otra consideración importante es que el número de personas empleadas no ilustra sobre las condiciones de trabajo ni sobre la efectiva aplicación de las normas laborales. Las condiciones de trabajo pobres inciden en la disponibilidad de mano de obra calificada y en la permanencia de jóvenes en el rubro. Si bien desde el punto de vista social la cantidad de puestos de trabajo es importante, podrían considerarse indicadores complementarios relacionados por ejemplo con la calidad del empleo, el ingreso o las horas trabajadas.

INDICADOR 14. Bienestar animal

Definición: el país cuenta con un conjunto de buenas prácticas ganaderas para la cadena de la carne y un sistema de monitoreo de su aplicación con informes periódicos de cumplimiento.

Forma de cálculo: reporte nacional de documentación de buenas prácticas para la cadena de la carne e informes periódicos de cumplimiento.

Frecuencia de cálculo: anual

Escala: nacional, subnacional o predial.

Que un país cuente con normas y pautas de buenas prácticas ganaderas y que realice un seguimiento de su aplicación es reflejo de su interés en esta materia. El principio de las cinco libertades para el bienestar animal, formulado en los años 90 (Webster 1994), es un paradigma en estas buenas prácticas. Según esos principios, los sistemas de producción deben propender a evitar el hambre, la sed y la desnutrición; generar ambientes de trabajo libres de temor y angustia para los animales, sin molestias físicas ni térmicas, en los que el dolor por lesiones y enfermedades sea controlado; y favorecer espacios en los que los animales tengan libertad de manifestar un comportamiento natural.

Los países de la Organización Mundial de Sanidad Animal (OMSA), de la cual forman parte los miembros del CAS, acordaron directrices de buenas prácticas para el bienestar animal, que combinan principios, valores y bases científicas, éticas, culturales, sociales, religiosas y políticas.³ Para los productos de la ganadería, estas directrices se vinculan con el comercio y el acceso a los mercados.

Las buenas prácticas ganaderas incluyen diversos ámbitos, como el manejo de los animales (por ejemplo, uso de perros, acceso a agua y sombra), el tipo de instalaciones, y la sanidad y calidad de la alimentación y el agua. También se incluyen las prácticas vinculadas al manejo del personal, su bienestar, las oportunidades de capacitación, sus condiciones de trabajo y otras cuestiones como, por ejemplo, el manejo de residuos en las instalaciones. A esto se suman aspectos relacionados con el transporte y las condiciones durante la faena.

Si bien se los incluye dentro de la dimensión social, los aspectos de la salud y sanidad animal que son parte de las buenas prácticas ganaderas tienen una incidencia importante en la producción y, por lo tanto, abarcan también las dimensiones económica y ambiental de la sostenibilidad.

4.4.3. Estadísticas descriptivas

USO DEL SUELO: SUPERFICIE GANADERA

Definición: superficie en hectáreas donde se realizan actividades de ganadería en todas las fases. Incluye áreas de pastoreo directo en pastizales herbáceos de vegetación natural, praderas sembradas y cultivos de forraje. También, de corresponder, incluye áreas silvopastoriles.

³ Para más información, ingresar en woah.org/es/que-hacemos/sanidad-y-bienestar-animal/bienestar-animal/.

Forma de cálculo: suma de las áreas dedicadas a actividades de ganadería incluyendo áreas de pastoreo directo en vegetación natural y praderas y cultivos de forraje sembrados. Se sugiere recabar los datos directamente de las oficinas competentes de cada país. Estos datos se recogen a través de censos agropecuarios y declaraciones anuales de uso de suelo (en el caso de Uruguay).

Frecuencia de cálculo: anual o por intervalos de censos agropecuarios o de generación de datos administrativos, según disponibilidad para cada país.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países. También se podrían generar reportes de superficie ganadera por zonas agroecológicas o ecosistemas.

La superficie del suelo dedicada a la ganadería es un valor de referencia para el cálculo de indicadores de eficiencia productiva. A su vez, los diferentes sistemas de producción ganadera hacen un diferente uso del suelo, de modo que la superficie ganadera por unidades de territorio permite calcular indicadores de intensidad en el uso de recursos naturales.

Los sistemas intensivos basados en encierros en corrales con alimentación a base de concentrados tienen una producción alta por unidad de superficie, ya que usan insumos producidos en tierras de cultivos. Los sistemas extensivos tienen una producción por unidad de superficie menor y en general también es menor su impacto ambiental a nivel local.

Se propone que la superficie ganadera sea recabada de forma geográficamente explícita para poder realizar análisis geográficos relacionados, por ejemplo, con la ganadería de hábitats naturales. La determinación de la superficie ganadera de esta manera también sirve de apoyo al indicador de trazabilidad y transparencia de la producción de carne.

EXISTENCIAS DE GANADO BOVINO

Definición: cantidad de cabezas de ganado bovino desagregada por sexo y edad.

Forma de cálculo: suma del número de animales existentes en un momento dado, desagregado por sexo y edad o categoría. Las categorías sugeridas son terneros y terneras, vaquillonas o hembras sin entorar, vacas de cría o hembras entoradas, vacas de invernada o vacas de refugio que no se entoran, toros, y novillos o machos castrados de uno a dos años, de dos a tres años y de más de tres años. Se sugiere recabar los datos directamente de las oficinas competentes de cada país. Estos se recogen a través de censos agropecuarios o declaraciones anuales de existencias.

Frecuencia de cálculo: anual.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países.

La recolección de datos desagregados por categoría (edad y sexo de los animales) permitiría generar indicadores de orientación de los sistemas de producción y eficiencia de los procesos productivos. Las oficinas de estadísticas agropecuarias de los países son la fuente de información más directa y actualizada de este dato. Este indicador puede ser utilizado en conjunto con otros ambientales para medir la intensidad del uso de recursos, y con otros económico-productivos para medir la eficiencia de los procesos de producción.

SISTEMA PRODUCTIVO

Definición: porcentaje de animales bajo diferentes sistemas de producción con respecto a las existencias bovinas del país.

Forma de cálculo: número de animales en establecimientos productivos que realizan ganadería en régimen de encierro a corral, ganadería pastoril comercial o ganadería pastoril de subsistencia (donde las transacciones en el mercado son menores), como proporción de las existencias de ganado bovino del país en un momento dado.

Frecuencia de cálculo: anual.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países.

La fuente de datos para el cálculo de este indicador son los censos o declaraciones administrativas de las oficinas de estadísticas agropecuarias de los diferentes países. Los censos agropecuarios son los que pueden generar la información más detallada sobre los sistemas de producción a nivel nacional y subnacional.

Como referencia adicional, las guías LEAP definen cinco sistemas de producción (FAO 2016):

1. Intensivos, en los que los animales se mantienen estabulados permanentemente o durante la mayor parte del año.
2. Intensivos con animales criados predominantemente sobre pasturas en establecimientos ganaderos.
3. Extensivos en pastoreo comunal.
4. Con producción integrada a plantaciones forestales y bosques y agricultura.
5. Intensivos de gran escala, incluyendo sistemas con integración vertical y encierros.

Por otra parte, Steinfeld *et al.* (2019, citados por Magnusson *et al.* 2022) definieron tres sistemas ganaderos:

1. Extensivos, en los que se utiliza mucha tierra y pocos insumos de mano de obra y capital, y que generalmente están asociados a áreas pastoriles, agropastoriles y silvopastoriles.
2. Intensivos en mano de obra, explotaciones de pequeña escala a menudo limitadas por la escasez de tierra y de capital.
3. Intensivos en capital, asociados a la inversión de capital a través de la intensificación y mecanización. En esta categoría hay un rango de sistemas desde uso de pasturas sembradas hasta estabulados con alimentación que incluye granos.

FAENA

Definición: cantidad de cabezas de ganado faenadas por año, desagregada por sexo y edad.

Frecuencia de cálculo: anual.

Escala: nacional o por unidades administrativas de los países.

Los datos de faena por sí mismos sirven para monitorear el volumen de producción ganadera de un país o una región y también como insumos para calcular tasas de extracción o índices de intensidad del uso de recursos.

La fuente confiable para este indicador son las oficinas de estadísticas agropecuarias de los países. Por ejemplo, el INAC de Uruguay, el SENACSA de Paraguay, el SENASA de Argentina.

El volumen de carne faenada podría ser un indicador más integral de la producción. Sin embargo, es un dato que tiene un alto grado de incertidumbre y no es rutinariamente reportado por los países.

VALOR AGREGADO DE LA GANADERÍA

Definición: valor económico adicional que adquieren los bienes y servicios durante el proceso productivo de la ganadería.

Forma de cálculo: valor de la producción ganadera menos insumos intermedios (insumos y servicios contratados) a precios de mercado para un año base, para aislar los cambios ocasionados por los precios.

Frecuencia de cálculo: anual.

Escala: nacional.

Se propone un indicador del aporte de la fase primaria de la ganadería a la economía nacional. Es posible también generar indicadores que integren la fase industrial y el transporte, aunque obtener la información para esos cálculos presenta desafíos propios.

Los institutos de estadísticas y los bancos centrales nacionales reportan el PIB desglosado por actividades económicas principales. En la mayoría de los casos, la ganadería se encuentra agrupada con otras actividades agrícolas, como la silvicultura, la pesca, la caza y en algún caso la minería. Esto dificulta el análisis del valor agregado del sector. Por otra parte, cambios en la actividad ganadera tienen un efecto multiplicador en la economía con impacto por ejemplo en la actividad industrial o del transporte, que puede ser de interés medir y reportar.

UNIDADES DE PRODUCCIÓN DE LA AGRICULTURA FAMILIAR

Definición: proporción de unidades de producción ganaderas familiares con respecto al total de las unidades de producción ganaderas del país. Se define como unidades familiares a aquellas que cumplen con los criterios establecidos por cada país.

Forma de cálculo: determinado por las oficinas de estadísticas agropecuarias de cada país sobre la base de registros administrativos o censos agropecuarios.

Frecuencia de cálculo: en los países donde existen registros administrativos la actualización del cálculo puede ser anual. Si fuera basado en censos agropecuarios la actualización será cada 10 años.

Escala: nacional.

La agricultura familiar es un componente esencial de la sostenibilidad social, ya que fomenta el desarrollo comunitario y fortalece la cohesión social, las tradiciones y los conocimientos locales de las comunidades rurales.

La definición de unidad de producción familiar o de pequeño productor tiene diferencias entre los países del CAS y según la región agroecológica o los rubros de producción (Preve 2004). Dentro de su diversidad, la agricultura familiar en ALC se concentra mayormente en el segmento de subsistencia, orientado al autoconsumo; con un porcentaje menor orientado a la venta y autoconsumo que se denomina en transición, y a la llamada agricultura familiar consolidada, que cuenta con mayores recursos de tierra, tiene acceso a mercados (tecnología, capital, productos) y genera excedentes (Leporati *et al.* 2014).

4.4.4. Otros indicadores de interés

En el proceso de elaboración de esta propuesta quedaron a un lado indicadores de interés para ilustrar diferentes aspectos relacionados con las dimensiones de la sostenibilidad. Como se mencionó previamente, este ejercicio es una primera aproximación en pos de la construcción e implementación de un marco de indicadores para la ganadería sostenible de la región del Cono Sur y Bolivia, por lo cual indicadores considerados de relevancia por actores públicos y privados no fueron abordados.

En función de las encuestas realizadas y los talleres virtuales y presenciales realizados, en la próxima fase de este ejercicio se debería evaluar la posibilidad de incluir indicadores relacionados a la regularización de la propiedad de la tierra, a los niveles educativos observados en las zonas de influencia de la ganadería, a la equidad de género en puestos directivos de la institucionalidad ganadera, a la salud del suelo, a los niveles de intensidad de uso de los insumos (más allá del carbono) y al acceso al crédito, entre otros indicadores destacados.



05

INVENTARIOS NACIONALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: ESTADO DE SITUACIÓN, DEMANDAS Y PRIORIDADES DE INVESTIGACIÓN

Elaborado por Fabio Montossi.
Revisado y comentado por Diego Gauna y Gonzalo Muñoz.

Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero: estado de situación, demandas y prioridades de investigación

Las emisiones y absorciones de GEI y su medición son un aspecto fundamental para el sector ganadero por su impacto en el cambio climático y la gestión ambiental. Durante los meses de trabajo en la construcción de la Plataforma de Ganadería Sostenible, se encontró que existía demanda de los países del CAS para identificar y priorizar áreas de mejora en la medición y reporte de los inventarios, y en particular en los procesos de articulación y cooperación entre los responsables de los inventarios nacionales y los investigadores de los diferentes centros de investigación de la región, trabajo que venía impulsando el grupo técnico de ganadería sostenible del Procisur. Así surge el análisis incluido en esta sección, cuyos cometidos se presentan a continuación.

Los países del CAS forman parte de la CMNUCC, cuyo objetivo es estabilizar las concentraciones de GEI a un nivel que impida interferencias antropógenas (inducidas por el hombre) peligrosas en el sistema climático. La CMNUCC entró en funcionamiento el 21 de marzo de 1994 y en la actualidad cuenta con 197 países involucrados.

El Acuerdo de París, adoptado en 2015 durante la 21ª Conferencia de las Partes (COP21) y en vigor desde noviembre de 2016, estableció la obligación y las bases de revisión y estrategias de mejora para que los países implementen acciones para reducir sus emisiones de GEI (Dimitrov 2016; Rajamani 2016). El objetivo a largo plazo es mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de los 2 grados Celsius (°C) por encima de los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitarla a 1,5 °C (UN 2015). Ese nivel debe alcanzarse en un mediano plazo (los años objetivo son 2030 y 2050) para permitir que los ecosistemas se adapten de forma natural al cambio climático, y garantizar así que la producción de alimentos no se vea amenazada y que el desarrollo económico prosiga de forma sostenible. Para alcanzar estas metas, es necesario un equilibrio entre las diferentes fuentes de emisiones antropogénicas de GEI y de la absorción por los sumideros de carbono.

Según el Protocolo de Kioto, en el marco de la CMNUCC, las Partes del Anexo I deben informar sobre sus emisiones de GEI y demostrar cómo avanzan hacia sus objetivos. Los países calculan sus emisiones siguiendo directrices y normas de notificación. Estas últimas las deciden de común acuerdo. En cuanto a las directrices, desde 2015 utilizan las elaboradas en 2006 por el IPCC (2006) para los INGEI; esto permite comparar los inventarios de distintos países.

Los INGEI cumplen un rol fundamental en el seguimiento de los avances hacia los objetivos climáticos nacionales y mundiales, y deben cumplir cinco principios: transparencia, exactitud, exhaustividad, comparabilidad y coherencia (IPCC 2006). En su estudio a escala mundial, que abarca el período de 1997 a 2019, Umemiya y White (2023) señalan que la mitad de los países en desarrollo han avanzado en su capacidad de reportar sus INGEI, mientras que la otra mitad no la ha mejorado.

En este marco, los países del CAS tienen la obligación de informar periódicamente sus emisiones de GEI. Cada país prepara, comunica y mantiene actualizadas sus sucesivas NDC, en las que se describen las medidas y planes de acción nacionales de mitigación, con el fin de alcanzar los objetivos acordados (Voigt 2016). Para documentar los avances, cada país debe presentar un informe bienal de transparencia que incluya el inventario nacional; los progresos realizados en la aplicación y el logro de las NDC; los impactos del cambio climático y la adaptación; el apoyo financiero, de transferencia de tecnología y de creación de capacidad, necesario y recibido por los países en desarrollo; y la colaboración de organismos multilaterales.

Esto demuestra la importancia de la creación de capacidades que permitan mediciones efectivas de los INGEI para alcanzar los objetivos climáticos nacionales, incluida la resiliencia climática y las vías de desarrollo con bajas emisiones de GEI. La fortaleza y calidad del diálogo, la articulación y la cooperación que se logre entre los actores del sistema de I+D+i es crucial para que los países del CAS progresen en alcanzar las metas internacionales comprometidas.

En esta sección se presentan los resultados de una encuesta y de entrevistas realizadas a los responsables de los INGEI de los países del CAS, cuyos objetivos específicos fueron:

- Analizar la información oficial sobre los datos de actividad y factores de emisión de GEI generados para cada país del CAS en ganadería bovina para carne.
- Conocer la vinculación y articulación entre los referentes de los INGEI y los equipos de investigadores de los centros de investigación.
- Identificar necesidades y prioridades de investigación para mejorar el reporte de los INGEI y para que sean considerados en la agenda de trabajo de los organismos de I+D+i de cada país.
- Identificar áreas con limitaciones y formular posibles estrategias de mejora continua.

5.1. Metodología

Para alcanzar los objetivos planteados, la propuesta se centralizó en generar un ámbito de intercambio de información calificado con los referentes de los INGEI de los seis países del CAS, mediante una encuesta inicial y posteriores entrevistas personalizadas. Los referentes de cada país fueron seleccionados por su rol clave dentro de los equipos nacionales de los INGEI. Este proceso fue realizado en colaboración con el Procisur.

Para el proceso interactivo planificado con los referentes de los INGEI, se diseñó una encuesta específica, con cinco capítulos centrales: **a)** información sobre los referentes nacionales y sus equipos, **b)** información de emisiones de GEI, **c)** datos por actividad, **d)** fuentes de información, y **e)** inventarios, desafíos e investigación/innovación. Dentro de estos cinco capítulos, se formularon en total 19 preguntas. La encuesta fue enviada a cada responsable de los seis países del CAS y contiene una combinación de preguntas abiertas y cerradas. En el caso de las cerradas, se propusieron cuadros diseñados que orientaron las respuestas.

Asimismo, se llevaron a cabo entrevistas virtuales con cada referente y su equipo de colaboradores en el período comprendido entre fines de octubre y principios de noviembre de 2023. En estas instancias se presentaron y explicaron los objetivos, la estrategia, el alcance y el formato de la encuesta, y se respondieron todas las dudas planteadas por los entrevistados. El trabajo fue completado y enriquecido con la información obtenida del último informe oficial disponible de los INGEI presentado por cada país al IPCC, y con la revisión de la literatura internacional.

5.2. Resultados y discusión

5.2.1. Emisiones por sector, por país y total de la región

Los países deben calcular las emisiones y absorciones directas e indirectas de CO₂, N₂O, CH₄, monóxido de carbono, hidrofluorocarbonos, perfluorocarburos y trifluoruro de nitrógeno, para cinco sectores:

1. Energía (por ejemplo, emisiones del transporte y la generación de electricidad).
2. Procesos industriales y uso de productos (por ejemplo, producción de metales, cemento y refrigeración).
3. Agricultura y ganadería (por ejemplo, sistemas digestivos de los rumiantes, fertilizantes y estiércol). Incluye las emisiones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias (agrícolas y ganaderas). Se contabilizan las emisiones de CH₄, N₂O y CO₂ relacionadas con el ganado, el suelo (incluyendo suelos gestionados, cultivo de arroz, encalado y fertilización con urea), y la quema de biomasa.

4. Usos de la tierra, cambio de usos de la tierra y silvicultura (UTCUTS), único sector en el que se producen tanto emisiones como absorciones de CO₂. Involucra un seguimiento de los GEI procedentes de usos del suelo como bosques, cultivos y pastos; y abarca los cambios que se producen en los suelos y la vegetación, y cambios en el uso de la tierra.
5. Residuos (por ejemplo, vertederos y tratamiento de aguas residuales).

En la actualidad, la información de las emisiones de los sectores agricultura y ganadería y UTCUTS —que, sumados, forman el sector AFOLU— se reportan de manera separada. Los encargados de estos procesos coordinan entre sí la coherencia metodológica y las definiciones transversales a ambos (Ministerio del Medio Ambiente de Chile 2023).

Las emisiones de los diferentes gases se estiman utilizando el concepto de potencial de calentamiento global (PCG), el cual proporciona una medida de cuánto contribuye un determinado GEI al calentamiento de la Tierra durante un período de tiempo específico. A partir de las presentaciones de 2015, las Partes del Anexo I utilizan los valores de PCG₁₀₀ para un horizonte de 100 años como métrica de conversión a CO₂eq (UNFCCC 2014a). El gas de referencia es el CO₂, que tiene un PCG de 1, mientras que el CH₄ y el N₂O tienen PCG de 25 y 298, respectivamente (Myhre *et al.* 2013). Para cada gas, la masa de emisiones se multiplica por su valor de PCG asociado para obtener una medida de CO₂eq, y permitir así la comparación entre sectores y países, y en el tiempo.

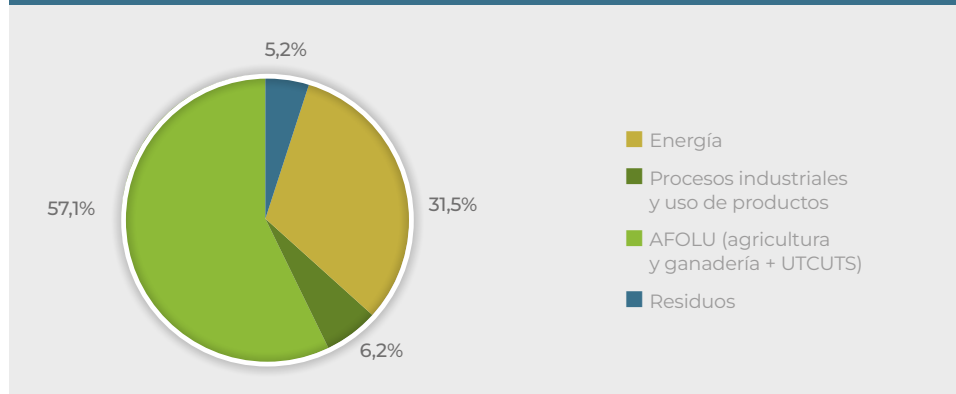
Los países del CAS en conjunto registran un nivel de emisiones netas de 2.235.097 gigagramos de CO₂eq, que se reparte de la siguiente manera: sector AFOLU, 57,1%; energía, 31,5%; procesos industriales y uso de productos, 6,2%; y residuos, 5,2% (**figura 11**). A nivel mundial, el aporte del sector AFOLU es del 17%¹ y por ejemplo en Estados Unidos es del 24% (IPCC 2014).

Esto demuestra el rol mayoritario de este sector como fuente de emisión para la región.

Entre los países del CAS, con la excepción de Chile, el sector AFOLU aporta un rango de emisiones sobre el total del 45% (Argentina) al 81% (Paraguay). Con referencia a las emisiones totales de GEI de la región por país, Brasil (70,5%) y Argentina (16,8%) aportan aproximadamente el 88% del total, mientras que Chile (4,7%), Bolivia (3,7%), Paraguay (2,8%) y Uruguay (1,4%) tienen una participación mucho menor (**figura 12**).

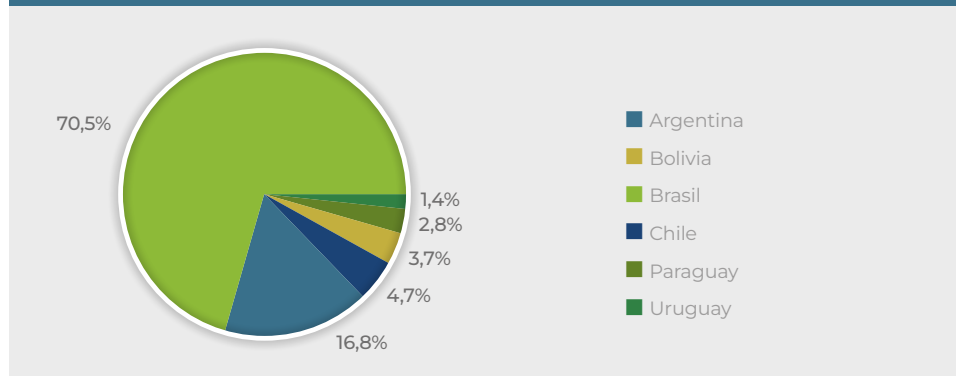
¹ Datos disponibles en la página web de Center for Climate and Energy Solutions: c2es.org/content/international-emissions/.

FIGURA 11. CONTRIBUCIONES DE EMISIONES NETAS DE GEI DE CADA SECTOR EN LA REGIÓN DEL CAS



Fuente: elaboración propia.

FIGURA 12. CONTRIBUCIONES DE EMISIONES NETAS DE GEI POR PAÍS DEL CAS



Fuente: elaboración propia.

A nivel mundial, China (29,2%), Estados Unidos (11,2%), India (7,3%), la Unión Europea (6,7%), Rusia (4,8%) y Brasil (2,4%) fueron en 2022 los seis mayores emisores de GEI (sin incluir el efecto de UTCUTS). Estos países representan en conjunto el 50,1% de la población mundial, el 61,2% del PIB, el 63,4% del consumo de combustibles fósiles y el 61,6% de las emisiones de GEI (Crippa *et al.* 2023).

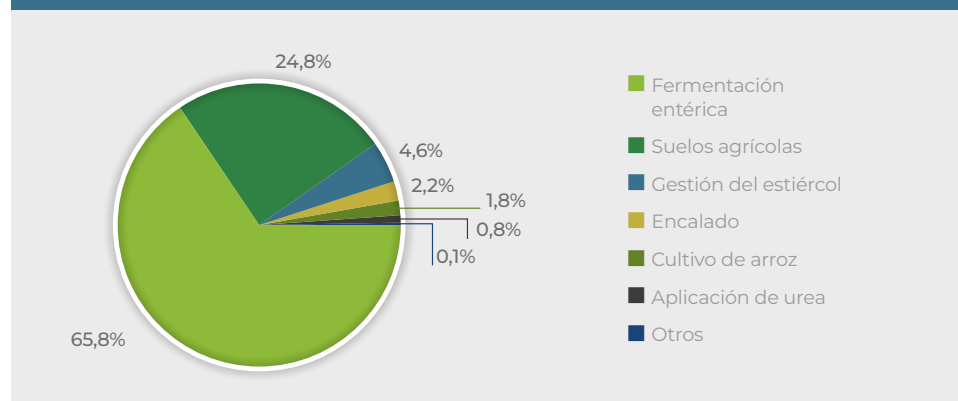
Los seis países del CAS contribuyen en conjunto con aproximadamente el 3,6% de las emisiones globales de GEI. El aporte de Brasil es el mayor, mientras que el resto de los países realizan contribuciones marginales: Argentina, del 0,71%; Chile, 0,25%; Bolivia, 0,11%; Paraguay, 0,08%; y Uruguay, 0,07%.

El 91% de las emisiones del sector agricultura y ganadería en el conjunto de países del CAS proviene de las fuentes de fermentación entérica (65,8%) y de los suelos agrícolas (24,8%) (**figura 13**). Entre los países, estas fuentes abarcan un rango que va de 39,4% (Chile) a 89,5% (Bolivia) para fermentación entérica, y de 3,8% (Bolivia) a 39,8% (Chile) para suelos agrícolas. Las emisiones provenientes de

EL 91% DE LAS EMISIONES DEL SECTOR AGRICULTURA Y GANADERÍA EN EL CONJUNTO DE PAÍSES DEL CAS PROVIENE DE LAS FUENTES DE FERMENTACIÓN ENTÉRICA (65,8%) Y DE LOS SUELOS AGRÍCOLAS (24,8%).

la gestión de estiércol (4,6%), encalado (2,2%), cultivo de arroz (1,8%) y aplicación de urea (0,8%) son sustancialmente menores. En algunos países no se contabilizan las emisiones provenientes de aplicación de encalado, y la fuente “otros” es insignificante. Esta información demuestra la relevancia de las emisiones provenientes de la ganadería, que superan el 58% del total de emisiones para todos los países, con la excepción de Chile, donde los aportes de GEI de los suelos agrícolas son similares a los de la fermentación entérica.

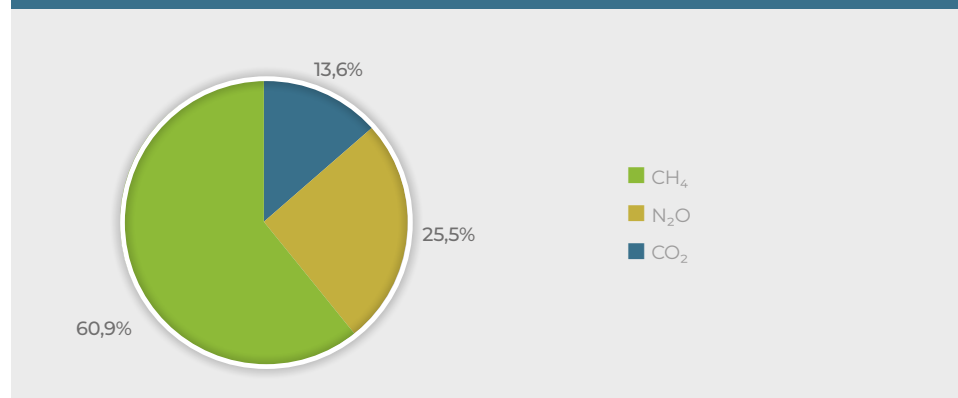
FIGURA 13. CONTRIBUCIÓN DE LAS EMISIONES NETAS DE GEI DEL SECTOR AGRICULTURA Y GANADERÍA A LA REGIÓN DEL CAS, SEGÚN LAS DIFERENTES FUENTES



Fuente: elaboración propia.

La **figura 14** presenta las emisiones netas totales de agricultura y ganadería por tipo de GEI (según el último reporte de inventario anual publicado por cada país). El CH₄ (60,9%) predomina sobre los otros dos tipos de gases del sector (13,6% CO₂ y 25,5% N₂O). Con la excepción de Chile, cuya actividad ganadera es poco relevante en relación con el resto de los países, esta tendencia es consistente (el rango se ubica entre el 53,4% y el 84,6%) en todos los países del CAS.

FIGURA 14. CONTRIBUCIÓN DE EMISIONES DE GEI DEL SECTOR AGRICULTURA Y GANADERÍA A LA REGIÓN DEL CAS, SEGÚN TIPO DE GAS



Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Población y sistemas de producción de bovinos para carne y otros rumiantes

Los países del CAS en su conjunto tienen un stock de más de 376 millones de rumiantes (**tabla 7**). En el análisis por países, Argentina (19,4%) y Brasil (65,8%) explican el 85% de estas existencias, seguidos en orden de importancia por Uruguay (4,9%), Bolivia (4,7%), Paraguay (3,8%) y Chile (1,5%). En cuanto a la tenencia de bovinos para carne, Brasil muestra una dominancia aún mayor (70,4%) frente a Argentina (18,0%), Paraguay (4,6%), Uruguay (4,0%), Bolivia (2,2%) y Chile (0,7%).

Del stock total de rumiantes en los países del CAS, un 74,9% son bovinos para carne, un 6,9% bovinos para leche, un 13,3% ovinos, un 4,6% caprinos y un 0,4% bubalinos. Esta información muestra la trascendencia de los bovinos para carne como especie dominante en la contribución a las emisiones de GEI, entre las que se destacan las provenientes de la fermentación entérica con relación a las de la excreta y orina.

Los INGEI de los países del CAS definen, además del número de bovinos para carne, el de categorías del rodeo según su función productiva, sexo y edad. También se contabiliza la distribución de esos bovinos en las diversas regiones y sistemas de producción a diferentes niveles de escala territorial. Esta información permite estimar las emisiones junto a los coeficientes utilizados de factores de emisión de la población nacional de animales. En los INGEI, Argentina y Uruguay disponen de la información más detallada de datos de actividad para bovinos para carne, ya que cuentan con un nivel de especificidad mayor en la definición y la escala de los sistemas de producción.

Otra información adicional que demuestra la importancia de los países del CAS en cantidad de bovinos es su tenencia en comparación con el total mundial. Según [Our World in Data](#), de la población mundial (cabezas) de bovinos (para carne y leche: 1.529 millones), ovinos (1.285 millones), caprinos (1.111 millones), bubalinos (204 millones) y la sumatoria de estas especies (4.129 millones), los países del CAS representan el 20,1%, 3,9%, 1,5%, 0,7% y 9,1% respectivamente. Si esta comparación se hace con respecto a América del Sur, el CAS representa el 82,9%, 77,9%, 68,4%, 75,5% y 81,5% respectivamente.

TABLA 7. CANTIDAD Y PROPORCIÓN DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DE RUMIANTES POR PAÍS DEL CAS, Y CATEGORIZACIÓN DE LOS INGEI DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINOS

	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay
ESPECIES	Número total de animales / Porcentaje	Número total de animales / Porcentaje	Número total de animales / Porcentaje	Número total de animales / Porcentaje	Número total de animales / Porcentaje	Número total de animales / Porcentaje
Bovinos para carnes						
Total CAS: 281.962.785	50.862.808 18,0%	6.157.000 2,2%	198.532.326 70,4%	1.963.098 0,7%	13.031.168 4,6%	11.416.385 4,0%
Categorías y sistemas de producción descriptos en el inventario	8 categorías según sexo, función productiva y edad provenientes de 75 sistemas modales de producción (35 de invernada de novillos, 16 de invernada de vaquillonas y 24 de cría) en 8 regiones ganaderas del país.	3 categorías según sexo y edad provenientes de 3 regiones del país, pero no se clasifican según sistema productivo.	8 categorías según sexo, función productiva y edad provenientes de 27 unidades federales de 5 microrregiones del país subdivididas por sistemas confinados y a pasto.	5 categorías según sexo y edad provenientes de 16 regiones del país, pero no se clasifican según sistema productivo.	8 categorías según sexo, edad y función productiva, con muy escaso grado de poder discriminatorio de qué sistema de producción proviene cada animal.	9 categorías según sexo, edad y función productiva, provenientes de 7 regiones agroecológicas, discriminadas por el uso del suelo a nivel de sección policial.
Bovinos para leche						
Total CAS: 26.004.005	3.034.311 11,7%	1.631.000 9,2%	19.667.256 75,6%	586.954 2,3%	760.184 2,9%	324.300 1,2%
Ovinos						
Total CAS: 49.988.972	14.339.908 28,7%	7.788.000 44,1%	18.403.947 36,8%	2.356.247 4,7%	535.000 1,1%	6.565.870 13,1%
Caprinos						
Total CAS: 17.216.396	4.617.953 26,8%	2.091.000 11,8%	9.774.784 56,8%	576.216 3,3%	148.000 0,9%	8.443 0,0%
Bubalinos						
Total CAS: 1.513.903	132.321 8,7%	- -	1.370.941 90,6%	- -	10.641 0,7%	- -

Fuente: elaboración propia con base en información provista por Our World in Data.

5.2.3. Fuentes de información para los inventarios nacionales en bovinos para carne

Datos de actividad

Para estimar las emisiones de GEI del sector ganadero de bovinos para carne de cada país, el modelo de inventario utiliza los datos de actividad junto con los factores de emisión, y las ecuaciones y metodologías. Los datos de actividad se definen como “datos sobre la magnitud de la actividad humana que da lugar a emisiones o absorciones que tienen lugar durante un período de tiempo determinado” (UNFCCC 2014a). Los datos de actividad para el inventario se recopilan en períodos variables, según la frecuencia y tipo de fuente de información que se utilice. Las fuentes son variadas; provienen de censos nacionales o sectoriales, de encuestas específicas o de consultas a expertos. Los valores de actividad (enero-diciembre) se calculan a partir de dos años; esto proporciona datos de población de cada subcategoría de especies para su uso en los cálculos del modelo de estimación de emisiones.

La disponibilidad y la exactitud de la información (en tiempo y forma) de las diferentes fuentes son claves para cumplir con las garantías de los principios y criterios establecidos por el IPCC (2006): comparabilidad, exhaustividad, coherencia, transparencia y exactitud. En la **tabla 8** se observa la importancia de las diferentes fuentes de información para datos de actividad, según la encuesta realizada a referentes de los INGEI. La fuente más utilizada es la información oficial de los ministerios públicos (con la excepción de Bolivia), complementada con la de las empresas y expertos privados, censos agropecuarios y encuestas a sectores y a instituciones estatales de I+D+i. Siguen las fuentes denominadas “sector académico y acuerdos con empresas privadas”, aunque con un grado de importancia baja.

Existen diferencias en el uso de algunas fuentes según el país. Por ejemplo, Uruguay y Paraguay utilizan en mayor medida la información de acceso libre proveniente del sector privado. Para Bolivia, Brasil y Chile los censos agropecuarios son relevantes, aunque en algunos casos la frecuencia de disponibilidad de la información puede ser una limitante para la generación de los reportes nacionales de los INGEI. Con la excepción de Brasil, la información proveniente del sector académico es relativamente poco importante.

TABLA 8. IMPORTANCIA DE LAS FUENTES PARA LA ESTIMACIÓN DE LOS DATOS DE ACTIVIDAD DE BOVINOS PARA CARNE, POR PAÍS DEL CAS (EN ESCALA DE PUNTOS DE 1 A 5)
Nota: grado de importancia 1 = muy baja; 2 = baja; 3 = media; 4 = alta; y 5 = muy alta.

Fuentes/País	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay	TOTAL CAS
Censos agropecuarios	1	5	5	5	3	1	3,3
Encuestas sectoriales	1	5	3	5	4	1	3,2
Empresas y expertos privados (acceso libre)	1	3	3	1	5	5	3,0
Empresas privadas (con base en acuerdos)	1	2	4	3	1	1	2,0
Instituciones estatales de I+D+i	3	3	5	4	1	1	2,8
Sector académico (universidades)	1	3	5	2	1	1	2,2
Ministerios públicos	5	1	4	4	4	5	3,8

Fuente: elaboración propia con base en la información proporcionada por las referentes de inventarios de cada país.

Factores de emisión

El nivel más básico de complejidad de los informes en la estimación del factor de emisión es el nivel 1 (*Tier 1*, en inglés). En este nivel, los países utilizan datos de actividad propios, pero pueden utilizar ecuaciones y parámetros por defecto, y factores de emisión proporcionados por el IPCC. En la metodología para el nivel 1 los datos no están desglosados en subcategorías; por ejemplo, se utiliza la población total de animales (bovinos) en lugar de las categorías de esta especie (novillos, vacas, terneros, etcétera). La metodología del nivel 1 tiene en cuenta la demografía de la población ganadera y los datos de producción específicos de cada país a través de supuestos incorporados en los factores de emisión por defecto y los parámetros relacionados. Las directrices del IPCC instan a los países a mejorar la estimación desarrollando factores de emisión específicos y parámetros relacionados, mediante la investigación y la aplicación de información particular del país. Al nivel básico le sigue el nivel 2, si se dispone de datos desglosados sobre la población y la producción de un país. La base de esta metodología para las emisiones del ganado es la estimación de las necesidades energéticas —por ejemplo, del ganado vacuno y ovino— y la ingesta de materia seca

—forraje y suplementos— suficiente para satisfacer dichas necesidades, que está asociada al peso del animal. Las emisiones de CH_4 y N_2O pueden calcularse a partir de las estimaciones de ingesta de materia seca. El nivel 2 refleja un mayor refinamiento en las tecnologías de manejo y alimentación animal aplicadas a diferentes sistemas de producción o regiones de un país, lo que permite captar los efectos del desarrollo ganadero y de las políticas nacionales de mitigación y adaptación al cambio climático en las emisiones de dicho sector (Wilkes *et al.* 2017).

Existe un tercer nivel, en el que los países desarrollan sus propios modelos y sistemas de medición específicos que se adaptan a las circunstancias nacionales y en muchos casos se derivan de información experimental directa, se repiten en el tiempo y utilizan conjuntos de datos subnacionales de alta resolución. La implementación de este nivel implica, dependiendo del factor y el gas:

- Desarrollar e implementar modelos de simulación sofisticados.
- Disponer de información detallada de la composición de la dieta y de los productos derivados de la fermentación ruminal.
- Considerar la variación estacional de la población animal.
- Contar con el valor nutricional de los suplementos empleados en la dieta de los animales (y su consumo relativo con respecto al del forraje).
- Disponer de balances de entradas y salidas en el sistema (gestión del estiércol, N_2O).
- Documentar con claridad la descripción de los procedimientos de estimación.
- Poner a disposición los datos de actividad en tiempo y forma.

Los enfoques de la jerarquía de niveles se ajustan a un formato de notificación estándar común a todos los niveles. Esto garantiza que las estimaciones calculadas a un nivel detallado puedan también agregarse hasta un nivel mínimo común de detalle para su comparación con todos los demás países declarantes del IPCC a nivel global (Ruden *et al.* 2023).

La región del CAS tiene un clima favorable para la ganadería, abundantes pasturas naturales, tierras agrícolas en rotación con pasturas, y prácticas ganaderas de valor y reconocimiento histórico. Esto permite que se desarrollen sistemas de producción basados en pasturas y a cielo abierto. Las prácticas ganaderas son extensivas sobre pasturas naturales (sobre todo los sistemas de cría bovina) al aire libre durante todo el año. Y en el caso de los sistemas semiextensivos o intensivos se incorporan pasturas mejoradas, que tienen una mayor dependencia de la fijación del nitrógeno por las leguminosas que de los fertilizantes nitrogenados como principal fuente de nitrógeno.

En su forma original, la metodología de nivel 2 elaborada por el IPCC para los países desarrollados no se adapta bien a los sistemas extensivos, semiextensivos e intensivos predominantes de la región del CAS, ya que fue

diseñada sobre información científica generada sobre la base de sistemas de alimentación de Europa y Estados Unidos, que utilizan altos niveles de concentrado a base de granos y que asumen que los animales están estabulados durante una parte significativa de su vida.

Los países del CAS tienen una proporción menor de emisiones provenientes de la gestión del estiércol en comparación con otras Partes del Anexo I de la CMNUCC (como Estados Unidos y países de la Unión Europea), lo cual está asociado a un uso sustancialmente menor de sistemas de confinamiento en la recría y engorde de ganado para carne y leche. Esto determina la necesidad de que los países de la región desarrollen su propia metodología de nivel 2 para ajustar sus estimaciones a las directrices de buenas prácticas del IPCC, teniendo en cuenta las características únicas y el ciclo de vida de cada especie, y la productividad cambiante de las diferentes cadenas de valor (cárnica, láctea y lanera). Este avance metodológico permitirá una estimación más precisa de las emisiones de las principales especies animales de la región en comparación con los factores de emisión fijos del IPCC que se usan por defecto para otras realidades productivas.

La utilización de métodos y parámetros por defecto del nivel 1 del IPCC para las principales categorías de emisiones se traduce en dudas con relación a las políticas climáticas (Ruden *et al.* 2023). La investigación local y regional cumple un rol fundamental en la adaptación y la mejor precisión de la estimación de los factores de los INGEI.

La **tabla 9** presenta las metodologías utilizadas en las estimaciones de los factores de emisión de GEI en bovinos para carne en los países del CAS. Toda la región está utilizando el nivel 2 para la estimación de los factores de fermentación entérica (CH₄) y de gestión del estiércol (CH₄ y N₂O), con la excepción de Paraguay en la estimación del factor de gestión del estiércol con N₂O.

TABLA 9. USO DE LOS NIVELES DE FACTORES DE EMISIÓN DE BOVINOS PARA CARNE POR PAÍS DEL CAS Y TIPO DE GAS (se marca con X la metodología utilizada)								
Factor de emisión (gas)	Nivel	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay	TOTAL CAS
Fermentación entérica (CH₄)	1							0
	2	X	X	X	X	X	X	100
	3							0
Gestión de estiércol (NO₂)	1					X		20
	2	X	X	X	X		X	80
	3							0
Gestión de estiércol (CH₄)	1							0
	2	X	X	X	X	X	X	100
	3							0

Fuente: elaboración propia con base en la información proporcionada por los referentes de inventarios de cada país.

La situación cambia cuando se analizan otras especies de rumiantes (bovinos para leche, ovinos, caprinos y bubalinos), aunque en el caso de bovinos para leche la forma de cálculo es idéntica a la de bovinos para carne. En otros estudios se observan semejanzas y discrepancias con los resultados de la encuesta aquí realizada. La información recopilada es coincidente con los resultados del trabajo de Ruden *et al.* (2023), en el que se señala que 7 de 11 países de ALC están aplicando el nivel 2 para la estimación de factor de emisión en bovinos por fermentación entérica. Sin embargo, para la estimación de factores de emisión por gestión del estiércol (CH_4 y N_2O), sólo 3 de 11 países utilizaban el nivel 2. Esta misma tendencia se encontró en el trabajo reportado por IICA (2016), que señala que el 50% de nueve países del ALC utilizan el nivel 1 para la categoría ganado de carne en sus INGEI; entre ellos, Argentina, Brasil, Chile y Uruguay.

Los resultados de la encuesta demuestran que en el caso de ovinos, caprinos y bubalinos todos los países del CAS emplean la metodología del nivel 1 para la estimación del factor de emisiones por fermentación entérica (CH_4) y por gestión del estiércol (CH_4 y N_2O). Como parte de la encuesta, se les preguntó a los referentes de los INGEI si estaba planificado sustituir el nivel 1 por el 2. La respuesta general fue que no tienen planeado este cambio en un futuro cercano, con la excepción de Uruguay y Argentina, que lo tienen previsto para la especie ovina en el mediano plazo. Esta decisión se asocia a la relevancia socioeconómica de esta especie en estos países. En el mismo sentido, para calcular los factores de emisión en bovinos para carne y leche, caso en que se está aplicando el nivel 2, la respuesta es que no existen proyectos específicos en ninguno de los países del CAS para cambiar al nivel 3 en el mediano plazo.

Durante las entrevistas quedó claro además que, junto con la falta de información científica aplicable, la disponibilidad de los datos de actividad es aún más limitante para implementar el nivel 3. Como se mencionó, los métodos de este nivel deben estar bien documentados con el fin de describir claramente los procedimientos de cálculo de las estimaciones, y acompañados de bibliografía científica. En definitiva, estos métodos permiten obtener estimaciones de cálculo más precisas y demuestran la eficacia de las medidas de mitigación adoptadas por un país (IICA 2016).

En resumen, el uso de la metodología de nivel 2 en las estimaciones de ganado bovino para carne de la región del CAS está en consonancia con las recomendaciones de Wilkes *et al.* (2017), que señalan como prioritaria la utilización de un enfoque de este nivel para diferentes tipos de ganado y sistemas de producción, con el fin de aumentar la exactitud de las estimaciones de las emisiones derivadas de la ganadería. Además, esta metodología está en consonancia con las prioridades normativas del IPCC y sirve para captar un espectro más amplio de impactos de la mitigación.

Dada la importancia relativa de las emisiones de CH₄ entérico, y de CH₄ y N₂O procedentes de la gestión del estiércol en el ganado bovino de los países del CAS, es fundamental mejorar los métodos nacionales de INGEI para estas fuentes y factores de emisión. En este contexto, la fuente de la información utilizada es clave para progresar hacia estimadores más avanzados y precisos, y reducir así la incertidumbre que puede generar la información presentada en los inventarios. Por tal motivo, la encuesta indagó sobre la importancia relativa de las diferentes fuentes de información que se están utilizando en los INGEI para calcular factores de emisión de bovinos para carne (tabla 10).

TABLA 10. IMPORTANCIA DE LAS FUENTES PARA LA ESTIMACIÓN DE FACTORES DE EMISIÓN DE BOVINOS PARA CARNE POR PAÍS DEL CAS (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor importancia)
Nota: grado de importancia 1 = muy baja; 2 = baja; 3 = media; 4 = alta; y 5 = muy alta.

Fuentes/País	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay	TOTAL CAS
Literatura internacional	5	2	1	1	2	1	2,0
Proyectos de investigación propios	1	5	4	5	3	1	3,2
Empresas privadas	1	3	2	1	2	1	1,7
Expertos privados	1	3	2	1	4	1	2,0
Instituciones estatales de I+D+i	3	5	5	5	2	5	4,2
Sector académico (universidades)	1	5	5	1	2	5	3,2
Ministerios públicos	5	3	5	1	1	5	3,3

Fuente: elaboración propia con base en las respuestas proporcionadas por los referentes de inventarios de cada país.

La **tabla 10** destaca que, en promedio, las fuentes de información provenientes de las instituciones de I+D+i y los ministerios públicos de la región CAS son las de mayor importancia, seguidas por aquellas del sector académico y los proyectos de investigación propios. En una situación de baja importancia se ubican las fuentes de literatura internacional, empresas y expertos privados.

Entre los países del CAS, las instituciones de I+D+i tienen un grado de importancia alta y consistente como fuentes de información para Bolivia, Brasil, Uruguay, Argentina y Chile. Paraguay, en cambio, da mayor importancia a los expertos

ENTRE LOS PAÍSES DEL CAS, LAS INSTITUCIONES DE I+D+I TIENEN UN GRADO DE IMPORTANCIA ALTA Y CONSISTENTE COMO FUENTES DE INFORMACIÓN PARA BOLIVIA, BRASIL, URUGUAY, ARGENTINA Y CHILE. PARAGUAY, EN CAMBIO, DA MAYOR IMPORTANCIA A LOS EXPERTOS PRIVADOS.

privados. En cuanto a la fuente de ministerios públicos, su importancia es alta y consistente para Uruguay, Argentina y Brasil; Bolivia se ubica en una situación intermedia, mientras que para Chile y Paraguay su importancia es muy baja. La fuente de literatura internacional tiene relevancia muy alta para Argentina, pero no para el resto de los países del CAS. El sector académico es muy importante como fuente de información para Uruguay, Bolivia y Brasil. Y, por último, ninguno de los países considera que las empresas privadas sean una fuente importante de información.

Un sistema nacional de INGEI con un grado de desarrollo avanzado para la estimación de factores locales de emisiones por fermentación entérica (CH_4) y por gestión del estiércol (CH_4 y N_2O) de bovinos para carne debe contar con información de la investigación nacional, marcada por una agenda de I+D+i propia y priorizada, y también con información calificada proveniente de los ministerios públicos vinculantes (principalmente de ciencia y tecnología, ambiente y agricultura).

5.2.4. Identificación y priorización de áreas prioritarias de mejora para el sector de bovinos para carne

La mejora continua es un objetivo prioritario de los INGEI del CAS, y es parte del compromiso asumido por los países a nivel global (UNFCCC 2014a). En este marco, se preguntó a los referentes de los INGEI de la región cuáles eran las áreas prioritarias de mejora para el sector de bovinos para carne (**tabla 11**). En el conjunto de países del CAS, el área prioritaria de mejora identificada fue la disponibilidad de la información de la investigación nacional, de manera accesible, relevante y documentada para los compiladores de los INGEI. Esta respuesta fue consistente y transversal para todos los países considerados. En orden de importancia siguió la necesidad de contar con un adecuado sistema de gobernanza, articulación y cooperación, con una prioridad alta a muy alta para todos los países del CAS, con la excepción de Argentina, que consideró este tema como de prioridad media.

La mejora de la capacitación y de la disponibilidad de los recursos humanos que lideran los INGEI y su gestión eficaz y eficiente fue destacada con un nivel de prioridad media a muy alta para gran parte de los países del CAS, con la excepción de Uruguay y Bolivia, que la calificaron como baja.

TABLA 11. IMPORTANCIA DE LAS ÁREAS DE MEJORA IDENTIFICADAS PARA EL SECTOR GANADERO DE BOVINOS PARA CARNE, POR PAÍS DEL CAS (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor prioridad)
Nota: prioridad 1 = muy baja; 2 = baja; 3 = media; 4 = alta; y 5 = muy alta.

Factores limitantes	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay	TOTAL CAS
Formación y capacitación del equipo técnico	3	2	5	5	3	2	3,3
Disponibilidad de recursos humanos	3	2	5	5	4	3	3,5
Disponibilidad de infraestructura y equipamientos	3	2	2	1	4	3	2,5
Gobernanza y articulación/cooperación institucional adecuada	3	4	5	4	4	4	4,0
Gestión eficaz y eficiente	1	4	4	3	2	4	3,0
Disponibilidad de información de la investigación nacional (accesible, relevante y documentada)	5	5	5	5	4	4	4,7
Articulación con países y organizaciones de la región	1	3	3	5	3	1	2,7
Articulación con países y organizaciones referentes a nivel global	2	2	2	3	3	2	2,3

Fuente: elaboración propia con base en las respuestas proporcionadas por los referentes de inventarios de cada país.

De las entrevistas realizadas a los referentes de los INGEI de cada país del CAS, se destacan características comunes sobre el perfil del capital humano de sus equipos:

- Los equipos involucrados directamente están integrados por dos o tres especialistas, predominantemente varones, en particular en el caso de los cargos de toma de decisión.
- No predomina una especialidad de formación dentro de los recursos humanos, esta es variada e involucra diferentes profesiones (economistas, biólogos, ingenieros agrónomos, industriales, ambientales y veterinarios, aunque con mayoría de ingenieros agrónomos e ingenieros ambientales) y especialidades (cambio climático, gestión pública, suelos, alimentación, gestión del cambio climático, economía ambiental).
- Los equipos están integrados por una franja etaria amplia.
- Chile es el único país con investigadores a cargo para gestionar sus INGEI.

- La mayoría de los profesionales tienen un contrato estable de dependencia laboral en los INGEI, aunque se observan recambios importantes en algunos países, lo cual señala problemas en mantener en el tiempo las capacidades técnicas construidas.
- Brasil y Bolivia cuentan con asesoría externa en sus equipos, de financiación externa a la organización.
- En todos los casos, el inventario es la única fuente laboral de los profesionales contratados.
- En términos generales, la mayoría tiene formación de posgrado (maestría y doctorado) o está en camino a obtenerla, aunque existen diferencias importantes entre países.

La disponibilidad de equipos informáticos y softwares, la gestión eficaz y eficiente, y la articulación regional y global recibieron un grado de prioridad de media a baja. Sin embargo, entre los países de la región existen diferencias, entre las que se destacan:

- Paraguay considera de importancia alta la mejora de su equipamiento informático y softwares.
- Brasil y Uruguay destacan con prioridad alta la mejora de la gestión del inventario.
- Para Brasil, Chile y Paraguay, mejorar la articulación y cooperación con países y organizaciones de la región es una necesidad de prioridad media o alta.
- Chile y Paraguay otorgan importancia media a la mejora de la cooperación y articulación a nivel global.

En términos de eficiencia y eficacia, los equipos de los INGEI son reducidos en el CAS, y normalmente tienen el apoyo de un técnico senior con experiencia o de un asesor, que les permiten ser más eficientes en los procesos de toma de decisiones, más allá de las dependencias externas que los equipos tienen con otros estamentos de la organización pública.

Con relación a las iniciativas de cooperación internacional, Ruden *et al.* (2023) realizaron un análisis de la articulación institucional regional o global que tienen los INGEI de ALC, en el que se destacan:

- La iniciativa de cooperación sur-sur de la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (RedINGEI), creada en 2013 por el Gobierno de Chile (Borgogno y Cornejo 2020).
- La iniciativa de [Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases](#), de 2009, que reúne a expertos en INGEI, profesionales y responsables políticos de los países miembros.
- La Red - Ganadería Baja en Carbono del [Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo \(CYTED\)](#), creada en 2020 para mejorar la cuantificación y estimación de las emisiones de GEI y la captura de carbono en los sistemas ganaderos, para identificar opciones de mitigación para una ganadería sostenible y para mejorar los INGEI de Argentina, Brasil, Chile, Colombia, Francia, España, México, Perú y Uruguay.

- La iniciativa mundial Ganadería y Clima de [One CGIAR \(Grupo Consultivo sobre Investigación Agrícola Internacional\)](#), que se compromete a promover la investigación científica y el intercambio para mejorar los INGEI de los países en desarrollo del sur global, incluidos los africanos.

Además, recientemente el Procisur creó el grupo de trabajo de Ganadería Sostenible dentro de la Línea Estratégica de Cambio Climático. Su agenda contempla acciones específicas con los responsables de los INGEI. También se destaca la iniciativa PLACA, liderada por la FAO y el IICA. Se trata de un mecanismo regional de colaboración voluntaria de los países de ALC en agricultura y cambio climático, orientado a un desarrollo agropecuario productivo, adaptado a los efectos del cambio climático, resiliente y bajo en emisiones de GEI.

A pesar de todas las iniciativas regionales y globales de cooperación mencionadas, que contemplan a la mayoría de los países del CAS, los responsables de los INGEI manifestaron en la encuesta y en las entrevistas la necesidad de mejorar la cooperación y articulación internacional. Esta situación deja interrogantes sobre la eficiencia y efectividad de la implementación de estos ámbitos en la atención de las necesidades y prioridades de los equipos de INGEI, o bien sobre el énfasis o las estrategias utilizadas hasta el momento. Es claro que las agendas de estas iniciativas están especialmente enfocadas en la investigación y el desarrollo, más que en las necesidades de capacitación en los temas claves manifestados por los responsables de los INGEI de la región.

Si bien la mayoría de los países del CAS cuentan en sus INGEI con soporte legal e institucional, existen espacios de mejora asociados a:

- Lograr una mayor articulación y cooperación entre los diferentes organismos públicos vinculados a la temática, dependiendo del país, en particular entre los ministerios de agricultura, ambiente, y ciencia y tecnología.
- Simplificar los procesos de información y aprobación internos para la remisión de los informes de los INGEI.
- Involucrar en mayor medida al sector privado colaborando con información.
- Mejorar la articulación y la cooperación entre los actores de la ciencia y tecnología regional respondiendo a las necesidades y a la lógica de los INGEI.

5.2.5. Aplicabilidad de la información generada por los sistemas nacionales de I+D+i

Como parte del análisis del alineamiento entre las demandas de los INGEI y la oferta de información de la investigación local en los países del CAS, se estudió la aplicabilidad de esta información a nivel de los inventarios. Para ello se preguntó, en primera instancia, el grado de aplicabilidad contemplando por separado las fuentes de emisión de GEI y de secuestro de carbono (**tabla 12**) de bovinos para carne.

TABLA 12. GRADO DE APLICABILIDAD DE LA INFORMACIÓN GENERADA POR LOS INGEI, EN GANADERÍA DE BOVINOS PARA CARNE, POR PAÍS DEL CAS (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor grado)
Nota: aplicabilidad 1 = muy baja; 2 = baja; 3 = media; 4 = alta; y 5 = muy alta.

	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay	TOTAL CAS
Emisiones de GEI	1	2	4	3	2	3	2,5
Secuestro de carbono	1	1	4	1	3	3	2,2

Fuente: elaboración propia con base en las respuestas proporcionadas por los referentes de inventarios de cada país.

De las respuestas recibidas surge que, en promedio, el nivel de aplicabilidad de la información de la investigación nacional para emisiones y secuestro de carbono es de medio a bajo, sin grandes diferencias entre ambos temas. Si se analiza la situación por país, se observa que el nivel es menor para Argentina, Bolivia y Chile, mayor para Uruguay y Brasil, y medio para Paraguay.

Para profundizar en la temática, se incorporó otra pregunta sobre la importancia de diferentes limitantes para la aplicabilidad de la información producida por los sistemas nacionales de I+D+i a nivel de los INGEI de la región (**tabla 13**).

TABLA 13. IMPORTANCIA DE LIMITANTES QUE AFECTAN LA APLICABILIDAD DE LA INFORMACIÓN GENERADA POR LOS INGEI, EN GANADERÍA DE BOVINOS PARA CARNE, POR PAÍS DEL CAS (en escala de puntos de 1 a 5, de menor a mayor importancia)
Nota: grado de limitación 1 = muy bajo; 2 = bajo; 3 = medio; 4 = alto; y 5 = muy alto.

	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay	TOTAL CAS
Disponibilidad de información para datos de actividad	3	5	4	5	4	4	4,2
Disponibilidad de información para factores de emisión	4	2	4	5	4	3	3,7
La información está correctamente documentada y reportada	4	3	3	4	4	3	3,5
La información es de fácil disponibilidad	4	5	3	4	4	3	3,8
La información se genera frecuentemente y no es el resultado de un estudio puntual	5	5	2	4	4	3	3,8
Tiene validez temporal	5	4	1	1	1	3	2,5

Fuente: elaboración propia con base en las respuestas proporcionadas por los referentes de inventarios de cada país.

De acuerdo con la opinión de los responsables de los INGEI, las mayores limitaciones (escala alta a muy alta) se relacionan con la propia falta de información para su uso en los datos de actividad y en los factores de emisión de los inventarios. Esta situación es muy consistente entre los países del CAS. Luego se destaca que la información esté correctamente documentada y reportada, y disponible de manera fácil, consistente y frecuente. El único factor considerado con una valoración baja como limitante, en términos generales, es que la información tenga validez temporal. Sin embargo, Argentina y Bolivia se diferencian del resto de los países del CAS: consideran que este factor es una limitante muy importante.

DE ACUERDO CON LA OPINIÓN DE LOS RESPONSABLES DE LOS INGEI, LAS MAYORES LIMITACIONES (ESCALA ALTA A MUY ALTA) SE RELACIONAN CON LA PROPIA FALTA DE INFORMACIÓN PARA SU USO EN LOS DATOS DE ACTIVIDAD Y EN LOS FACTORES DE EMISIÓN DE LOS INVENTARIOS.

Como resultado de las entrevistas y otras fuentes de información, se destacan algunos de los elementos que limitan el uso de la investigación local como fuente estratégica para los INGEI:

- La falta de disponibilidad de información científica es identificada como muy importante tanto a nivel de datos de actividad como de factores de emisión. Sin embargo, esto no puede interpretarse necesaria y directamente como falta de generación científica y técnica de información en todos los aspectos que hacen al balance del carbono en bovinos para carne de la región. También se puede interpretar que existe información pero que no es relevante o no está fácilmente disponible o en los plazos necesarios.
- Desde que se genera un nuevo conocimiento científico hasta que este es usado por la innovación, se requiere de un proceso de maduración y de hacer disponible esa información pensando en la lógica y las necesidades del usuario. Este proceso, tal cual está implementado a nivel de los inventarios, presenta dificultades inherentes al método de innovación.
- Pensando en la lógica, necesidades, perfil y capacidades de los inventarios y sus responsables, es necesario que la información científico-técnica esté validada de manera independiente por la comunidad científica. En este sentido, debe recordarse que los cambios metodológicos y tecnológicos que se implementan en los INGEI deben tener una sólida base científica y el “beneplácito” de los expertos que examinan estos cambios y los aprueban a nivel del IPCC.
- Existe la necesidad de generar ámbitos estables y formales de diálogo, coordinación y articulación entre investigadores y los responsables de los INGEI, para poder entender las necesidades y el marco de acción en que se mueven los inventarios y sus equipos.
- Es necesario también implementar medidas proactivas y correctivas para fomentar que la información generada por la investigación local (y regional) atienda las necesidades priorizadas de los inventarios y, con ello, fortalecer las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático de los países del CAS.
- Sería muy beneficiosa la participación del sector privado en estos procesos y en ámbitos de coinnovación, incorporando una mirada diferente

y esencial de las necesidades de los productores y el agronegocio para la innovación. Además, esto seguramente daría un valor agregado a los cometidos de los INGEI en términos de la mirada integral y balanceada a diferentes escalas (predio, cuenca, región, cadena de valor, sector y país).

La consulta y participación en la agenda de los INGEI nacionales de actores clave del sector ganadero y de otros (incluidos el sector privado, los agricultores y los investigadores) es fundamental en términos de precisar los objetivos de política, determinar prioridades y desarrollar planes para la mejora de los inventarios (Wilkes *et al.* 2017).

5.2.6. Identificación y priorización de áreas específicas de mejora de los inventarios nacionales

Aquí se profundiza en aquellos aspectos específicos sobre las áreas de mejora, que hacen a dos tareas centrales de los inventarios: los datos de actividad y los factores de emisión. Estas tareas tienen sus propias lógicas, necesidades y soluciones, que pueden ser transversales a la región pero también específicas de cada país. Para ello, se formularon preguntas con el objetivo de identificar y priorizar limitantes.

Se preguntó cuáles eran las áreas de mejora para los datos de actividad (**tabla 14**) y para los factores de emisión (**tabla 15**) contemplando, en ambos casos, las dimensiones de “qué mejorar” y “cómo mejorar”, según las necesidades de los referentes de los INGEI. La información presentada muestra las necesidades específicas de los países. Más allá de las importantes particularidades en varios órdenes (sistemas productivos, clima predominante, mercados, etcétera), se identificaron las siguientes prioridades transversales a todos los países del CAS para datos de actividad en bovinos para carne:

- Una mejor caracterización de los sistemas productivos, en sus diferentes escalas (predial, de cuenca, sectorial, etcétera) y orientación (por ejemplo, diferenciar animales provenientes de sistemas productivos de corrales de los sistemas pastoriles).
- Una descripción más detallada del componente “animal”, en particular el estado fisiológico a lo largo del año, y los pesos y niveles productivos estacionales por categorías de animales.
- Un conocimiento profundo de la base de alimentación y su valor nutricional.
- La posibilidad de que los inventarios dispongan de información en tiempo y forma, y cómo lograrlo; en especial teniendo en cuenta la limitante de la frecuencia de realización de los censos agropecuarios, y la creciente necesidad de disponer de la información de forma anualizada y estacional.

TABLA 14. PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE MEJORA EN DATOS DE ACTIVIDAD DE BOVINOS PARA CARNE, POR PAÍS DEL CAS

Nota: las prioridades se describen por su importancia en orden ordinal para cada país.

		Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay
ÁREA 1	QUÉ MEJORAR	Desarrollo de sistemas productivos integrales	Técnicas de investigación para los factores de emisión	Datos anuales sobre la actividad agrícola	Sistemas productivos	Regionalización de los datos de actividad	Disponer de datos de actividad de animales en confinamiento
	CÓMO MEJORAR	Desarrollar modelos de estimación de sistemas productivos que incluyan tanto el animal como las otras fuentes de emisiones y absorciones compatibles con los INGEI, el monitoreo, revisión y verificación, y la gestión.	Vincular a la universidad con proyectos de investigación.	Reducción del ciclo de elaboración del Censo Agrario.	Obtener una distribución oficial de animales bajo sistemas estabulados y pastoriles.	De acuerdo con la información proveniente de regiones sanitarias.	Registrar los animales en confinamiento, utilizando sistemas de declaración jurada de los productores.
ÁREA 2	QUÉ MEJORAR	Caracterización del ganado	Categorizar los animales menores	-	Sistema de manejo del estiércol	Caracterización de los sistemas productivos	Información de la cantidad de suplementación realizada a campo
	CÓMO MEJORAR	Poder segmentar los datos de actividad, en sistemas regionales (sistemas productivos y características del animal) que sean periódicamente actualizados.	Se necesitan mejorar las categorías en OTROS animales.	-	Obtener información oficial sobre la distribución del manejo de estiércol para sistemas estabulados y pastoriles.	Disponer de esa información para los datos de actividad.	Generar esa fuente de información.
ÁREA 3	QUÉ MEJORAR	-	Categorizar los animales que ya no son productivos (jorras y bueyes)	-	Calidad de la dieta	Caracterización por grupo etario	-
	CÓMO MEJORAR	-	Visualizar más categorías en jorras y bueyes.	-	Obtener información sobre la calidad de la dieta.	Recopilación de datos de encuestas.	-
ÁREA 4	QUÉ MEJORAR	-	Incluir otros animales monogástricos	-	Peso vivo por categoría	-	-
	CÓMO MEJORAR	-	Investigación.	-	Obtener información sobre peso de cada categoría.	-	-
ÁREA 5	QUÉ MEJORAR	-	Número de estudios de digestibilidad de los diferentes forrajes	-	Ganancia de peso vivo de cada categoría	-	-
	CÓMO MEJORAR	-	Vincular la dieta a las emisiones.	-	Obtener información sobre evolución de peso de cada categoría.	-	-
ÁREA 6	QUÉ MEJORAR	-	Categorización de mayor número de ganado bovino ya consolidado	-	-	-	-
	CÓMO MEJORAR	-	Los bovinos necesitan categorizarse en carne y leche más específicamente.	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

TABLA 15. PRIORIZACIÓN DE ÁREAS DE MEJORA EN FACTORES DE EMISIÓN DE BOVINOS PARA CARNE, POR PAÍS DEL CAS

Nota: las prioridades se describen por su importancia en orden ordinal para cada país.

		Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay
1 ÁREA	QUÉ MEJORAR	Desarrollo de sistemas productivos integrales	Factores de emisión de animales menores	Factores de emisión regionalizados por categoría	Fermentación entérica	Disponer de factores de emisión de metano mejorados y propios	Desarrollar un modelo nacional para estimar emisiones de GEI de la ganadería
	CÓMO MEJORAR	Desarrollar modelos de estimación de sistemas productivos que incluyan tanto el animal como las otras fuentes de emisiones y absorciones compatibles con los INGEI, el monitoreo, revisión y verificación, y la gestión.	Vincular a la universidad con proyectos de investigación.	Contratar estudios para elaborar factores de emisión regionalizados para las distintas categorías de emisiones agrícolas.	Obtener coeficientes de partición de la energía (YM) por fermentación entérica por categoría y sistema animal.	De acuerdo a la información proveniente de la investigación nacional	Este modelo debe reflejar: a) el impacto de las medidas de mitigación y adaptación en ganadería y b) el efecto en el sistema de medición, reporte y verificación del avance en el cumplimiento de las NDC.
2 ÁREA	QUÉ MEJORAR	Caracterización del ganado	Integración de factores de emisión de diferentes categorías	-	Orina	-	Información de la cantidad de suplementación realizada a campo
	CÓMO MEJORAR	Mejorar caracterización de los animales (peso promedio, preñez, tasa de reemplazo, gestión del rodeo), que sean periódicamente actualizados.	Mejorar las categorías en OTROS animales.	-	Obtener información sobre emisiones de N ₂ O para cada clase de ganado en pastoreo.	-	Generar esa fuente de información.
3 ÁREA	QUÉ MEJORAR	Digestibilidad de la dieta	Factores de emisión por mayor cantidad de regiones (mas de 3 ecosistemas/ ecorregiones)	-	Heces	-	-
	CÓMO MEJORAR	Mejorar la información disponible sobre los distintos forrajes y suplementos utilizados así como su composición nutricional.	Visualizar más categorías en jorras y bueyes.	-	Obtener información sobre las emisiones de N ₂ O excretado en las heces para cada clase de ganado en pastoreo.	-	-
4 ÁREA	QUÉ MEJORAR	Emisiones de terneros	Factores de emisión en bovinos lecheros por mayor número de ecosistemas	-	Sistema de manejo del estiércol	-	-
	CÓMO MEJORAR	Desarrollar modelos de cálculo para su estimación.	Investigación.	-	Obtener información de estimaciones de emisiones principalmente, purines, camas calientes y estiércol sólido.	-	-

		Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay
ÁREA 5	QUÉ MEJORAR	Depósitos de carbono	Estudio de digestibilidad de los diferentes forrajes	-	Fertilizantes orgánicos	-	-
	CÓMO MEJORAR	Desarrollar modelos de cálculo compatibles para su uso en INGEI y en monitoreo, revisión y verificación.	Vincular la dieta a las emisiones.	-	Obtener información de emisiones de fertilizantes orgánicos.	-	-
ÁREA 6	QUÉ MEJORAR	-	Factores de emisión ya consolidados	-	-	-	-
	CÓMO MEJORAR	-	Los bovinos necesitan categorizarse en carne y leche más específicamente.	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia con base en la información proporcionada por los referentes de inventarios de cada país.

Con respecto a las prioridades para los factores de emisión en bovinos para carne, se observan compatibilidades en las necesidades establecidas previamente para datos de actividad, entre las cuales se destacan las siguientes:

- Disponer de factores de emisión contemplando diferentes combinaciones de sistemas y niveles de producción, categorías bovinas y estado fisiológico.
- Disponer de una mejor caracterización de la dieta en los diferentes sistemas de producción.
- Desarrollar modelos que permitan simular diferentes escenarios de emisión.

También existen necesidades puntuales de información a nivel de cada país, como de las emisiones de la categoría ternero, de emisiones más detalladas de N₂O de orina y excreta, de estimaciones de secuestro de carbono, etcétera. Que algún país en particular atienda estos temas seguramente, por su naturaleza e importancia, tenga beneficios y contribuciones indirectas y directas para el resto de los países del CAS.

5.2.7. Agenda futura de I+D+i: identificación y priorización de temas relevantes de investigación para los inventarios nacionales

Para apoyar los cálculos de las emisiones de bovinos para carne, deben caracterizarse detalladamente la población ganadera bovina, el modelo nutricional y energético (y el nitrógeno para excretas y orina) en particular de los alimentos, y los requerimientos específicos de las diferentes categorías de bovinos de acuerdo con su sexo, estado fisiológico, peso, nivel productivo, etcétera. En resumen, una agenda de investigación priorizada para los INGEI debe ser analizada con una visión integral de este proceso interrelacionado de cálculo de las emisiones sectoriales.

Con esta introducción, se solicitó a los representantes de los INGEI que describieran sus necesidades futuras de información proveniente de los sistemas nacionales de I+D+i, y que identificaran temáticas (hasta un máximo de 10) y su priorización (**tabla 16**).

TABLA 16. PRIORIZACIÓN DE TEMAS DE INVESTIGACIÓN EN BOVINOS PARA CARNE, SEGÚN NECESIDADES, POR PAÍS DEL CAS

	Argentina	Bolivia	Brasil	Chile	Paraguay	Uruguay
1 IMPORTANCIA	Estimación de la evolución de depósitos de carbono compatibles con INGEI, para diferentes categorías de uso de la tierra, incluyendo sistemas de adquisición y procesamiento de datos.	Desarrollo de los factores de emisión de las categorías más importantes, a partir de modelos de simulación de reducción de emisiones de metano.	Estimación de factores de emisión regionalizados para la fermentación entérica.	Desarrollar un plan de investigación a largo plazo, enfocado en mejorar datos de actividad para el sector ganadero.	Factores de emisión de metano para ganado produciendo en pasturas.	Desarrollar un modelo para la estimación de GEI de la ganadería que refleje: a) el impacto de las medidas de mitigación y adaptación de la ganadería; b) el efecto en el sistema de monitoreo, revisión y verificación del avance en el cumplimiento y las medidas de las NDC.
2 IMPORTANCIA	Desarrollo de modelos y datos de actividad que permitan estimar con nivel 2 las categorías principales.	Desarrollar acciones que aseguren los datos de actividad anuales.	Estudio por muestreo, con validación de modelo estadístico, del peso vivo de los animales por categoría y región.	Desarrollar un plan de investigación a largo plazo, enfocado en mejorar datos paramétricos (peso vivo, dieta, sistema manejo estiércol) para el sector ganadero.	Recopilación de datos para la mejor caracterización de los diferentes tipos de ganado bovino.	Desarrollar estimaciones de GEI de nivel 2 para ovinos.
3 IMPORTANCIA	Mejorar la representación de coberturas, usos y gestión de la tierra en el territorio nacional.	Realizar jornadas de capacitación para mejorar el entendimiento de las emisiones provenientes del sector pecuario.	Estimación de las emisiones de la quema de pasturas.	Se requiere aumentar investigación por universidades e institutos de investigación, enfocados en mejorar factores de emisión, comenzando por las categorías principales, para luego ir avanzando a categorías de menor aporte al total del sector agropecuario.	Obtención de valores bromatológicos y nutricionales representativos del país.	Internalizar el INGEI a nivel de políticas públicas y otras prácticas sobre la ganadería, y medidas de mitigación y adaptación.
4 IMPORTANCIA	Desarrollo de proyecciones para formular monitoreo, revisión y verificación, medidas de mitigación y seguimiento de las NDC.	Generar responsabilidad institucional para que los datos de actividad estén disponibles.	Producción de datos de la actividad sobre gestión del estiércol.	Desarrollo de proyecciones para formular MRV, medidas de mitigación y seguimiento de las NDC.	Recopilación referente a la información del valor nutricional de las pasturas.	Considerar en el INGEI a los animales confinados.
5 IMPORTANCIA	Desarrollo de métricas para evaluar los procesos de degradación y restauración en las distintas coberturas compatibles con INGEI.	Desarrollo de mesas de trabajo institucional.	Formación de técnicos en instituciones de investigación para elaborar inventarios sectoriales.	Desarrollo de métricas para evaluar los procesos de degradación y restauración en las distintas coberturas compatibles con INGEI.		

Fuente: elaboración propia con base en la información provista por los referentes de cada país.

De la información presentada en la tabla 16, sumada a las entrevistas con los responsables de los inventarios, pueden identificarse una serie de temas transversales y relevantes de demandas de investigación para los INGEI a los institutos nacionales, como las que se presentan a continuación:

- Consolidar y profundizar los avances logrados en el nivel 2, y dejar las bases establecidas a futuro para alcanzar un nivel 3.
- Ampliar a otras especies, con el objetivo de alcanzar también el nivel 2 en otros rumiantes de importancia socioeconómica para algunos países (por ejemplo en ovinos).
- Profundizar en la estimación de los factores de emisión, de manera integrada con la información complementaria de datos de actividad asociados al factor animal (peso, nivel productivo, información detallada de categorías, estado fisiológico, entre otros).
- Mejorar la calidad de los datos de actividad en términos de precisión y frecuencia de notificación.
- Mejorar la caracterización de los sistemas de producción a diferente escala, y en particular la disponibilidad de información del valor nutricional de la dieta, contemplando niveles crecientes de intensidad de producción (producción a campo natural, pasturas mejoradas, suplementación, recría y engorde a corral).
- Desarrollar modelos que integren, simulen y proyecten escenarios (presentes y futuros) del impacto en las emisiones de diferentes combinaciones de datos de actividad y factores de emisión, para distintos sistemas de producción y escalas de integración.
- Profundizar en la disponibilidad de información científica para datos de actividad y factores de emisión para el manejo del estiércol.

Otras demandas mencionadas, más específicas, fueron: métricas de degradación y restauración de pasturas, mayor articulación con las políticas públicas, y capacitaciones de los equipos responsables de los INGEI en centros de investigación. Estos dos últimos temas hacen más a aspectos de articulación y gobernanza de los INGEI, y tuvieron más de una mención en este documento.



06

REFLEXIONES FINALES

Elaborado por Diego Gauna y Gonzalo Muñoz.

Reflexiones finales

El presente documento refleja el trabajo realizado en el primer año de implementación de la Plataforma de Ganadería Bovina Sostenible de las Américas, focalizado en la ganadería bovina para carne en los países que integran el CAS.

Los temas priorizados en esta primera etapa fueron la búsqueda de un marco conceptual y una definición del concepto de ganadería sostenible acordada entre los países de la región; el mapeo de iniciativas de ganadería sostenible, incluyendo tanto políticas públicas como acciones motorizadas por el sector privado; el estado del arte y la identificación de brechas y demandas en ciencia y tecnología en cuatro tópicos priorizados regionalmente (balance de carbono, balance hídrico, biodiversidad y bienestar animal); la construcción de un marco de indicadores para evaluar la sostenibilidad de la ganadería regional a través del tiempo; y, finalmente, la relación existente entre el ecosistema científico-tecnológico regional y los equipos encargados de generar la información que se publica en los INGEI.

A continuación, se presenta un conjunto de reflexiones sobre esta experiencia de implementación, los temas priorizados y los desafíos futuros para la consolidación de la Plataforma:

- 1. No se identifica un lenguaje común cuando se habla de ganadería sostenible a nivel regional.** En los intercambios con diversos actores, se evidencia que el término “ganadería sostenible” tiene múltiples significados en la región: refiere a ganadería climáticamente inteligente, de conservación, regenerativa, con manejo integrado de bosques, entre otros usos. Esta diversidad de términos refleja la riqueza y variedad de enfoques en la región. Sin embargo, puede dificultar la implementación de políticas y prácticas coherentes a nivel regional. Es esencial continuar trabajando para fortalecer un lenguaje y criterios comunes para la ganadería sostenible en la región, y facilitar así la colaboración y el desarrollo de políticas efectivas que promuevan prácticas sostenibles en el sector ganadero.
- 2. La construcción de un enfoque regional de ganadería sostenible tiene que ser visualizada como un proceso y no como un fin en sí mismo.** La experiencia de la Plataforma es sólo un primer paso en ese sentido, en el que se propone un marco conceptual y una definición suficientemente general que abarca la diversidad de biomas, de sistemas de producción y de condiciones sociales que atraviesan los territorios rurales de la región. Cómo utilizar ese marco conceptual general para construir una estrategia regional, nacional y/o subnacional de intervención es un tema que se recomienda ser abordado en las próximas etapas.

- 3. La viabilidad económica es un tema crítico para todos los países del CAS.** En todas las discusiones se destaca que el componente socioeconómico es crucial para un enfoque integral de ganadería sostenible. En varias regiones la actividad ganadera presenta niveles históricamente bajos de rentabilidad y productividad, y enfrenta desafíos como la falta de relevo generacional, el nivel de instrucción y capacitación del capital humano, y el avance de la agricultura cerealera. En este contexto, aparece como relevante cerrar brechas tecnológicas y fomentar la adopción de nuevas tecnologías en un proceso de coinnovación entre los diferentes actores involucrados.
- 4. Predomina la agenda climática global en la dimensión ambiental regional.** Los compromisos asumidos por los países del CAS en instancias internacionales podría explicar el peso de la agenda climática en la dimensión ambiental regional. Aquí son relevantes los avances en ciencia y tecnología para mejorar el balance del carbono en la ganadería, y ello requiere de fuerte consenso y cooperación científica regional, en particular en la captura y almacenamiento de carbono. Para ello es importante fortalecer equipos e investigaciones en este ámbito, especialmente mediante proyectos de I+D+i a largo plazo, con el objetivo de validar y potencializar prácticas para una ganadería más sostenible y resiliente al cambio climático.
- 5. Es incipiente el desarrollo de las agendas de I+D+i en agua y biodiversidad en ganadería.** Si bien las agendas hídrica y de biodiversidad están presentes en el ecosistema científico-regional, las brechas de conocimiento son aún significativas. Además, son escasas las investigaciones que vinculan la agenda climática con las de la biodiversidad, el agua y el suelo. Se sugiere una estrategia para potenciar y redirigir recursos de investigación y desarrollo hacia estudios con un enfoque sistémico y de mediano a largo plazo.
- 6. Es limitada la implementación y evaluación de políticas públicas para el fomento de la ganadería sostenible.** La investigación realizada encontró en la región escasos ejemplos de políticas públicas sobre ganadería sostenible en la región del CAS, que hayan sido implementadas, monitoreadas y evaluadas de manera sistemática en el tiempo. Aunque existen numerosas iniciativas de diversa índole y escala, como indica el mapeo de políticas (sección 1.2), se desconoce en gran medida el impacto real de estas acciones en la dinámica del fomento de la sostenibilidad de la ganadería regional. La debilidad de las políticas públicas efectivas y evaluadas funciona como una restricción a la promoción de prácticas sostenibles y a la mejora de la productividad en el sector ganadero, lo que perpetúa problemas ambientales y socioeconómicos.

- 7. La construcción de un marco de indicadores a nivel macrorregional y el establecimiento de metas cuantitativas es una agenda pendiente.** A nuestro conocimiento, no existe actualmente implementado en los países del CAS un marco de indicadores, de nivel macro, que permita evaluar la sostenibilidad de la ganadería a lo largo del tiempo. Algunos países han desarrollado propuestas en etapa de validación, mientras que en otros los marcos se discontinuaron. Además, no se han establecido metas cuantitativas claras y consistentes para guiar la transición hacia una ganadería más sostenible. La construcción de estos indicadores macro de sostenibilidad enfrenta múltiples desafíos, que van desde barreras político-institucionales hasta la debilidad de los sistemas estadísticos, especialmente en lo que respecta a la medición del impacto ambiental de la ganadería. Sin indicadores sólidos y metas definidas, resulta difícil monitorear avances y diseñar políticas efectivas para el desarrollo sostenible del sector.
- 8. La elaboración de indicadores prediales basados en evidencia científica es una de las principales demandas del sector privado.** De los intercambios realizados, se destaca que el sector privado (empresas, mesas, asociaciones técnicas) demanda una intervención más activa del ecosistema científico agropecuario público o público-privado en todo lo referido a la elaboración de indicadores prediales con base científica, cuyos resultados puedan ser luego capitalizados por las empresas en el mercado. Estos indicadores son intensivos en recursos: su creación y su análisis requieren inversiones significativas y personal altamente especializado. La medición de la sostenibilidad implica la valoración cuantitativa del impacto ambiental de las actividades ganaderas, utilizando métricas como indicadores, auditorías y sistemas de certificación. Estas herramientas permiten evaluar en qué medida las prácticas ganaderas son sostenibles a largo plazo, pero su implementación demanda conocimientos técnicos avanzados y recursos financieros considerables. Aquí es esencial la colaboración estrecha entre el sector privado y la comunidad científica. Fortalecer estas alianzas permitirá a las empresas mejorar sus prácticas ambientales y obtener beneficios económicos al acceder a mercados que valoran la sostenibilidad.
- 9. El sector privado ha avanzado en la medición de la sostenibilidad mediante la utilización de mecanismos de autoevaluación.** Las mesas que nuclean al sector privado o público-privado se nutren de estos mecanismos para analizar la sostenibilidad de la ganadería, con las dificultades y sesgos que ello implica.
- 10. Existe una gran oportunidad para fortalecer la articulación entre el ecosistema científico regional y los INGEI.** Las iniciativas de Procisur y la Plataforma de Ganadería Bovina Sostenible de las Américas han detectado áreas relevantes de mejora de los INGEI, que necesitan de una relación más estrecha con las instituciones de ciencia y tecnología

regional y la academia. Estas mejoras son fundamentales para optimizar tanto la calidad de los datos de actividad como la precisión de los factores de emisión, lo que permitiría una medición más rigurosa y confiable del impacto ambiental de la ganadería.

- 11. Es necesario avanzar en una estrategia de comunicación regional para fortalecer la defensa y proyección de la ganadería sostenible en el ámbito internacional.** Tanto el sector público como el privado reconocen la importancia de una acción conjunta para responder a los desafíos externos que enfrenta la ganadería de la región. Sin embargo, hasta ahora los esfuerzos han sido aislados y se limitaron a iniciativas individuales de algunos países o actores. Para tener un impacto real en los foros y espacios internacionales, se sugiere diseñar y ejecutar una estrategia de comunicación clara y proactiva que represente los intereses del país y del sector.

Referencias

- Albicette, María Marta, R. Brasesco y Marta Chiappe. 2009. "Propuesta de indicadores para evaluar la sustentabilidad predial en agroecosistemas agrícola-ganaderos del litoral del Uruguay". *Agrociencia Uruguay* 13, núm. 1: 48-68. <https://doi.org/10.31285/AGRO.13.728>.
- Aldabe, Joaquín, Teresa Morán-López, Pablo Soca, Oscar Blumetto y Juan Manuel Morales. 2024a. "Bird Species Responses to Rangeland Management in Relation to Their Traits: Río De La Plata Grasslands as a Case Study". *Ecological Applications* 34, núm. 2: e2933. <https://doi.org/10.1002/eap.2933>.
- Aldabe, Joaquín, Ana Inés Sánchez-Iriarte, Mercedes Rivas y Oscar Blumetto. 2024b. "Managing Grass Height for Birds and Livestock: Insights from the Río de la Plata Grasslands". *Rangeland Ecology & Management* 92: 113-121. <https://doi.org/10.1016/j.rama.2023.10.004>.
- ANA. 2019. *Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil*. Brasília: Agência Nacional de Águas.
- Arndt, Claudia *et al.* 2022. "Full Adoption of the Most Effective Strategies to Mitigate Methane Emissions by Ruminants Can Help Meet the 1.5 °C Target by 2030 but Not 2050". *Proceedings of the National Academy of Sciences* 119, núm. 20: e2111294119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2111294119>.
- Arnot, Charlie (2020). "Protecting Our Freedom to Operate: Earning and Maintaining Public Trust And Our Social License". En *Proceedings of the Southwest Nutrition and Management Conference*, realizada en Chandler, Arizona, Estados Unidos, del 5 al 7 de febrero.
- ARP (Asociación Rural del Paraguay). 2015. Buenas Prácticas para la Producción de Carne Natural. Disponible en https://crea.org.py/wp-content/uploads/2020/11/crea-manual-A4_jul_20_3.pdf.
- Arrieta, Ezequiel M., Diego A. Cabrol, Anibal Cuchietti y Alejandro D. González. 2020. "Biomass Consumption and Environmental Footprints of Beef Cattle Production in Argentina". *Agricultural Systems* 185: 102944. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102944>.
- Arvidsson Segerkvist, Katarina, Helena Hansson, Ulf Sonesson y Stefan Gunnarsson. 2020. "Research on Environmental, Economic and Social Sustainability in Dairy Farming: A systemic Mapping of Current Literature". *Sustainability* 12, núm. 14: 5502. <https://doi.org/10.3390/su12145502>.
- Baggio, Rodrigo, Gerhard Overbeck, Giselda Durigan y Valério D. Pillar. 2021. "To Graze or Not to Graze: A Core Question for Conservation and Sustainable Use of Grassy Ecosystems in Brazil". *Perspectives in Ecology and Conservation* 19, núm. 3: 256-266.
- Baldassini, Pablo *et al.* 2023. "Carbon Stocks and Potential Sequestration of Uruguayan Soils: A Road Map to a Comprehensive Characterization of Temporal and Spatial Changes to Assess Carbon Footprint". *Frontiers in Sustainable Food Systems* 7: 1045734. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1045734>.
- Barros, Alvaro y Luis Castro. 2004. *Bienestar animal: buenas prácticas operacionales*. INAC Serie Técnica número 34. Instituto Nacional de Carnes de Uruguay. Disponible en https://www.inac.uy/innovaportal/file/2623/1/inac_ba_bpo.pdf.
- Baruselli, Pietro Sampaio *et al.* 2023. Applying Assisted Reproductive Technology and Reproductive Management to Reduce CO₂-Equivalent Emission in Dairy and Beef Cattle: A Review. *Animal Reproduction* 20, núm. 2, e20230060. <https://doi.org/10.1590/1984-3143-AR2023-0060>.
- Barzan, Flavia R., Laura M. Bellis y Sebastián Dardanelli. 2021. Livestock Grazing Constrains Bird Abundance and Species Richness: A Global Meta-Analysis. *Basic and Applied Ecology* 56: 289-298. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2021.08.007>.
- Barzan, Flavia, Laura M. Bellis, Sonia B. Canavelli, Noelia C. Calamari y Sebastián Dardanelli. 2023. "Bird Functional and Taxonomic Diversity in Xerophytic Forests: Contributing to Balance Bird Conservation and Livestock Production". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 355: 108588. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2023.108588>.
- Beauchemin, Karen A., Henry Janzen, Shannan M. Little, Tim A. McAllister y Sean McGin. 2010. "Life Cycle Assessment of Greenhouse Gas Emissions from Beef Production in Western Canada: A Case Study". *Agricultural Systems* 103, núm. 6: 371-379. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2010.03.008>.
- Beltran, Ignacio *et al.* 2021. "DATAMAN: A Global Database of Nitrous Oxide and Ammonia Emission Factors for Excreta Deposited by Livestock and Land-Applied Manure". *Journal of Environmental Quality* 50, núm. 2: 513-527.

- Bergez, Jacques Eric *et al.* 2022 "Integrating Agri-Environmental Indicators, Ecosystem Services Assessment, Life Cycle Assessment and Yield Gap Analysis to Assess the Environmental Sustainability of Agriculture". *Ecological Indicators* 141, artículo 109107. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109107>.
- Bervejillo, José y Diego Campoy. 2018. "Consumo intermedio de las actividades agropecuarias". En *Anuario OPYPa 2018* (págs. 471-484). Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Uruguay. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2018>.
- Bhattacharyya, Siddhartha Shankar *et al.* 2021. A paradigm shift to CO₂ sequestration to manage global warming-With the emphasis on developing countries. *Science of The Total Environment* 790: 148-169. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148169>.
- BID (Banco Interamericano de Desarrollo). 2021. Lineamientos propuestos para un plan de desarrollo sostenible de la cadena cárnica de Bolivia. BID.
- Bilotto, Franco, Paulo Recavarren, Ronaldo Vibart y Claudio F. Machado. 2019. "Backgrounding Strategy Effects on Farm Productivity, Profitability and Greenhouse Gas Emissions of Cow-Calf Systems in the Flooding Pampas of Argentina". *Agricultural Systems* 176: 102688. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2019.102688>.
- Blumetto, Oscar *et al.* 2019. "Ecosystem Integrity Index, an Innovative Environmental Evaluation Tool for Agricultural Production Systems". *Ecological Indicators* 101: 725-733. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.01.077>.
- Blumetto, Oscar. 2022. "Los agroecosistemas ganaderos importante hábitat para las aves: análisis cualitativo del efecto del manejo productivo en especies prioritarias para la conservación en Uruguay". *Recursos Rurais*, núm. 18: 5-15. <https://doi.org/10.15304/rr.id8567>.
- Bongiovanni, Rodolfo Gustavo y Leticia Tuninetti, L. 2023. "Huella de carbono de la carne: un estudio de caso". *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 31, núm. 1: 49-63.
- Borges-Almeida, Karen, Claudinei Oliveira dos Santos, Fabiano Melo y Divino Silvério. 2018. *Evaluating the Effects of Pastureland and Cropland on Wild Small Mammals in the Brazilian Cerrado*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35268.99202>.
- Borgogno, Damiano y Paulo Cornejo. 2020. *Nota conceptual. Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*. Global Support Program, RedINGEI. <https://bvearmb.do/handle/123456789/2837>.
- Bravo, Viviana, Toby Knowles y Carmen Gallo. 2019. "Factors Affecting the Welfare of Calves in Auction Markets". *Animals* 9, núm 6. <https://doi.org/10.3390/ani9060333>.
- Brito, Gustavo y Ximena Lagomarsino. 2011. "Fase II. Evaluación en plantas frigoríficas". En Segunda auditoría de calidad de carne vacuna del Uruguay, editado por Gustavo Brito, Roberto San Julián y Ximena Lagomarsino. Serie Técnica 185. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).
- Brito, Gustavo, Daniela Correa y Roberto San Julián. 2017. *Tercera auditoría de calidad de carne vacuna del Uruguay*. Serie Técnica 229. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA).
- Celis Hidalgo, José E. 2013. "Carbon Footprint Estimation Resulting from Beef Cattle at the Central Irrigated Valley, Bio-Bio Region, Chile". *Annals of Agrarian Science* 11, núm. 1: 81-86.
- CEPAL. (s.f.). <https://statistics.cepal.org/>. Recuperado el 23 de febrero de 2024, de CEPALSTAT: https://statistics.cepal.org/portal/cepalstat/dashboard.html?indicator_id=2993&area_id=830&lang=es.
- Cerri, Carlos Clemente *et al.* 2016. Assessing the Carbon Footprint of Beef Cattle in Brazil: A Case Study with 22 Farms in the State of Mato Grosso. *Journal of Cleaner Production* 112: 2593-2600. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.072>.
- Ciganda, V., Simón, C., y Mariotta, J. (2022). Protocolo para Determinación de Emisión de Metano en Rumiantes: Técnica del Trazador SF₆ para Períodos de Medición Prolongados. 2ª ed., revisada y ampliada. Diciembre, 2022. <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16968/1/Protocolo-de-Campo-y-Laboratorio-Dic.2022.pdf>
- Clariget, Juan *et al.* 2021. "Effect of Pre-Slaughter Fasting Duration on Physiology, Carcass and Meat Quality in Beef Cattle Finished on Pastures or Feedlot". *Research in Veterinary Science* 136: 158-165. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2021.02.018>.
- CMMAD (Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo). 1987. *Nuestro futuro común. Informe de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. Asamblea General de las Naciones Unidas.
- Coleman, Grahame. 2018. "Public Animal Welfare Discussions and Outlooks in Australia". *Animal Frontiers* 8, núm. 1: 14-19. <https://doi.org/10.1093/af/vfx004>

Colque, Gonzalo. 2022. *Deforestación 2016-2021. El pragmatismo irresponsable de la "Agenda Patriótica 2025"*. Fundación Tierra. Disponible en <https://ftierra.org/>.

Comisión Europea. 2021. *Larger than Jaguars: Inputs for a Strategic Approach to Biodiversity Conservation in Latin America and the Caribbean*. EU Publications. <https://doi.org/10.2841/760354>.

Contreras, Rodrigo, Julybeth Márquez y Paula Valdés, P. 2016. *Coyuntura Internacional III. Proyección internacional de la Agricultura Familiar Campesina*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias de Chile.

Costa, Franciely de Oliveira, Gustavo Brito, Juan Manuel Soares de Lima, Aline Cristina Sant'Anna, Mateus J. R. Paranhos da Costa y Marcia del Campo, M. 2019. "Lairage Time Effect on Meat Quality in Hereford Steers in Rangeland Conditions". *Revista Brasileira de Zootecnia* 48: e20180020. <https://doi.org/10.1590/rbz4820180020>.

Costa, Franciely de Oliveira, Tiago S. Valente, Luciandra Macedo de Toledo, Luís Alberto Ambrósio, Marcia del Campo y Mateus J.R. Paranhos da Costa. 2021. "A Conceptual Model of the Human-Animal Relationships Dynamics During Newborn Handling on Cow-Calf Operation Farms". *Livestock Science* 46: 104462. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2021.104462>.

Cravino, Alexandra, Alberto Perelló y Alejandro Brazeiro. 2024. Livestock-Wildlife Interactions: Key Aspects for Reconnecting Animal Production and Wildlife Conservation. *Animal Frontiers* 14, núm. 1: 13-19. <https://doi.org/10.1093/af/vfad069>.

Crippa, Monica et al. 2023. *GHG Emissions of All World Countries*. Publications Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/953322>.

Da Silva, Thaiane Weinert, Graziela Dotta y Carla Suertegaray Fontana. 2015. "Structure of Avian Assemblages in Grasslands Associated with Cattle Ranching and Soybean Agriculture in the Uruguayan Savanna Ecoregion of Brazil and Uruguay". *The Condor* 117, núm. 1: 53-63. <https://doi.org/10.1650/CONDOR-14-85.1>.

Dardanelli, Sebastián, Noelia Cecilia Calamari, Sonia Beatriz Canavelli, Flavia Romina Barzan, Andrea Paula Goijman y Lucrecia Lezana. 2022. "Vegetation Structure and Livestock Grazing Intensity Affect Ground-Foraging Birds in Xerophytic Forests of Central-East Argentina". *Forest Ecology and Management* 521: 120439. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120439>.

De Figueiredo, Eduardo Barretto et al. 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. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.132>.

De Oliveira, Jaira, Joseph Kaled Grajales-Cedeño, Mariana Parra Cerezo, Tiago S. Valente y Mateus J. R. Paranhos da Costa. 2024. "Hot Iron Branding of Beef Cattle: Process Characterization, Implications for Animal Welfare, and Its Efficiency for Cattle Individual Identification". *Ruminants* 4, núm. 2: 192-200. <https://doi.org/10.3390/ruminants4020013>.

De Santiago, María Fernanda, Rosana Daniella Bresciano, Andrés Castagna, Liliana del Pino, Oscar Blumetto. 2019. "Evaluación del efecto del pastoreo con bovinos como herramienta de control de ligustro (*Ligustrum lucidum*) en bosque parque". *Ecosistemas* 28, núm. 2: 109-115. <https://doi.org/10.7818/ECOS.1673>.

De Santiago, M.F.; Barrios, M.; D'Anatro, A.; García, L.F.; Mailhos, A.; Pompozzi, G.; Reherrmann, S.; Simó, M.; Tesitore, G.; Teixeira de Mello, F.; et al. (2022). From Theory to Practice: Can LEAP/FAO Biodiversity Assessment Guidelines Be a Useful Tool for Knowing the Environmental Status of Livestock Systems? *Sustainability* 2022, 14, 16259. <https://doi.org/10.3390/su142316259>

Del Campo, Marcia, Gustavo Brito, Juan Manuel Soares de Lima, P. Hernández y Fabio Montossi. 2010. "Finishing Diet, Temperament and Lairage Time Effects on Carcass and Meat Quality Traits in Steers". *Meat Science* 86, núm. 4: 908-914. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.07.014>.

Del Campo, Marcia. 2012. "La Investigación en Bienestar Animal en Uruguay: avances del conocimiento científico en bovinos y ovinos". En *Congreso Internacional Sobre Bienestar Animal: Avances y Estrategias para el Futuro de las Especies Productivas, 2do Encuentro Regional de Investigadores en Bienestar Animal*. Montevideo, Uruguay, 10 de julio.

Del Campo, Marcia, Gustavo Brito, Fabio Montossi, Juan Manuel Soares de Lima y Roberto San Julián. 2014. "Animal Welfare and Meat Quality: The perspective of Uruguay, a 'Small' Exporter Country". *Meat science* 98, núm. 3: 470-476. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.07.004>.

Del Campo, Marcia et al. 2021a. "Effect of Different Finishing Strategies and Steer Temperament on Animal Welfare and Instrumental Meat Tenderness". *Animals* 11, núm. 3: 859. <https://doi.org/10.3390/ani11030859>.

Del Campo, Marcia et al. 2021b. "Bruises Characterization in Beef Cattle Through Innovative Forensic Techniques". En *Latitud, Innova*. Montevideo, Uruguay, 27 de septiembre a 1º de octubre: Latitud. pp.76. ISSN: 2301-0940.

Del Campo, Marcia, Juan Manuel Soares de Lima, Gustavo Brito, Xavier Manteca, Pilar Hernández y Fabio Montossi. 2021c. "Effect of Finishing Diet and Lairage Time on Steers Welfare in Uruguay". *Animals* 11, núm. 5: 1329. <https://doi.org/10.3390/ani11051329>.

Del Campo, Marcia. 2024a. "Bem-estar animal: uma ferramenta que agrega valor ao processo de transformação dos sistemas alimentares". En *Bem-estar Animal como Valor Agregado nas Cadeias Produtivas da Pecuária*, editado por Mateus J. R. Paranhos da Costa e Aline Cristina Sant'Anna. Funep.

Del Campo, Marcia, Fabio Montossi, Juan Manuel Soares de Lima y Gustavo Brito. 2024b. "Future Livestock Production: Animal Welfare as a Key Component of Sustainability and Beef Quality". *Meat Science*, en imprenta.

Del Campo, Marcia, Gustavo Brito, Augusto Borca, Juan Manuel Soares de Lima, Iván Pereira, Daniela Correa, Valeria Villalba, Guillermo de Souza, Santiago Luzardo Bach, Manuela del Campo, Sandra Álvarez y Natalia Barsanti. 2024c. "4a auditoría nacional de la cadena cárnica uruguaya". *Revista INIA* 76: 27-30.

Delveaux Araujo Batalha, Camila et al. 2020. "Association Between Residual Feed Intake, Digestion, Ingestive Behavior, Enteric Methane Emission and Nitrogen Metabolism in Nellore Beef Cattle". *Animal Science Journal* 91, núm. 1: e13455. <https://doi.org/10.1111/asj.13455>.

Departamento de Registros de Productores Familiares. 2023. *Estado de Situación de los Registros de la Agricultura Familiar en Uruguay*. Dirección General de Desarrollo Rural, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca de Uruguay.

Dick, Milene et al. 2022. "Climate Change and Land Use from Brazilian Cow-Calf Production Amidst Diverse Levels of Biodiversity Conservation". *Journal of Cleaner Production* 342, 130941. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.130941>.

Dimitrov, Radoslav S. (2016). "The Paris Agreement on Climate Change: Behind Closed Doors". *Global Environmental Politics* 16, núm. 3: 1-11. https://doi.org/10.1162/GLEP_a_00361.

Dorrough, Josh, Alan Yen, V. Turner, Steve Clark, J. Crosthwaite y Jeff Hirth. 2004. "Livestock Grazing Management of Biodiversity Conservation in Australian Temperate Grassy Landscapes". *Australian Journal of Agricultural Research* 55, núm. 3: 279-295. <https://doi.org/10.1071/AR03024>.

Dorrough, Josh, Jim Moll y Jim Crosthwaite. 2007. "Can Intensification of Temperate Australian Livestock Production Systems Save Land for Native Biodiversity?". *Agriculture, ecosystems & environment* 121, núm. 3: 222-232. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2006.12.012>.

Equipo Técnico Interinstitucional de la Huella Ambiental Ganadera. 2022. *Uruguay: informe sobre la Huella Ambiental ganadera*. Ministerio de Ambiente, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, INAC, INALE, INIA. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/comunicacion/publicaciones/reporte-final-huella-ganaderia-uruguay> (consultado el 27 de febrero de 2024)

Estévez-Moreno, Laura, Genaro C. Miranda-de la Lama y Giuliana G. Miguel-Pacheco. 2022. "Consumer Attitudes Towards Farm Animal Welfare in Argentina, Chile, Colombia, Ecuador, Peru and Bolivia: A Segmentation-Based Study". *Meat Science* 187, 108747. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108747>.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. *Cattle Ranching and Deforestation*. FAO, Division, Animal Production and Health.

FAO. 2016. *Environmental performance of large ruminant supply chains: Guidelines for assessment*.

FAO. 2018. *The State of Brazil's biodiversity for food and agriculture*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6421f894-dfaa-4d29-a1fe-50e132aaeaca/content>.

FAO. 2019. *Biodiversity and the livestock sector - Guidelines for quantitative assessment* (draft for public review). Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership, FAO. Disponible en <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/ca5565en>.

FAO. 2020. *Alimentación y Agricultura Sostenibles*. <https://www.fao.org/sustainability/news/detail/es/c/1279267/>

FAO. 2021a. *AQUASTAT - FAO's Global Information System on Water and Agriculture*. <https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-resources>

FAO. 2021b. *FRA 2020: Situación del sector forestal en la región de América Latina y el Caribe*. Roma: Comisión Forestal para América Latina y el Caribe.

FAO. 2021c. *Reseña de Agricultura Familiar - Paraguay*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/cef79f7e-8f1a-4653-a5e5-0d25cceda256/content>.

FAO. 2021d. *Reseña de la Agricultura Familiar - Bolivia*. Roma: FAO.

- FAO. 2023a. *Methane Emissions in Livestock and Rice Systems. Sources, Quantification, Mitigation and Metrics*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc7607en>.
- FAO. 2023b. *Pathways Towards Lower Emissions. A Global Assessment of the Greenhouse Gas Emissions and Mitigation Options from Livestock Agrifood Systems*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc9029en>.
- FAO. 2024a. *FAOSTAT Balance de Nutrientes*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/ESB>.
- FAO. 2024b. *Marco para la transformación sostenible de la ganadería*. Documento COAG: LI/2024/3. Comité de Agricultura, Subcomité de Ganadería.
- FAO. 2024c. *Portal de Apoyo a las Políticas y la Gobernanza - Pastoreo*. <https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/pastoralism/es/>
- Faverín, Claudia, Franco Bilotto, Catalina Fernández Rosso y Claudio Machado. 2019a. "Modelación productiva, económica y de gases de efecto invernadero de sistemas típicos de cría bovina de la Pampa Deprimida". *Chilean Journal Of Agricultural & Animal Sciences* 35, núm. 1: 14-25.
- Faverín, Claudia, M. P. Tieri y María Alejandra Herrero. 2019b. "Metodologías de cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero en ganadería bovina". *Revista Argentina de Producción Animal* 39, núm. 2: 87-104.
- Feres, Juan Carlos y Xavier Mancero. 2001. *El método de las necesidades básicas insatisfechas (NBI) y sus aplicaciones en América Latina*. Serie Estudios Estadísticos y Prospectivos. CEPAL. <https://hdl.handle.net/11362/4784>.
- Figueroa, Daniela, Leopoldo Galicia y Manuel Suárez Lastra. 2022. "Latin American Cattle Ranching Sustainability Debate: An Approach to Social-Ecological Systems and Spatial-Temporal Scales". *Sustainability* 14, núm. 14: 8924-8924. <https://doi.org/10.3390/su14148924>.
- Fiorentini, Giovanni. *et al.* 2014. "Effect of Lipid Sources with Different Fatty Acid Profiles on the Intake, Performance, and Methane Emissions of Feedlot Nellore Steers". *Journal of Animal Science* 92, núm. 4: 1613-1620.
- Florindo, Thiago José, Giovanna Isabelle Bom de Medeiros Florindo, Edson Talamini, Jaqueline Severino da Costa y Clandio Favarini Ruviano. 2017. "Carbon Footprint and Life Cycle Costing of Beef Cattle in the Brazilian Midwest". *Journal of Cleaner Production* 147: 119-129. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.01.021>.
- Florindo, Thiago José *et al.* 2018. "Application of the Multiple Criteria Decision-Making (MCDM) Approach in the Identification of Carbon Footprint Reduction Actions in the Brazilian Beef Production Chain". *Journal of Cleaner Production* 196: 1379-1389. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.116>.
- Foley, Jonathan A. *et al.* 2011. "Solutions for a Cultivated Planet". *Nature* 478: 337-342. <https://doi.org/10.1038/nature10452>.
- Font-i-Furnols, Maria y Luis Guerrero. 2022. "Understanding the Future Meat Consumers". *Meat Science* 193: 108941. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108941>.
- Francklin de Souza Congio, Guilherme, André Bannink y Olga Lucía Mayorga Mogollón. 2021. "Enteric Methane Mitigation Strategies for Ruminant Livestock Systems in the Latin America and Caribbean Region: A Meta-Analysis". *Journal of Cleaner Production* 312, 127693. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127693>.
- Freiria, Heber, Alejandro Nin Pratt y Gonzalo Muñoz. 2021. *Productividad y eficiencia en la producción ganadera pastoril en América Latina Los casos de Bolivia y Colombia*. BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0003150>.
- Gallo, Carmen. 2007. "Animal Welfare in the Americas". En *Compendium of Technical Items Presented to the International Committee or to the Regional Commissions of the OIE* (151-166). World Animal Health Organization (OIE).
- Gallo, Carmen y Tamara Tadich. 2008. "South America". En *Long Distance Transport and Welfare of Farm Animals* (261-287), editado por M. C. Appleby, V. Cussen, L. Garcés, L. Lambert y J. Turner. CABI.
- Gallo, Carmen y Stella Maris Huertas. 2016. "Main Animal Welfare Problems in Ruminant Livestock During Preslaughter Operations: A South American View". *Animal* 10, núm. 2: 357-364. <https://doi.org/10.1017/S1751731115001597>.
- Gallo, Carmen, Lorena Véjar, Francisco Galindo, Stella Maris Huertas y Tamara Tadich. 2022. "Animal Welfare in Latin America: Trends and Characteristics of Scientific Publications". *Frontiers in Veterinary Science* 9: 1030454. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1030454>.
- Gama-Rodrigues, Emanuela F. *et al.* 2022. "Perspectives on Carbon Footprint of Agricultural Land-Use in Brazil". *Carbon Footprints* 1, núm. 1. <https://doi.org/10.20517/cf.2022.01>.

- Garcia, Florencia *et al.* 2018. "Essential Oils From *Lippia Turbinata* and *Tagetes Minuta* Persistently Reduce in Vitro Ruminant Methane Production in a Continuous-Culture System". *Animal Production Science* 59, núm. 4: 709-720. <https://doi.org/10.3390/ani10050786>.
- Garcia, Florencia *et al.* 2022. "3-Nitrooxypropanol Substantially Decreased Enteric Methane Emissions of Dairy Cows Fed True Protein-Or Urea-Containing Diets". *Heliyon* 8, núm. 6.
- Geist, Helmut y Eric F. Lambin. 2002. "Proximate Causes and Underlying Driving Forces of Tropical Deforestation: Tropical forests are disappearing as the result of many pressures, both local and regional, acting in various combinations in different geographical locations". *BioScience* 52, núm. 2: 143-150. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0143:PCAUDF\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0143:PCAUDF]2.0.CO;2).
- Gerbens-Leenes, Winnie, Mesfin Mekonnen y Arjen Hoekstra. (2013). "The Water Footprint of Poultry, Pork and Beef: A Comparative Study in Different Countries and Production Systems". *Water Resources and Industry* 1-2: 25-36. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2013.03.001>.
- Gerber, Pierre *et al.* 2013. *Tackling Climate Change Through Livestock: A Global Assessment of Emissions and Mitigation Opportunities*. FAO.
- Glendon A. Bencke y Vinicius A. G. Bastazini. 2017. "Livestock Disturbance in Brazilian Grasslands Influences Avian Species Diversity Via Turnover". *Biodiversity and Conservation* 26: 2473-2490. <https://doi.org/10.1007/s10531-017-1370-4>.
- Cómez, Ximena y Agustín Inthamoussu. 2019. *Huella Hídrica en Uruguay. Potencial impacto en los sectores agro-industriales exportadores*. Uruguay XXI. <https://www.uruguayxxi.gub.uy/es/centro-informacion/articulo/huella-hidrica-en-uruguay-impacto-y-oportunidades-para-empresas-agroexportadoras>.
- Gorga, Leidy y Fabián Mila. 2023. "Cadena de la carne vacuna: situación y perspectivas". En *Anuario 2023*, editado por la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYP). Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay.
- Grau Brizuela, Rodolfo. 2021. *Manual de Buenas Prácticas de Producción Ganadera para Mandos Medios del Paraguay* (A. R. Latinoamericana, Ed.). Asociación Rural del Paraguay y Fundación Solidaridad Latinoamericana. Disponible en: <https://www.arp.org.py/images/files/MANUAL%20DE%20BUENAS%20PRACTICAS%20GANADERAS%20MANDOS%20MEDIOS.pdf>.
- Gunningham, Neil, Robert A. Kagan y Doroty Thornton. 2004. "Social License and Environmental Protection: Why Businesses Go Beyond Compliance". *Law & Social Inquiry* 29, núm. 2: 307-341.
- Hara, Sofía, Claudia Faverín, Edgar Sebastián Villagra, Marcos Horacio Easdale y Pablo Tittone. 2022. "Exploring Drivers and Levels of Technology Adoption for Ecological Intensification of Pastoral Systems in North Patagonia Drylands". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 324: 107704. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107704>.
- Harrison, Matthew Tom *et al.* 2021. Carbon myopia: The urgent need for integrated social, economic and environmental action in the livestock sector. *Global Change Biology* 27, núm. 22: 5726-5761.
- Herrero, Mario, Philip Thornton, Pierre Gerber y Robin Reid. 2009. "Livestock, Livelihoods and the Environment: Understanding the Trade-Offs". *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1, núm. 2: 111-120. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.003>.
- Hoang, Viet-Ngu y Mohammad Alauddin. 2010. "Assessing the Eco-Environmental Performance of Agricultural Production in OECD Countries: The Use of Nitrogen Flows and Balance". *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 87: 353-368. <https://doi.org/10.1007/s10705-010-9343>.
- Hoekstra, Arjen, Ashok Chapagain, Maite M. Aldaya y Mesfin M. Mekonnen. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual*. Earthscan.
- Hotzel, María José y Bianca Vandresen. 2022. "Brazilians' Attitudes to Meat Consumption and Production: Present and Future Challenges to the Sustainability of the Meat Industry". *Meat Science* 192, 108893. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108893>.
- Hulshof, Rob *et al.* 2012. "Dietary Nitrate Supplementation Reduces Methane Emission in Beef Cattle Fed Sugarcane-Based Diets". *Journal of Animal Science* 90, núm. 7: 2317-2323. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4209>.
- IBGE. (s.f.). *Gov.br*. Recuperado el 30 de abril de 2024, de Instituto Brasileiro de Estadísticas: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/21814-2017-censo-agropecuario.html?=&t=downloads>
- Ibidhi, Ridha y Hichem Ben Salem. 2020. "Water footprint of Livestock Products and Production Systems: A Review". *Animal Production Science* 60, núm. 11: 1369-1380. <https://doi.org/10.1071/AN17705>.

IBOPE. 2018. Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo. IBOPE Inteligencia.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para a Agricultura). 2016. *Modernização da gestão estratégica do MAPA para aperfeiçoar as políticas públicas de promoção do desenvolvimento sustentável, segurança alimentar e competitividade do agronegócio*. Producto 3. IICA. <https://hdl.handle.net/11324/8015>.

INE (Instituto Nacional de Estadística de Bolivia). 2016. *Más de 500 mil Unidades de Producción Agropecuaria practican agricultura familiar*. Cobia: INE. Recuperado el 2 de Mayo de 2024, de <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/agropecuaria/agricultura-boletines-estadisticos/>.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2006. *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. National Greenhouse Gas Inventories Programme. Simon Eggleston, Leandro Buendia, Kyoko Miwa, Todd Ngara y Kiyoto Tanabe, eds. Institute for Global Environmental Strategies (IGES). Disponible en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>.

IPCC 2014: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (editado por Ottmar Edenhofer, Ramón Pichs-Madruga, Youba Sokona, Ellie Farahani, Susanne Kadner, Kristin Seyboth, Anna Adler, Ina Baum, Steffen Brunner, Patrick Eickemeier, Benjamin Kriemann, Jussi Savolainen, Steffen Schlömer, Christoph von Stechow, Tim Zwickel y Jan C. Minx). Cambridge University Press, Cambridge. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>.

IPCC. 2019. *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories* (editado por Eduardo Calvo Buendia, Kiyoto Tanabe, Andrej Kranjc, Jamsranjav Baasansuren, Maya Fukuda, Sekai Ngarize, A. Osako, Yurii Pyrozhenko, Pavel Shermanau y Sandro Federici). Published: IPCC. Disponible en <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/index.html>.

Jaurena, Martín *et al.* 2021. "Native Grasslands at the Core: A New Paradigm of Intensification for the Campos of Southern South America to Increase Economic and Environmental Sustainability". *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5: 547834. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.547834>.

Kalra, Nidhi *et al.* 2023. *Costos y beneficios de lograr la carbono-neutralidad en América Latina y el Caribe*. BID.

Khan, Zarrar *et al.* 2020. "Integrated Energy-Water-Land Nexus Planning to Guide National Policy: An Example from Uruguay". *Environmental Research Letters* 15, núm. 9, 094014. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab9389>.

Kuhlman, Tom y John Farrington. 2010. "What is Sustainability?". *Sustainability* 2, núm. 11: 3436-3448. <https://doi.org/10.3390/su2113436>.

Kremen, Claire, Alastair Iles y Christopher Bacon. 2012. Diversified Farming Systems: An Agroecological, Systems-based Alternative to Modern Industrial Agriculture. *Ecology and Society* 17, núm. 4: 44. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-05103-170444>.

Larosa Rigobello, Isabella *et al.* 2023. "Emission of Greenhouse Gases and Ammonia From the Excreta of Nellore Bulls Submitted to Energy and Tannin Supplementation". *Atmosphere* 14, núm. 7, 1112. <https://doi.org/10.3390/atmos14071112>.

Lathuillière, Michael, Michael Coe, Andrea Castanho, Jordan Graesser y Mark Johnson. 2018. "Evaluating Water Use for Agricultural Intensification in Southern Amazonia Using the Water Footprint Sustainability Assessment". *Water* 10, núm. 4. <https://doi.org/10.3390/w10040349>.

Lathuilliere, Michael *et al.* 2019. "Cattle Production in Southern Amazonia: Implications for Land and Water Management". *Environmental Research Letters* 14, núm. 11. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab30a7>.

LEAP/FAO. 2022. "Biodiversity Assessment Guidelines Be a Useful Tool for Knowing the Environmental Status of Livestock Systems?". *Sustainability* 14, 16259.

Le Neindre, Pierre, Xavier Boivin y Alain Boissy. 1996. "Handling of Extensively Kept Animals". *Applied Animal Behaviour Science* 49, núm. 1: 73-81. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(95\)00669-9](https://doi.org/10.1016/0168-1591(95)00669-9).

Lebacqz, Thérèse, Philippe V. Baret y Didier Stilmant. 2013. "Sustainability Indicators for Livestock Farming. A Review". *Agronomy for Sustainable Development* 33, núm. 2: 311-327. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0121-x>.

Le Neindre, Pierre *et al.* 2009. *Animal pain. Identifying, Understanding and Minimising Pain in Farm Animals*. Multidisciplinary scientific assessment, Summary of the expert report, INRA.

Leite, Fernanda *et al.* 2021. "Checking the Progress of Using the Static Chamber Method for the Measurement of Greenhouse Gases in Latin America". *Carbon Management* 12, núm. 6: 649-661. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1995503>.

- Leite, Fernanda et al. 2024. "Relevance of Farm-Scale Indicators and Tools for Farmers to Assess Sustainability of Their Mixed Crop-Ruminant Livestock Systems" (Elsevier, Ed.). *Science of the Total Environment* 950: 175-218. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.175218>.
- Leoni, Carolina, Verónica Ciganda, Oscar Blumetto, Gabriel Ciappesoni, Alejandro La Manna, Andrés Quincke y José Paruelo. 2023. "Conjunto de Indicadores Potencialmente Aplicables". En *Indicadores de desempeño ambiental para sistemas agropecuarios del Uruguay* (11-36), editado por Florencia Cazzuli y José Paruelo. Serie Técnica 266. INIA.
- Leporati, Michel, Salomón Salcedo, Jara Byron, Verónica Boero y Mariana Muñoz. 2014. "La agricultura familiar en cifras". En *Agricultura Familiar en América Latina y el Caribe. Recomendaciones de Política*, editado por Salomón Salcedo y Lya Guzmán. FAO.
- Lombardi, Banira et al. 2022. "Combination of Cattle Urine and Dung Patches Synergically Increased Nitrous Oxide Emissions from a Temperate Grassland Under Wet Conditions". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 340, núm. 1: 108147. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2022.108147>.
- Losada-Espinosa, Natieli, Morris Villarroel, Gustavo A. María y Genaro C. Miranda-de la Lama. 2018. "Pre-Slaughter Cattle Welfare Indicators for Use in Commercial Abattoirs with Voluntary Monitoring Systems: A Systematic Review". *Meat Science* 138: 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.12.004>.
- Lynch, John, Trevor Donnellan, John A. Finn, Emma Dillon y Mary Ryan. 2019. "Potential Development of Irish Agricultural Sustainability Indicators for Current and Future Policy Evaluation Needs". *Journal of Environmental Management* 230: 434-445. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.09.070>.
- Magnani, Elaine et al. 2023. "Tannin-Based Product in Feedlot Diet As a Strategy to Reduce Enteric Methane Emissions of Nelore Cattle Finished Under Tropical Conditions". *Translational Animal Science* 7, núm. 1. <https://doi.org/10.1093/tas/txad048>.
- Magnusson, Ulf, Sofía Boqvist, Rebecca Doyle y Tomothy Robinson. 2022. *Animal health and welfare for sustainable livestock systems*. Global Agenda for Sustainable Livestock. <https://hdl.handle.net/10568/125970>.
- MAPA (Ministério da Agricultura e Pecuária, Brasil). 2018. *Boas Praticas de Producao animal*. Disponible en <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/boas-praticas-de-producao-animal>.
- Maré, Frikkie Alberts, Henry Jordaan y Mesfin Mekonnen. 2020. "The Water Footprint of Primary Cow-Calf Production: A Revised Bottom-Up Approach Applied on Different Breeds of Beef Cattle". *Water* 12, núm. 9, 2325. <https://doi.org/10.3390/w12092325>.
- Marinero Fuentes, María Sofía y Héctor Ricardo Grau. 2015. "Comparison of Animal Biodiversity in Three Livestock Systems of Open Environments of the Semi-Arid Chaco of Argentina". *The Rangeland Journal* 37, núm. 5: 497-505. <http://dx.doi.org/10.1071/RJ15052>.
- Martínez-Arce, Andrés, Juan Pablo Chargoy, Maly Puerto, Diana Rojas y Nydia Suppen. 2018. "Water Footprint (ISO 14046) in Latin America, State of the Art and Recommendations for Assessment and Communication". *Environments* 5, núm. 11. <https://doi.org/10.3390/environments5110114>.
- Mekonnen, Mesfin y Arjen Hoekstra. 2010. *The Green, Blue and Grey Water Footprint of Farm Animals and Animal Products*. Value of Water Research Report Series No. 48, UNESCO-IHE.
- Mekonnen, Mesfin, Markus Pahlow, Maite M. Aldaya, Erika Zarate y Arjen Hoekstra. 2015. Sustainability, Efficiency and Equitability of Water Consumption and Pollution in Latin America and the Caribbean. *Sustainability* 7, núm. 2: 2086-2112. <https://doi.org/10.3390/su7022086>.
- Mesa Boliviana de Carne Sostenible. 2024. Guía de Sostenibilidad de la Cadena Cárnica Boliviana.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Paraguay. 2022. Propuesta Paraguaya de Ganadería Sostenible.
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. 2023. *Informe del Inventario Nacional de Chile 2022: Inventario nacional de gases de efecto invernadero y otros contaminantes climáticos 1990-2020*. División de Cambio Climático, Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/20.500.12650/73015>.
- Moraes Malheiros, Jessica et al. 2023. "Ruminal and Feces Metabolites Associated with Feed Efficiency, Water Intake and Methane Emission in Nelore Bulls". *Scientific Reports* 13, núm. 1, 18001.
- Montossi, Fabio, María Font-i-Furnols, Marcia del Campo, Roberto San Julián, Gustavo Brito y Carlos Aníbal Rodríguez Sañudo. 2013. "Sustainable Sheep Production and Consumer Preference Trends: Compatibilities, Contradictions, and Unresolved Dilemmas". *Meat Science* 95, núm. 4: 772-789. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.04.048>.

Montossi, Fabio *et al.* 2018. "The Challenges of Aligning Consumer Preferences and Production Systems: Analysing the Case of a Small Beef Meat Exporting Country". *International Journal of Agricultural Policy and Research* 6, núm. 9: 144-159. <https://doi.org/10.15739/IJAPR.18.017>.

Montossi Fabio *et al.* 2022. El CRILU - Fase II: "Una innovación institucional en transformación y crecimiento para contribuir a la mejora de la sostenibilidad del sector ovino nacional" Producción Animal. *Revista INIA Uruguay*, núm. 70: 7-12. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/16784/1/Revista-INIA-70-setiembre-2022-04.pdf>.

Montossi, Fabio *et al.* 2023. "Livestock Systems and Value Chains Contributing Towards a More Sustainable World: Opportunities and Challenges". *Animal - science proceedings* 14, núm. 4: 595-596. <https://doi.org/10.1016/j.anscip.2023.04.082>.

Motta-Delgado, Pablo Andrés, Hernán Eduardo Ocaña Martínez y Erika Paola Rojas-Vargas. 2019. "Indicadores asociados a la sostenibilidad de pasturas: una revisión". *Ciencia y Tecnología Agropecuaria* 20, núm. 2: 387-408. <https://doi.org/10.21930/rcta.vol20num2art:1464>.

MPI. 2022. Methodology for calculation of New Zealand's agricultural greenhouse gas emissions. Recuperado el 18 de diciembre de 2023 de <https://www.mpi.govt.nz/dmsdocument/13906-detailed-methodologies-for-agricultural-greenhouse-gas-emission-calculation>.

Myhre, Gunnar *et al.* 2013. "Anthropogenic and Natural Radiative Forcing". En *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por Thomas F. Stocker, Dahe Qin, Gian-Kasper Plattner, Melinda M.B. Tignor, Simon K. Allen, Judith Boschung, Alexander Nauels, Yu Xia, Vincent Bex y Pauline M. Midgley. Cambridge University Press.

Nin Pratt, Alejandro, Heber Freiría y Gonzalo Muñoz. 2019. *Productividad y eficiencia en la producción ganadera pastoril en América Latina: los casos de Uruguay y Paraguay*. Documento de trabajo del BID 1024. <http://dx.doi.org/10.18235/0001924>.

ODEPA. 2000. *Clasificación de las explotaciones agrícolas del VI Censo Nacional Agropecuario de 1997 según tipo de productor y localización geográfica*. Documento de Trabajo N° 5.

ODEPA. 2019. *Panorama de la Agricultura Chilena. Chilean Agriculture Overview*. Ministerio de Agricultura, Santiago de Chile. Disponible en https://www.odepa.gob.cl/panorama_2019/10/.

Oliveira, Patrícia Perondi Ancho *et al.* 2020. Greenhouse Gas Balance and Carbon Footprint of Pasture-Based Beef Cattle Production Systems in The Tropical Region (Atlantic Forest biome). *Animal* 14, sup. 3: s427-s437. <https://doi.org/10.1017/S1751731120001822>.

OMSA (Organización Mundial de Sanidad Animal). 2021. OIE Seventh Strategic Plan for the Period 2021-2025. 88th General Sesión, World Assembly, París, 24-28 de mayo. OMSA OIE. https://web.oie.int/download/SG/2020/A_88SG_14_StrategicPlan.pdf.

Painter, Lilian, Rodolfo Nallar, María del Carmen Fleytas, Oscar Loayza, Ariel Reinaga y Laura Villalba. 2020. "Reconciliation of Cattle Ranching with Biodiversity and Social Inclusion Objectives in Large Private Properties in Paraguay and Collective Indigenous Lands in Bolivia". *Agricultural Systems* 184, 102861. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102861>.

Paranhos da Costa, Mateus J. R., Stella Maris Huertas, Carmen Gallo y Osmar A. Dalla Costa (2012). "Strategies to Promote Farm Animal Welfare in Latin America and Their Effects on Carcass and Meat Quality Traits". *Meat Science* 92, núm. 3: 221-226. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.03.005>.

Paruelo, José M., Marcos Texeira, Luciana Staiano, Matías Mastrángelo, Laura Amdan y Federico Gallego. 2016. "An Integrative Index of Ecosystem Services Provision Based on Remotely Sensed Data". *Ecological Indicators* 71: 145-154. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.06.054>.

Pastoriza, Javier. 2013. *La trazabilidad en Uruguay: de las marcas a fuego a la identificación individual electrónica*. ALLFLEX.

Perego, Viviana María Eugenia, Michael Morris; Sebastian Ashwini Rekha. 2020. *Future Foodscapes: Re-imagining Agriculture in Latin America and the Caribbean*. Banco Mundial. <https://hdl.handle.net/10986/34812>.

Pompozzi, Gabriel Alejandro, Fernanda de Santiago, Oscar Blumetto y Miguel Simó. 2022. "Livestock Systems Preserving Natural Grasslands Are Biodiversity Reservoirs that Promote Spiders' Conservation". *Journal of Insect Conservation* 26, núm. 3: 453-462. <https://doi.org/10.1007/s10841-022-00399-y>.

Pozo, Rocío A. *et al.* 2021. "Reconciling Livestock Production and Wild Herbivore Conservation: Challenges and Opportunities". *Trends in Ecology & Evolution* 36, núm. 8: 750-761. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.05.002>.

Pravía, María Isabel, Elly Ana Navajas, Ignacio Aguilar y Olga Ravagnolo. 2022. "Evaluation of Feed Efficiency Traits in Different Hereford Populations and Their Effect on Variance Component Estimation". *Animal Production Science* 62, núm. 17: 1652-1660. <https://doi.org/10.1071/AN21420>.

Preve, Julio. 2004. *Contribución a las políticas de apoyo interno para la sostenibilidad de la Agricultura Familiar en el Mercosur, Chile y Bolivia (Cono Sur)*. Consejo Agropecuario del Sur. Cooperación REDPA- FIDA MERCOSUR.

Rajamani, Lavanya. 2016. "Ambition and Differentiation in the 2015 Paris Agreement: Interpretative Possibilities and Underlying Politics". *International and Comparative Law Quarterly* 65, núm. 2: 493-514. <https://doi.org/10.1017/S0020589316000130>.

Ran, Ylva. 2012. *A shift from extensive to intensive livestock production system in Uruguay: Driver of local changes in water-related ecosystem services?* [tesis de maestría]. Stockholm Resilience Centre, Stockholm University.

Realini, Carolina *et al.* 2022. "Meat Insights: Uruguayan Consumers' Mental Associations and Motives Underlying Consumption Changes". *Meat Science* 192, 108901. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2022.108901>.

Ricard, M. Florencia y Ernesto F. Viglizzo. 2017. "Virtual Water in the Rural Sector of Argentina, Brazil, Paraguay and Uruguay and its *Potencial Impact* on Global Water Security". En *Food Security, water scarcity, the G-20 agenda and the strategic role of Southern Cone Countries (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay)*. Disponible en <https://grupogpps.org/seguridad-alimentaria-deficit-hidrico-la-agenda-del-g-20-y-el-rol-estrategico-de-los-paises-del-cono-sur-argentina-brasil-paraguay-y-uruguay/>.

Riquelme, Quintín. 2020. *Ley de la Agricultura Familiar Campesina en Paraguay, Ley N°6286: logro y desafío para las organizaciones campesinas e indígenas*. Centro de Documentación y Estudios.

Rossner, María Victoria, Natalia María Alejandra Aguilar y Patricia Koscinczuk. 2010. "Bienestar animal aplicado a la producción bovina". *Revista Veterinaria* 21, núm. 2: 151-156.

Ruden, Alejandro *et al.* 2023. "Status and Opportunities for Improvement in Greenhouse Gas Emission Inventories for the Cattle Production in Latin America and the Caribbean Region: A Perspective". *PLOS Climate* 2, núm. 5: e0000101. <https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000101>.

Ruviano, Clandio F., Cristiane Maria de Léis, Vinícius do N. Lampert, Júlio Otávio Jardim Barcellos y Homero Dewes. 2015. "Carbon Footprint in Different Beef Production Systems on a Southern Brazilian Farm: A Case Study". *Journal of Cleaner Production* 96: 435-443. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.037>.

Salazar, Francisco y Josué Martínez-Lagos. 2013. Huella hídrica en leche y carne bovina [en línea]. Serie Actas, N° 50. Centro Regional de Investigación Intihuasi, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/8643>.

Sánchez-Hidalgo, Melissa, Carla Rosenfeld y Carmen Gallo. 2019. Associations Between Pre-Slaughter and Post-Slaughter Indicators of Animal Welfare in Cull Cows. *Animals* 9, núm. 9: 642. <https://doi.org/10.3390/ani9090642>.

Sánchez-Perez, Jaime N. *et al.* 2022. "Prevalence, Risk Factors, and Main Characteristics of Bruises in Cattle: A Meta-Analysis in the American Continent". *Veterinaria México OA* 9. <https://doi.org/10.22201/fmvz.24486760e.2022.1088>.

Sánchez Zubieta, Ángel *et al.* 2021. "Does Grazing Management Provide Opportunities to Mitigate Methane Emissions by Ruminants in Pastoral Ecosystems?". *Science of the Total Environment* 754, núm. 1: 142029. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142029>.

Santander, Daniel *et al.* 2023. "Beef Steers and Enteric Methane: Reducing Emissions by Managing Forage Diet Fiber Content". *Animals* 13, núm. 7, 1177. <https://doi.org/10.3390/ani13071177>.

Savaresi, Annalisa. 2016. "The Paris agreement: A new beginning?". *Journal of Energy and Natural Resources Law* 34, núm. 1: 16-26. <https://doi.org/10.1080/02646811.2016.1133983>.

Scheinkerman de Obschatko, Edith, María del Pilar Foti Laxalde y Marcela E. Román. 2006. *Los pequeños productores en la República Argentina. Importancia en la producción agropecuaria y en el empleo en base al Censo Nacional Agropecuario 2002*. IICA-Argentina. <https://hdl.handle.net/11324/7557>.

Simioni, Gisele Francioli, Abdon L. Schmitt Filho, Fernando Joner, Joshua Farley, Alfredo C. Fantini y Alexandre P.T. Moreira. 2022. "Response of Birds to High Biodiversity Silvopastoral Systems: Integrating Food Production and Biodiversity Conservation Through Applied Nucleation in Southern Brazil". *Agriculture, Ecosystems & Environment* 324: 107709. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107709>.

Siniscalchi, Débora *et al.* 2022. "Effects of Condensed Tannins on Greenhouse Gas Emissions and Nitrogen Dynamics from Urine-Treated Grassland Soil". *Environmental Science and Pollution Research* 29, núm. 56: 85026-85035. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21807-5>.

Smith, Alex, Sieglinde Snapp, Regis Chikowo, Peter Thorne, Mateete Bekunda y Jerry Glover. 2017. "Measuring Sustainable Intensification in Smallholder Agroecosystems: A Review". *Global Food Security* 12: 127-138. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2016.11.002>.

SNIG. 2024. *Datos Actualizados basados en la Declaración Jurada de Existencias DICOSE – SNIG 2023*. Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Disponible en <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/datos-y-estadisticas/datos/datos-actualizados-basados-declaracion-jurada-existencias-dicose-snig-0>.

Soares de Lima, Juan Manuel, Rachid-Casnati, C., Montossi, F., y Carrasco-Letelier, L. 2024. "Towards Carbon Neutral Meat Production in Integrated Forestry-Beef Systems in Uruguay, Considering Different Global Warming Metrics". *Agrociencia* (en revisión).

Soteras, Trinidad, G. I. Denoya, S. R. Vaudagna, N. Szerman y María Victoria Galmarini. 2021. "Carne y proteínas vegetales: hábitos de consumo y percepción de la población argentina". En el *Congreso Innova, 10º Simposio Internacional de Innovación y Desarrollo de Alimentos*. Fundación LATU, Montevideo, Uruguay.

Staiano, Luciana, Gonzalo H. Camba Sans, Pablo Baldassini, Federico Gallego, Marcos A. Texeira y José M. Paruelo. 2021. "Putting the Ecosystem Services Idea at Work: Applications on Impact Assessment and Territorial Planning". *Environmental Development* 38: 100570. <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2020.100570>.

Steinfeld, H., Robinson, T., Opio, C., Pica-Ciamarra, U., y Gilbert, M. L. 2019. "Understanding Sustainable Agri-Food Systems". En *Sustainable Food and Agriculture: An Integrated Approach* (295-416), editado por Clayton Campanhola and Shivaji Pandey. FAO and Elsevier.

Suertegaray Fontana, Carla, Graziela Dotta, Cybele Kelm Marques, Márcio Repenning, Carlos Eduardo Agne y Rogério Jaworski dos Santos. 2016. "Conservation Of Grassland Birds In South Brazil: A Land Management Perspective". *Natureza & Conservação* 14, núm. 2: 83-87. <https://doi.org/10.1016/j.ncon.2016.09.005>.

Teillard, Félix et al. 2016. *A Review of Indicators and Methods to Assess Biodiversity: Application to Livestock Production at Global Scale*. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO. Disponible en <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/av151e>.

Tittonell, Pablo. 2021. "Beyond CO₂: Multiple Ecosystem Services from Ecologically Intensive Grazing Landscapes of South America". *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5: 664103. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.664103>.

Toro-Mujica, Paula. 2021. "Evaluation of Feed Strategies and Stocking Rate Changes to Decrease the Carbon Footprint in a Traditional Cow-Calf System: A Simulation Model". *Frontiers in Veterinary Science* 8, 587168. <https://doi.org/10.3389/fvets.2021.587168>

Umemiya, Chisa y Molly K. White. 2023. "National GHG Inventory Capacity in Developing Countries – A Global Assessment of Progress". *Climate Policy* 24, núm. 2: 164-176. <https://doi.org/10.1080/14693062.2023.2167802>.

UN. 1997. United Nations: Agenda for Development, New York, USA.

UN. 2015. *Paris Agreement*. United Nations. Disponible en <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>.

UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2014a. "Revision of the UNFCCC reporting guidelines on annual inventories for Parties included in Annex I to the Convention" (Decision 24/CP.19).

UNFCCC. 2014b. *UNFCCC Standing Committee on Finance - Biennial Assessment and Overview of Climate Finance Flows Report*. Disponible en <https://unfccc.int/topics/climate-finance/workstreams/transparency-of-support-ex-post/biennial-assessment-and-overview-of-climate-finance-flows/the-second-biennial-assessment-and-overview-of-climate-finance-flows-2014>.

Van Der Weerden, Tony J. et al. 2023. "Influence of Key Factors on Ammonia and Nitrous Oxide Emission Factors for Excreta Deposited by Livestock and Land-Applied Manure". *Science of the Total Environment* 889, núm. 1:164066. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164066>.

Van Passel, Steven y Marijke Meul. 2012. "Multilevel and Multi-User Sustainability Assessment of Farming Systems". *Environmental Impact Assessment Review* 32, núm. 1: 170-180. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2011.08.005>.

Vázquez, Rita, y Mario Oscar Buenfil. 2012. "Huella Hídrica de América Latina: retos y oportunidades". *Aqua-LAC* 4, núm. 1: 41-48. <https://doi.org/10.29104/phi-aqualac/2012-v4-1-05>.

Viana, João Garibaldi Almeida, Rafaela Vendruscolo, Vicente Celestino Pires Silveira, Fernando Luiz Ferreira de Quadros, Mariana Patricia Mezzomo y Jean François Tourrand. 2021. "Sustainability of Livestock Systems in the Pampa Biome of Brazil: An Analysis Highlighting the Rangeland Dilemma". *Sustainability* 13, núm. 24, 13781. <https://doi.org/10.3390/su132413781>.

Viglizzo, Ernesto Francisco, María Florencia Ricard, Miguel Ángel Taboada y Gabriel G. Vázquez-Amábile. 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>.

Viglizzo, Ernesto Francisco. 2023. Ganadería bovina y cambio climático en las Américas. Hacia modelos de desarrollo bajos en carbono. IICA. <https://repositorio.iica.int/handle/11324/21972>.

Vilas Boas Fonseca, Natalia, Abmael da Silva Cardoso, Angélica Santos Rabelo de Souza Bahia, Juliana Duarte Messana, Eduardo Festozo Vicente y Ricardo Andrade Reis. 2023. Additive Tannins in Ruminant Nutrition: An Alternative to Achieve Sustainability in Animal Production. *Sustainability* 15, núm. 5, 4162. <https://doi.org/10.3390/su15054162>.

Villarino, Sebastián H. *et al.* 2020. "The Role of South American Grazing Lands in Mitigating Greenhouse Gas Emissions. A Reply to: 'Reassessing the Role of Grazing Lands in Carbon-Balance Estimations: Meta-Analysis and Review', by Viglizzo et al. (2019)". *Science of the Total Environment* 740: 140108. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140108>.

Voigt, Christina. 2016. "The Paris Agreement: What Is the Standard of Conduct for Parties?". *Questions of International Law, Zoom In* 26: 17-28. Disponible en <https://www.qil-qdi.org/paris-agreement-standard-conduct-parties/>.

Von Keyserlingk, Marina A. y María José Hötzel. 2015. "The Ticking Clock: Addressing Farm Animal Welfare in Emerging Countries". *Journal of Agricultural and Environmental Ethics* 28, núm. 1: 179-195. <https://doi.org/10.1007/s10806-014-9518-7>.

Webster, John. 1994. *Animal Welfare: A Cool Eye Towards Eden*. Blackwell Publishing.

Wilkes, Andreas, Andy Reisinger, Eva Karoline Wollenberg, Suzanne van Dijk. 2017. *Measurement, Reporting and Verification of Livestock GHG Emissions by Developing Countries in the UNFCCC: Current Practices and Opportunities for Improvement*. CCAFS Report no 17. CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CAAFS) y Global Research Alliance for Agricultural Greenhouse Gases (GRA). <https://hdl.handle.net/10568/89335>.

Williams, Peter, Alison M. Gill y Ian Ponsford. 2007. "Corporate Social Responsibility at Tourism Destinations: Toward a Social License to Operate". *Tourism Review International* 11, núm. 2: 133-144.



ANEXO

FORMATO DE ENCUESTAS PARA
CADA TEMÁTICA SELECCIONADA

TABLA 17. BALANCE DE CARBONO:
BRECHAS DE CONOCIMIENTO Y DEMANDAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SISTEMAS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE DE LA REGIÓN CAS

TEMÁTICAS CONSIDERADAS	Brecha de conocimiento	Demanda de ciencia y tecnología	Comentarios de los participantes
	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(opcional)
Emisiones directas de gases de efecto invernadero (Evaluar las emisiones directas de gases de efecto invernadero, como el metano (CH ₄) y el óxido nitroso (N ₂ O), producidas por el ganado bovino durante la digestión y la gestión de los residuos).			
Emisiones indirectas asociadas a la cadena cárnica (Analizar las emisiones indirectas relacionadas con la producción y el transporte de insumos agrícolas, como suplementos y fertilizantes, así como las emisiones asociadas con la producción y distribución de carne).			
Uso de la tierra y cambio en el uso de la tierra (Considerar el impacto del cambio en el uso de la tierra para la ganadería bovina, incluyendo la deforestación y la conversión de ecosistemas naturales, y su contribución a las emisiones de carbono).			
Prácticas de gestión de carbono en las operaciones ganaderas (Desarrollar prácticas de gestión del carbono en las instalaciones ganaderas, como la captura y almacenamiento de carbono en el suelo, la rotación de cultivos y la reforestación de áreas degradadas).			
Mejora de la eficiencia en la producción de alimentos para el ganado (Promover prácticas agrícolas y tecnologías que mejoren la eficiencia en la producción de alimentos para el ganado, reduciendo así las emisiones de carbono asociadas con la producción de suplementos y forrajes).			
Demandas de los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (Disponer de factores de emisión locales usables contemplando diferentes combinaciones de sistemas de producción, categorías bovinas, estado fisiológico, y niveles de producción, caracterización de la dieta que consumen los animales, tanto a nivel de sistema a pastoreo, desarrollo de modelos que permitan simular diferentes escenarios de emisión, emisiones más detalladas de N ₂ O de orina y excreta, estimaciones de secuestro de carbono, etc.).			
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan mejorar el balance de carbono de los sistemas pastoriles, integrando la influencia y medición de indicadores de otros pilares de la producción ganadera sostenible, incluyendo, entre otros, el bienestar animal, balance hídrico, biodiversidad, otros servicios ecosistémicos).			
Plataformas y redes de cooperación en investigación. Innovación y desarrollo institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.).			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2).			

TABLA 18. BALANCE HÍDRICO:
BRECHAS DE CONOCIMIENTO Y DEMANDAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SISTEMAS PASTORILES DE BOVINOS
PARA CARNE DE LA REGIÓN CAS

TEMÁTICAS CONSIDERADAS	Brecha de conocimiento	Demanda de ciencia y tecnología	Comentarios de los participantes
	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(opcional)
Consumo de agua por animal (Evaluar el consumo de agua por parte del ganado bovino en diferentes etapas de su ciclo de vida, incluyendo la cría, la alimentación y la producción de carne).			
Eficiencia hídrica de la producción de alimentos para el ganado (Analizar la cantidad de agua utilizada en la producción de alimentos para el ganado, como forrajes y suplementos, y buscar formas de mejorar la eficiencia en el uso del agua en estas actividades).			
Gestión del agua en predios ganaderos (Desarrollar prácticas de gestión del agua más eficientes en las instalaciones ganaderas, incluyendo sistemas de riego adecuados, tecnologías de conservación del agua y manejo adecuado de los residuos líquidos).			
Impacto ambiental del uso del agua (Evaluar el impacto ambiental del uso del agua en la ganadería bovina, incluyendo la contaminación del agua por nutrientes y otros contaminantes asociados con los predios ganaderos, en particular productos veterinarios).			
Cuencas hidrológicas (sistematización de la información disponible, evaluaciones de las delimitaciones de cuencas, caudal, calidad del agua, concentración de nutrientes, tipo de suelos y sus propiedades químicas, caudal ecológico, ciclo de agua y su interacción con el entorno, protección de zonas riparias).			
Adaptación al cambio climático (Considerar cómo el cambio climático puede afectar la disponibilidad y la calidad del agua en las regiones donde se practica la ganadería bovina, y desarrollar estrategias de adaptación para mitigar estos impactos, modelos climáticos para proyecciones locales de escases de agua).			
Investigación específicas (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan reducir la huella del agua en la ganadería bovina a nivel de cuenca, como sistemas de producción más eficientes, dietas alimenticias mejoradas, aumento de la eficiencia productiva, mejora genética de vegetales y animales, y técnicas de gestión del agua más avanzadas, etc.).			
Redes de cooperación e innovación institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.).			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2).			

TABLA 19. BIODIVERSIDAD:
BRECHAS DE CONOCIMIENTO Y DEMANDAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SISTEMAS PASTORILES DE BOVINOS PARA CARNE DE LA REGIÓN CAS

TEMÁTICAS CONSIDERADAS	Brecha de conocimiento	Demanda de ciencia y tecnología	Comentarios de los participantes
	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(opcional)
Evaluación de la diversidad vegetal (Realizar inventarios de la flora presente en los pastizales nativos para determinar la diversidad de especies vegetales, incluyendo hierbas, leguminosas y arbustos, y su distribución espacial).			
Análisis de la diversidad animal (Estudiar la presencia y abundancia de especies animales en los sistemas pastoriles, incluyendo mamíferos, aves, insectos y otros invertebrados, para evaluar la diversidad de la fauna y su interacción con el ecosistema).			
Evaluación de la estructura del hábitat (Analizar la estructura del hábitat en los sistemas pastoriles, incluyendo la cobertura vegetal, la heterogeneidad del paisaje y la presencia de elementos como arroyos, lagunas y áreas boscosas, que influyen en la biodiversidad).			
Impacto de la ganadería en la biodiversidad (Investigar cómo las prácticas ganaderas, como el pastoreo, la intensificación de la producción y el uso de insumos agrícolas, afectan la biodiversidad de los pastizales nativos y cómo pueden ser gestionadas para minimizar su impacto negativo).			
Conservación de hábitats clave (Identificar áreas de alto valor para la biodiversidad dentro de los pastizales nativos, como humedales, zonas de reproducción de aves o corredores biológicos, y desarrollar estrategias de conservación para proteger estos hábitats clave).			
Monitoreo a largo plazo (Establecer programas de monitoreo a largo plazo para evaluar los cambios en la biodiversidad de los pastizales nativos a lo largo del tiempo, identificar tendencias y detectar posibles amenazas o impactos adicionales).			
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan mejorar la biodiversidad de los sistemas pastoriles, integrando la influencia y medición de indicadores de otros pilares de la producción ganadera sostenible, incluyendo, entre otros, el bienestar animal, balance hídrico, balance de carbono, otros servicios ecosistémicos).			
Plataformas y redes de cooperación en investigación. Innovación y desarrollo institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.).			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2).			

**TABLA 20. BIENESTAR ANIMAL:
BRECHAS DE CONOCIMIENTO Y DEMANDAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN SISTEMAS PASTORILES DE BOVINOS
PARA CARNE DE LA REGIÓN CAS**

TEMÁTICAS CONSIDERADAS	Brecha de conocimiento	Demanda de ciencia y tecnología	Comentarios de los participantes
	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(sugerir puntaje del 1 al 5 usando intervalos de 0,5 puntos)	(opcional)
Investigación y validación de indicadores de bienestar animal (Desarrollar y aplicar indicadores específicos para evaluar el bienestar de los bovinos en sistemas pastoriles, incluyendo indicadores físicos, fisiológicos y de comportamiento, la interacción social y el comportamiento).			
Condiciones del ambiente y manejo del pastoreo en un contexto de cambio climático (Evaluar cómo las condiciones del ambiente, como la disponibilidad y calidad del forraje, la presencia de sombra y agua, y la configuración del pastoreo, afectan el bienestar de los bovinos en sistemas pastoriles, y desarrollar prácticas de manejo que promuevan un entorno óptimo para el ganado bovino en un contexto de cambio climático).			
Estrés y salud animal (Estudiar los factores de estrés y dolor que pueden afectar el bienestar de los bovinos en sistemas pastoriles, también el manejo a nivel predial, las enfermedades y lesiones, y desarrollar estrategias de prevención y mitigación).			
Bienestar durante el transporte y el manejo (Conocer el impacto del transporte y el manejo del ganado en las diferentes etapas previas a la faena, en el bienestar animal y la calidad del producto, incluyendo la duración y condiciones del viaje, el diseño de los vehículos de transporte, las prácticas de carga y descarga, las instalaciones y el manejo en los puntos de destino).			
Evaluación y seguimiento del bienestar (Desarrollo de indicadores fiables y prácticos para medir y monitorear el bienestar del ganado en sistemas de producción pastoril que permitan promover proceso de auditoría y certificación para garantizar el cumplimiento de las normas de bienestar en la ganadería).			
Participación y capacitación de los diferentes actores del sistema productivo involucrados en el bienestar animal (Involucrar a los productores ganaderos en la evaluación y mejora del bienestar animal en sus sistemas pastoriles, proporcionando capacitación y recursos para mejorar las prácticas de manejo y promover el bienestar de los bovinos). Estimularlos a la certificación, al agregado de valor a través del bienestar animal.			
Investigación sistémica de la sostenibilidad ganadera (Explorar nuevas tecnologías y prácticas innovadoras que puedan promover el bienestar animal de los sistemas pastoriles, integrando la influencia y medición de indicadores de otros pilares de la producción ganadera sostenible, incluyendo, entre otros, huella de carbono, huella del agua, biodiversidad, otros servicios ecosistémicos).			
Plataformas y redes de cooperación en investigación. Innovación y desarrollo institucional (Fomentar la cooperación entre diferentes instituciones, investigadores y empresas para compartir conocimientos y recursos, interdisciplinariedad, transferencia de conocimiento, internacionalización, participación del sector privado, financiamiento adecuado, gobernanza, etc.).			
Otras (propuestas por los participantes; máximo 2).			

