



Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura

Prácticas y tecnologías **para una ganadería baja en emisiones**

Estudio de caso en Paraguay



Prácticas y tecnologías
para una ganadería baja en emisiones
Estudio de caso en Paraguay

Cita requerida:

FAO. 2023. *Prácticas y tecnologías para una ganadería baja en emisiones. Estudio de caso en Paraguay*. Santiago de Chile.

<https://doi.org/cc2832es>

Las denominaciones empleadas en este producto informativo y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) juicio alguno sobre la condición jurídica o nivel de desarrollo de países, territorios, ciudades o zonas, ni sobre sus autoridades, ni respecto de la demarcación de sus fronteras o límites. La mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la FAO los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan.

ISBN: 978-92-5-137161-9

© FAO, 2023



Algunos derechos reservados. Esta obra se distribuye bajo licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Organizaciones intergubernamentales (CC BY-NC-SA 3.0 IGO; <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/igo/deed.es>).

De acuerdo con las condiciones de la licencia, se permite copiar, redistribuir y adaptar la obra para fines no comerciales, siempre que se cite correctamente, como se indica a continuación. En ningún uso que se haga de esta obra debe darse a entender que la FAO refrenda una organización, productos o servicios específicos. No está permitido utilizar el logotipo de la FAO. En caso de adaptación, debe concederse a la obra resultante la misma licencia o una licencia equivalente de Creative Commons. Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en español será el texto autorizado”.

Todo litigio que surja en el marco de la licencia y no pueda resolverse de forma amistosa se resolverá a través de mediación y arbitraje según lo dispuesto en el artículo 8 de la licencia, a no ser que se disponga lo contrario en el presente documento. Las reglas de mediación vigentes serán el reglamento de mediación de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual <http://www.wipo.int/amc/en/mediation/rules> y todo arbitraje se llevará a cabo de manera conforme al reglamento de arbitraje de la Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil Internacional (CNUDMI).

Materiales de terceros. Si se desea reutilizar material contenido en esta obra que sea propiedad de terceros, por ejemplo, cuadros, gráficos o imágenes, corresponde al usuario determinar si se necesita autorización para tal reutilización y obtener la autorización del titular del derecho de autor. El riesgo de que se deriven reclamaciones de la infracción de los derechos de uso de un elemento que sea propiedad de terceros recae exclusivamente sobre el usuario.

Ventas, derechos y licencias. Los productos informativos de la FAO están disponibles en la página web de la Organización (<http://www.fao.org/publications/es>) y pueden adquirirse dirigiéndose a publications-sales@fao.org. Las solicitudes de uso comercial deben enviarse a través de la siguiente página web: www.fao.org/contact-us/licence-request. Las consultas sobre derechos y licencias deben remitirse a: copyright@fao.org.

Fotografía de la portada y contraportada: ©Freepik_wirestock

Índice

Cuadros	iv
Abreviaturas y siglas	v
Agradecimientos	vi
1. Antecedentes del proyecto en Sudamérica	01
2. Introducción	05
3. Situación de las emisiones ganaderas en el Paraguay	08
4. Metodología	13
4.1. Selección de prácticas y tecnologías	14
4.1.1. Pastoreo rotacional	15
4.1.2. Conservación de forraje	17
4.1.3. Sistemas silvopastoriles	18
4.1.4. Suplementación	20
4.1.5. Gestión del estiércol	20
4.2. Selección de modelos productivos	21
4.2.1. Especies y cadenas productivas	21
4.2.2. Regiones geográficas	22
4.2.3. Estratos productivos	23
4.2.4. Priorización de modelos productivos	24
4.2.5. Fuentes de datos e informaciones de interés	25
4.3. Análisis costo beneficio y cuantificación de emisiones	26
4.3.1. Establecimiento del escenario base o de referencia	26
4.3.2. Análisis costo beneficio	26
4.3.4. Establecimiento de supuestos para el análisis financiero	27
4.3.5. Cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero	28
5. Resultados	29
5.1. Modelo productivo 1	30
5.2. Modelo productivo 2	33
5.3. Modelo productivo 3	35
5.4. Modelo productivo 4	40
6. Conclusiones	43
7. Recomendaciones	45
Bibliografía	48

Cuadros y figuras

- Cuadro 1.** Características de los cuatro modelos productivos (escenario base), según tipo de intensificación
- Cuadro 1.** Análisis de las categorías principales del Segundo Informe Bienal de Actualización (IBA2) del Paraguay
- Cuadro 2.** Porcentajes de emisión según tipo de GEI en IBA2 del Paraguay
- Cuadro 3.** Resultados de la comparativa de cuatro sistemas productivos
- Cuadro 4.** Distribución del ganado bovino por aptitud productiva en el Paraguay
- Cuadro 5.** Estadísticas descriptivas del hato bovino nacional del Paraguay en los últimos 10 años (serie temporal 2011-2020)
- Cuadro 6.** Resumen de estadísticas del hato bovino nacional por estrato de productores y región geográfica del Paraguay en los últimos 10 años (serie temporal 2011-2020)
- Cuadro 7.** Tenencia promedio de ganado bovino (cantidad de cabezas/propietario) según región geográfica y estrato productivo del Paraguay en los últimos 10 años (Serie temporal 2011-2020)
- Cuadro 8.** Datos de caracterización de los cuatro modelos productivos priorizados
- Cuadro 9.** Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 1
- Cuadro 10.** Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 1, convencional y sostenible
- Cuadro 11.** Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 2
- Cuadro 12.** Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 2, convencional y sostenible
- Cuadro 13.** Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 3
- Cuadro 14.** Indicadores financieros sobreestimados debido a subregistro del modelo productivo 3
- Cuadro 15.** Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 3: convencional, sostenible y con sola adopción de sistemas silvopastoriles
- Cuadro 16.** Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 4
- Cuadro 17.** Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 4: convencional, sostenible y con PSA
- Cuadro 18.** Resumen de la diferencia de valores hallados entre los indicadores financieros y de emisiones de GEI en los cuatro modelos productivos caracterizados del país

- Figura 1.** Estimación de emisiones de GEI (millones de toneladas CO₂e) por distribución geográfica de las especies pecuarias domésticas
- Figura 2.** Estimación de la intensidad de emisiones (kg CO₂e/kg proteico) de los principales alimentos de origen animal
- Figura 3.** Evolución quinquenal de las emisiones sectoriales de GEI en el Paraguay (Gt CO₂e)
- Figura 4.** Categorías de emisiones y absorciones de GEI en los sectores de agricultura y UTCUTS del IBA2 del Paraguay (Gt CO₂e)
- Figura 5.** Sistemas productivos comparados
- Figura 6.** Zonas Agroecológicas Homogéneas
- Figura 7.** Modelos productivos caracterizados en el país, considerando los criterios analizados
- Figura 8.** Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 1
- Figura 9.** Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 1
- Figura 10.** Comparación del nivel de emisiones de CH₄ entérico por categorías del modelo productivo 1
- Figura 11.** Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 2
- Figura 12.** Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 2
- Figura 13.** Comparación del nivel de emisiones de CH₄ entérico por categorías del modelo productivo 2
- Figura 14.** Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 3
- Figura 15.** Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 3 del país
- Figura 16.** Comparación del nivel de emisiones de CH₄ entérico por categorías del modelo productivo 3
- Figura 17.** Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 4
- Figura 18.** Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 4
- Figura 19.** Comparación del nivel de emisiones de CH₄ entérico por categorías del modelo productivo 4

Abreviaturas y siglas

ACB	análisis de costo beneficio
AFOLU	sector agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra
ALC	América Latina y el Caribe
CODEGALAC	Comisión de Desarrollo Ganadero para América Latina y el Caribe
DIGESETEC	Dirección General de Servicios Técnicos
ETC	empleo a tiempo completo
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FCL	Programa de Fomento de la Cadena Láctea
FE	factores de emisión
FECOPROD	Federación de Cooperativas de la Producción
FMAM	Fondo para el Medioambiente Mundial
GASL	Programa mundial para una ganadería sostenible
GDP	ganancia diaria de peso
GEI	gases de efecto invernadero
GLEAM	Modelo de evaluación ambiental de la ganadería mundial Informe
IBA	Bienal de Actualización
INGEI	inventario nacional de GEI
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático
MADES	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible
MB	margen bruto
MP	modelo productivo
MPCS	Mesa Paraguaya de la Carne Sostenible
MRV	monitoreo, reporte y verificación
NAMA	medidas de mitigación apropiadas para cada país
NDC	contribución determinada a nivel nacional
PEA	población económicamente activa

PCG	potenciales de calentamiento global
PIB	producto interno bruto
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
PSA	pago por servicios ambientales
RBC	relación costo beneficio
SAN	seguridad alimentaria y nutricional
SENACSA	Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal
SITRAP	Sistema de Trazabilidad del Paraguay
SNIF	Sistema Nacional de Inventario Forestal
SSP	sistema silvopastoril
TIR	tasa interna de retorno
UA	unidad animal
UG	unidad ganadera
UTCUTS	uso de suelo, cambios de uso de suelo y silvicultura
VAN	valor actual neto
VMG	Viceministerio de Ganadería
ZA	Zonas Agroecológicas

Unidades y medidas

CH₄	metano
CO₂	dióxido de carbono
CO₂e	equivalente de CO ₂
Gt	gigatonelada
kg	kilo
ha	hectárea
L	litro
N₂O	óxido nitroso

Agradecimientos

Esta publicación ha sido elaborada en el marco del proyecto Ganadería baja en emisiones, una contribución al desarrollo sostenible del sector pecuario en los países de Sudamérica (TCP/RLC/3714), ejecutado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO).

Autoridades:

- Sr. Moisés Bertoni, Ministro del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) en el Paraguay
- Sr. Marcelo González, Viceministro del VMG/MAG en el Paraguay
- Sr. Jorge Meza, Representante Residente de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) en el Paraguay

Equipo de trabajo:

- Sr. Andrés González, Oficial Técnico Líder FAO para la región de América Latina y el Caribe; y Sr. Pablo Valencia, Consultor Técnico FAO para la región de América Latina y el Caribe
- Sra. Diana Paredes, Consultora Técnica FAO en Ecuador
- Sra. América González y Sra. Kareem Elizeche, Consultoras Nacional Principal y de Proyectos FAO en el Paraguay
- Sra. Luisa Cáceres, Consultora Técnica y Redactora FAO en el Paraguay
- Sra. Claudia González, Jefa; Sra. Dalma Domínguez, Sra. Ana Colmán, Sra. Claudia Silvera y Sr. Agustín Guerrero, Técnicos del Departamento de Ganadería Sostenible y Cambio Climático del VMG/MAG, Contraparte Nacional

Agradecimientos por la provisión de datos primarios:

- Sr. Mara Fleitas, Coordinadora Técnica de la Dirección General de Servicios Técnicos (DIGESETEC) del Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA)
- Sra. Liz Viveros, Coordinadora Ejecutiva; Sr. Miguel Cano, Sra. Fátima Colarte y Sra. Dorys Pérez, Técnicos del Programa de Fomento de la Cadena Láctea (FCL) del VMG/MAG
- Sr. Marcelo Portaluppi, Gerente de Tecnologías Pecuarias de la Federación de Cooperativas de la Producción (FECOPROD)

Agradecimientos por los espacios de socialización:

- Sr. Alfred Fast, Presidente de la Mesa Paraguaya de la Carne Sostenible (MPCS)
- Sr. Milciades Pacce, Miembro del Comité Directivo de la Plataforma Regional de Carne Sustentable del Chaco Paraguayo

Exceptuando las fotografías referenciadas, las demás fueron proporcionadas por la Consultora Nacional FAO Py.

1. Antecedentes del proyecto en Sudamérica



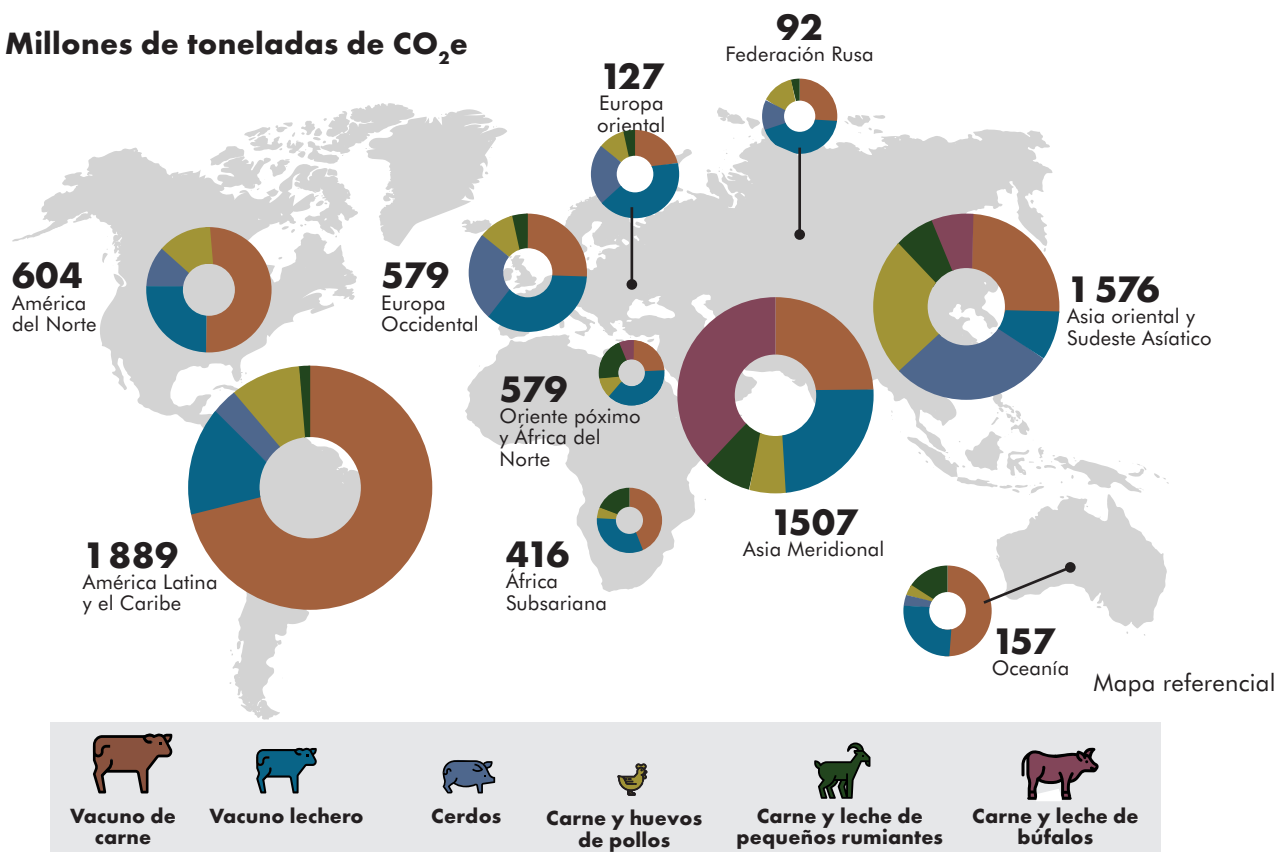
1. Antecedentes del proyecto en Sudamérica

América Latina y el Caribe (ALC), representa una región clave para la seguridad alimentaria y nutricional (SAN). En la actualidad, tras el Sudeste Asiático y Asia oriental, ALC se constituye en la segunda región productora y primera región exportadora de alimentos de origen animal, proveyendo al menos el 25% de la carne avícola y bovina mundialmente exportada (Steinfeld, 2018).

Por otra parte, Sudamérica como subregión concentra la mayor producción del ganado bovino rumiante, presentándose una correlación positiva ($r > 0,80$) entre los niveles regionales de producción de proteína de origen animal y la estimación de las emisiones ganaderas de gases de efecto invernadero (GEI), como se observa en la Figura 1. Puede advertirse, por lo tanto, además de la contribución de la actividad ganadera a la sostenibilidad socioeconómica, su impacto en la sostenibilidad ambiental de la región.

Figura 1. Estimación de emisiones de GEI (millones de toneladas CO₂e) por distribución geográfica de las especies pecuarias domésticas

Millones de toneladas de CO₂e



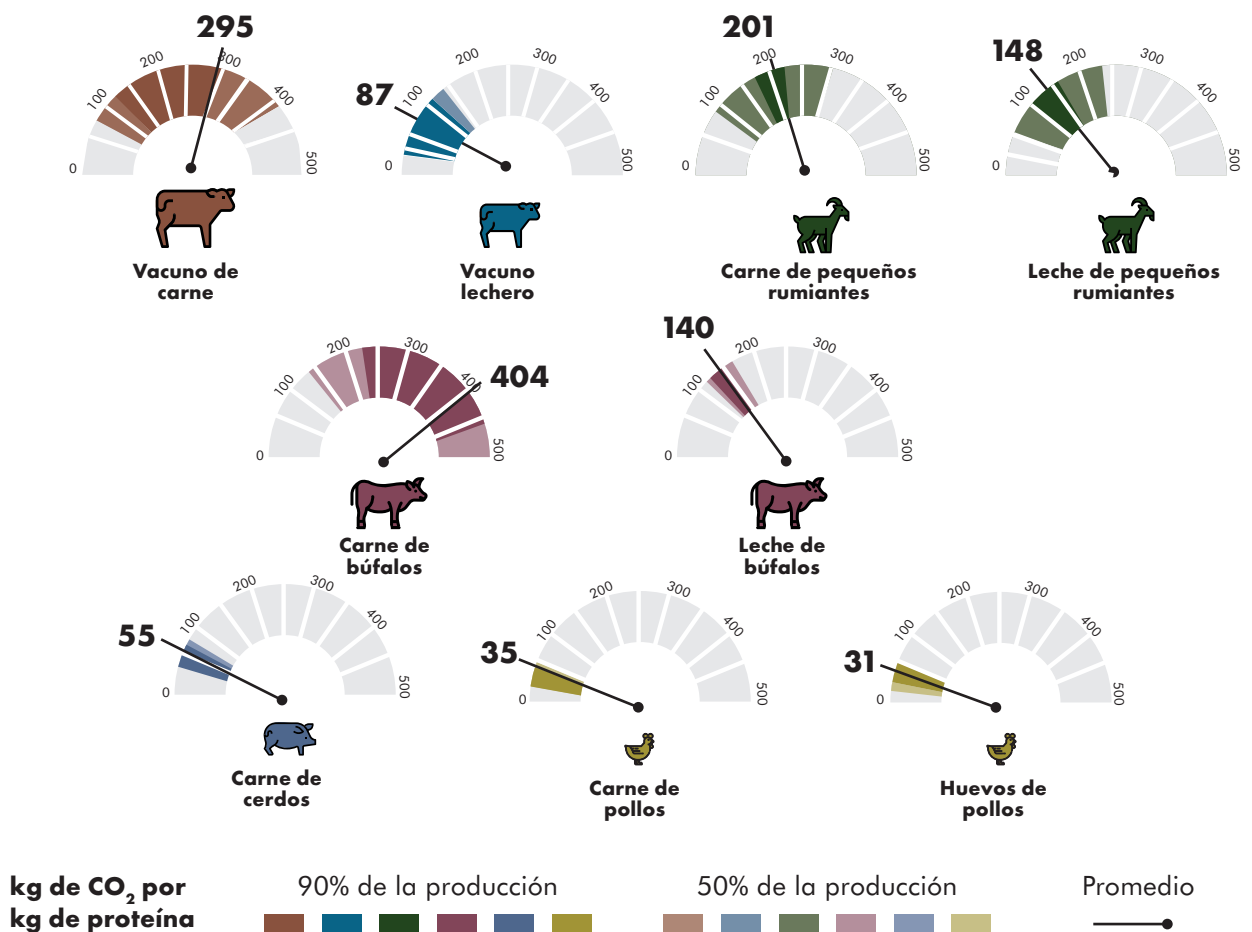
Fuente: FAO. Modelo de evaluación ambiental de la ganadería mundial (GLEAM). (disponible en: <http://www.fao.org/gleam/results/es/>).

1. Antecedentes del proyecto en Sudamérica

Precisamente, uno de los puntos críticos de la producción ganadera en relación a la sostenibilidad ambiental lo constituyen sus niveles de emisión de GEI, ante lo cual deben examinarse las prácticas y tecnologías con potencial directo de mitigación, así como aquellas que, al incrementar la eficiencia productiva, reducen de manera indirecta la intensidad de emisiones o huella de carbono de los productos alimenticios.

Los valores globales promedio de intensidad de emisiones estimados para los principales productos alimenticios de origen animal, según el Modelo de evaluación ambiental de la ganadería mundial (GLEAM, por sus siglas en inglés¹) se muestran en la Figura 2.

Figura 2. Estimación de la intensidad de emisiones (kg CO₂e/kg proteico) de los principales alimentos de origen animal



Fuente: FAO. Modelo de evaluación ambiental de la ganadería mundial (GLEAM). (disponible en: <http://www.fao.org/gleam/results/es/>).

El Modelo global de evaluación ambiental de la ganadería (GLEAM, por sus siglas en inglés) es un entorno SIG que simula las actividades y procesos bio-físicos de las cadenas de suministro de la ganadería siguiendo la metodología de análisis de ciclo de vida. Para mayor información ver aquí: <https://www.fao.org/gleam/es/>

Si bien existe un amplio rango de intensidad de emisiones para los diferentes productos pecuarios, esto no debiera ser el único antecedente para definir la preferencia por un producto determinado, pues también debe considerarse el suministro de nutrientes de cada producto (Liebe, Hall y White, 2020). En este sentido, para los países en desarrollo que poseen una gran producción cárnica, como los sudamericanos, Herrero *et al.* (2013) ha destacado una intensidad moderada de emisiones (100-250 kg CO₂e/kg de proteína animal producida), resaltando además el secuestro potencial de carbono de hasta un 30% del valor globalmente esperado en suelos de ALC (Henderson *et al.*, 2015).

Es por ello que la FAO, a través de su Oficina Regional para América Latina y el Caribe, se encuentra dedicada al desarrollo del presente proyecto subregional para la ganadería sostenible baja en emisiones en cinco países: Argentina, Chile, Ecuador, Paraguay Uruguay. Este proyecto busca facilitar espacios nacionales y subregionales de diálogo para priorizar aquellas prácticas y tecnologías de mitigación con mayor rentabilidad financiera (que en este estudio se evalúa mediante un análisis de costo beneficio (ACB)², para promover una transición desde los modelos de ganadería convencional a modelos sostenibles de producción. El presente estudio es producto de una consultoría nacional para la ganadería sostenible baja en emisiones del Paraguay, en el marco del proyecto subregional.

² ACB: (Unidades) = $\sum \text{Ingresos} / \sum \text{Costos}$

2. Introducción



2. Introducción

Este estudio se basa en la priorización de un listado de prácticas y tecnologías con potencial para mitigar directa e indirectamente las emisiones de GEI del sector ganadero, y su priorización bajo criterios sociales, económicos y ambientales, mediante un consenso participativo con actores nacionales, considerando para ello diferentes modelos productivos en las dos regiones del país: Oriental y Occidental.

Si bien en muchos países existen estudios de base, uno de los aportes más significativos de este proyecto radica en determinar, bajo consenso participativo, aquellas prácticas y tecnologías de mitigación que califican como sostenibles. Esto es importante debido a que, para muchas de estas prácticas, aún no se dispone de una valoración conclusiva a nivel regional ni nacional. En tal sentido, debe mencionarse que la necesidad de mitigar las emisiones agropecuarias es aún un “tema sensible”, ya sea por desconocimiento (por ejemplo, buenas prácticas que, sin embargo, ya están siendo implementadas), o por la predisposición frente a los costos adicionales que estas prácticas podrían implicar para el productor.

Ante ello, el estudio tiene por objetivo efectuar un análisis costo beneficio (ACB) de la adopción de las prácticas y tecnologías de mitigación priorizadas, como un indicador que permita evidenciar la rentabilidad financiera de los modelos ganaderos sostenibles.

En consonancia con la Labor conjunta de Koronivia sobre la agricultura (Drieux *et al.*, 2019), y en el contexto de la vulnerabilidad al cambio climático y la necesaria producción de alimentos, en el Paraguay destacan dos instancias que apuntan a identificar indicadores y parámetros locales de referencia bajo abordajes propios. Esto, a partir de metas e indicadores globales de sostenibilidad, incluyendo aquellos relacionados al cambio de uso del suelo y las emisiones de GEI:

- **Plataforma Nacional de Carne Sustentable³**. A través de un enfoque bottom up se proponen planes de acción para diversas instituciones dentro de las Plataformas Regionales de carne sustentable del Chaco Paraguayo, Alto Paraná e Itapúa. Al respecto, cabe destacar la reciente definición de carne sustentable del Chaco Paraguayo, bajo apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), como herramienta orientativa de políticas públicas encaminadas al desarrollo sustentable del sector en el país.
- **Mesa Paraguaya de la Carne Sostenible (MPCS)**. Esta iniciativa agrupa a instituciones de toda la cadena cárnica, y prioriza principios, criterios y atributos de producción sustentable (MPCS, 2021) a partir de

³ Para más detalles sobre la plataforma, visitar el sitio web de la iniciativa: <https://greencommoditiesparaguay.org/>

los criterios generales de la Mesa Redonda Global para la Ganadería Sostenible para diferentes dimensiones, tales como: recursos naturales; personas y comunidades, bienestar y salud animal; alimentación; eficiencia e innovación (GRSB, 2017).

Por su parte, y en relación a la acción climática, la FAO ha expresado que si bien las propuestas de mitigación pueden variar por región, fuente, intensidad y niveles de emisión, la visión no debiera apuntar al cambio de paradigmas productivos, sino a identificar oportunidades de mejora (Gerber *et al.*, 2013). De esta manera, el potencial de mitigación más importante para sistemas productivos con rumiantes de baja productividad, como los de Asia meridional y ALC, se centra en reducir la intensidad de emisiones mediante prácticas relacionadas con la mejora alimenticia, la sanidad animal y el manejo del hato o la gestión predial.

En esa misma línea, en ALC se han venido identificando estrategias costo efectivas para la mitigación de GEI emitidos por el sector ganadero, tales como: la mejora y rotación de pasturas, el ensilaje, la suplementación, los sistemas silvopastoriles y la gestión del estiércol. Este proyecto será de gran utilidad en el desarrollo de políticas sectoriales que vayan en esa dirección, como las medidas de mitigación apropiadas para cada país (NAMA, por sus siglas en inglés), que se encuentran actualmente en proceso de diseño/registro por parte de varios países de la región, incluyendo al Paraguay (CATIE, 2017).

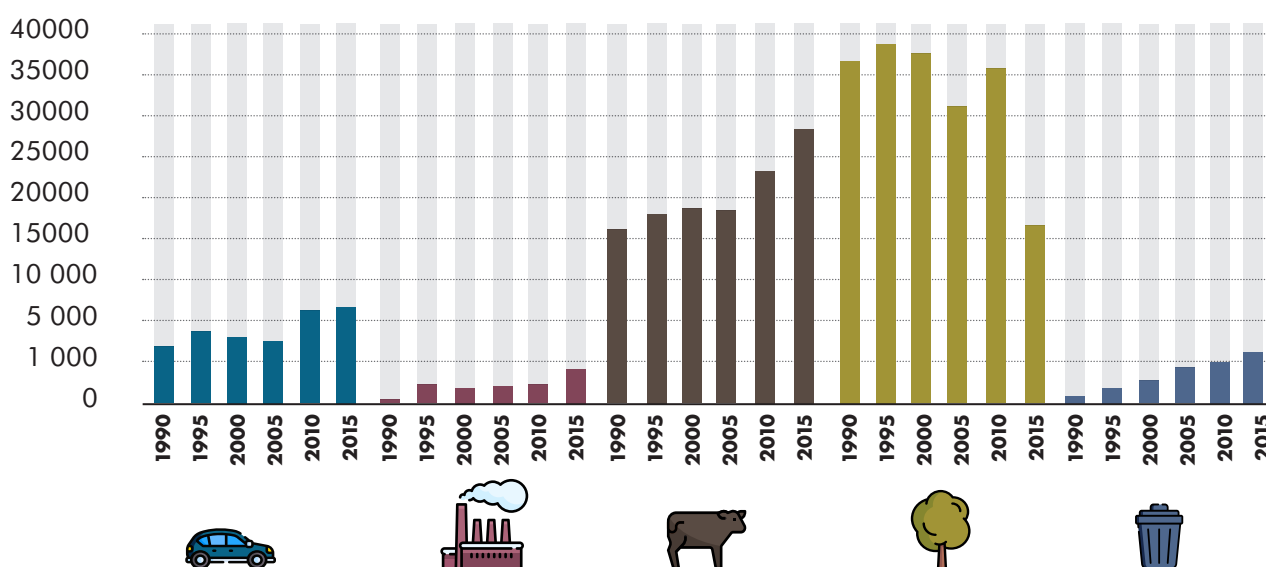
3. Situación de las emisiones ganaderas en el Paraguay



3. Situación de las emisiones ganaderas en el Paraguay

El Paraguay presenta una pequeña contribución a las emisiones mundiales de GEI ($\leq 0,01\%$) (Ritchie, Roser y Rosado, 2020). Sin embargo, ello no quita la necesidad de conocer el perfil de emisiones e identificar potenciales áreas de mitigación en el país. Según el último inventario nacional de GEI (INGEI)⁴, los sectores agricultura⁵, y uso de suelo, cambios de uso de suelo y silvicultura (UTCUTS, por sus siglas en inglés) –reportados conjuntamente como sector agricultura, silvicultura y otros usos del suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés) –, aportan 27 133 y 15 755 Gt CO₂e respectivamente, representando 52,9% y 30,7% respectivamente, y contabilizando en total un 83,6% de las emisiones nacionales de GEI (SEAM, PNUD y FMAM, 2019) (Figura 3).

Figura 3. Evolución quinquenal de las emisiones sectoriales de GEI en el Paraguay (Gt CO₂e)



Fuente: SEAM, PNUD y FMAM (2017).

⁴ El inventario fue publicado oficialmente en el Segundo Informe Bienal de Actualización (IBA) por la entonces Secretaría del Ambiente (SEAM) y hoy Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADES) en el 2015 (último año de la serie temporal).

⁵ Incluyendo a toda la actividad agropecuaria.

El Cuadro 1 muestra el análisis de las categorías principales de emisiones y absorciones de GEI, y revela que las categorías de tierras forestales convertidas a tierras de cultivo, fermentación entérica del ganado y emisiones directas e indirectas de N₂O de los suelos gestionados, fueron las más significativas (≥95%) en la línea base (1990), en el año final (2015), y en la tendencia de toda la serie temporal de cálculo (1990-2015) (SEAM, PNUD y FMAM, 2019).

Cuadro 1. Análisis de las categorías principales del Segundo Informe Bienal de Actualización (IBA2) del Paraguay

Categorías	GEI involucrado	Emisiones (Gt CO ₂ e)	Emisiones acumuladas (% del total)
Tierras forestales convertidas a tierras de cultivo	CO ₂	37 252	37,7
Tierras forestales que permanecen como tales	CO ₂	18 330	56,2
Fermentación entérica	CH ₄	17 126	73,5
Emisiones directas de N ₂ O de los suelos gestionados	N ₂ O	7 278	80,9
Tierras de cultivo convertidas en tierras forestales	CO ₂	5 450	86,4
Combustión del transporte terrestres	CO ₂	5 260	91,7
Tierras forestales convertidas a otras tierras	CO ₂	2 309	94,1
Emisiones indirectas de N ₂ O de los suelos gestionados	N ₂ O	1 630	95,7

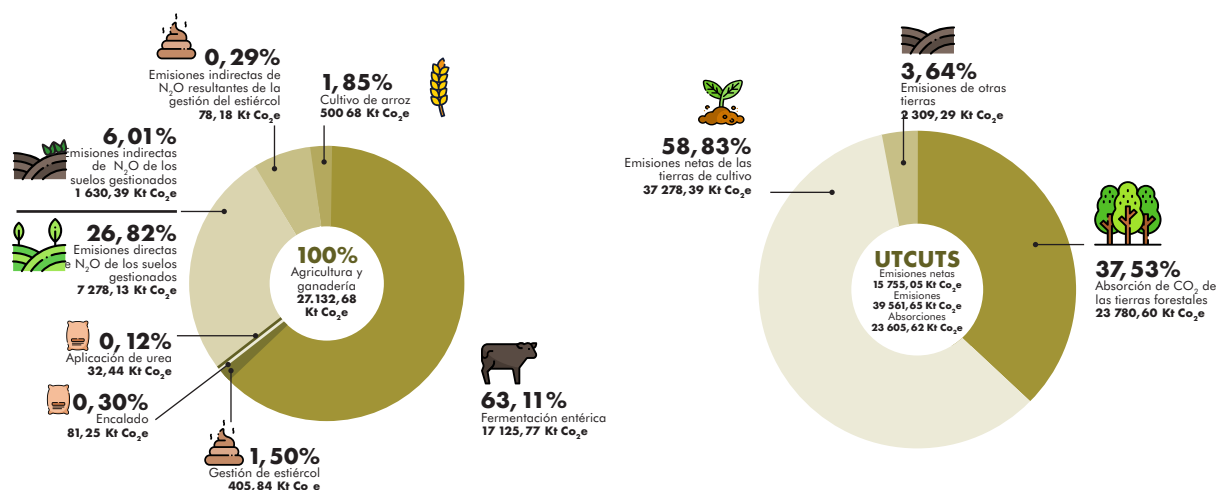
Fuente: SEAM, PNUD y FMAM (2017).

Además, como puede observarse en la Figura 4, las categorías relacionadas a la actividad ganadera se relacionan a ambos sectores del INGEI. Se observa que más del 60% de las emisiones totales del sector de agricultura (27 132 Gt CO₂e) se relacionan a las emisiones directas (fermentación entérica y gestión del estiércol) e indirectas (por uso de los fertilizantes nitrogenados para cultivos agrícolas utilizables como parte de la ración alimenticia) de la ganadería nacional. Respecto al sector de UTCUTS, de los 39 561 Gt CO₂e emitidos, más del 90% se generó a partir de los cambios de uso desde tierras forestales a tierras de cultivo (sin discriminarse el uso final). No obstante, debe notarse el porcentaje de remoción forestal (por parte de los bosques nativos y plantaciones), resultando en emisiones netas de aproximadamente un 62% en este sector. Precisamente, revirtiendo la tendencia histórica del INGEI, gracias a estas remociones forestales, UTCUTS se sitúa ya como el segundo sector emisor, al ser desplazado por el sector Agricultura, como principal sector emisor del país en los últimos años de la serie temporal.

En el sector de agricultura, la fermentación entérica del ganado representa la principal categoría de emisión, ocupando la tercera posición en el INGEI. Dicho dato sugiere la necesidad de identificar prácticas y tecnologías de mitigación de las emisiones ganaderas que se originan en esta fuente. No obstante, debe considerarse también el nivel de incertidumbre asociado a estas estimaciones (aproximadamente un 50%), tanto en los datos de actividad como en los factores de emisión (FE) utilizados en el Nivel 1 de las guías metodológicas del Grupo

3. Situación de las emisiones ganaderas en el Paraguay

Figura 4. Categorías de emisiones y absorciones de GEI en los sectores de agricultura y UTCUTS del IBA2 del Paraguay (Gt CO₂e)



Fuente: SEAM, PNUD y FMAM (2017).

Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)⁶. Al respecto, se destaca que hasta el IBA 2 el sector forestal fue el único en avanzar hacia un Nivel 2 de cálculo (con FE que son país-específicos) a través del Sistema Nacional de Inventario Forestal (SNIF), lo cual le ha posibilitado reivindicarse como segundo sector emisor en los INGEI, tras ser superado en los últimos años por el sector agricultura. Entre tanto, como potenciales mejoras metodológicas en el proceso actual de construcción del INGEI para el Tercer Informe Bienal de Actualización (IBA3) del país, se considera el balance por cambios de uso de suelo a pastizales, y la categorización del hato bovino nacional, para calcular en un Nivel 2 el uso de la energía bruta y las emisiones de CH₄ por edades, sistemas y niveles productivos.

Desagregando por el tipo de GEI, en el Cuadro 2 puede observarse que el CO₂ fue el de mayor emisión en el 2015, seguido por el CH₄ y N₂O (de aún mayores potenciales de calentamiento global, o PCG, que el anterior). Estos tres GEI representan las emisiones directas, cuyas fuentes provienen también principalmente de las actividades del sector AFOLU.

Cuadro 2. Porcentajes de emisión según tipo de GEI en IBA2 del Paraguay

GEI	Emisión (%)	Potenciales de calentamiento a 100 años (Rango del Quinto y Segundo Informe del IPCC)
CO ₂	43,40	1
CH ₄	37,70	28-21
N ₂ O	18,36	265-310
SF ₆	0,030	23 500-23 900
HFCs	0,550	Variable según el compuesto: 140-11 700

Fuente: SEAM, PNUD y FMAM (2017).

⁶ Todas las guías metodológicas y material de apoyo pueden ser encontradas aquí: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/index.html>

Desde el 2015, en concordancia a los compromisos climáticos asumidos como signatario del Acuerdo de París, el Paraguay ha comprometido a través de su contribución determinada a nivel nacional (NDC, por sus siglas en inglés) reducir en un 20% sus emisiones de GEI para el año 2030, de lo cual un 10% no está condicionada al financiamiento externo (DNCC y MADES, 2021). Para tal cometido, en el ejercicio de actualización de la NDC al 2021, debe destacarse la promoción de políticas públicas como las líneas estratégicas de acción para la propuesta del Plan de Mitigación al Cambio Climático del Sector Agricultura, contemplando los lineamientos para la NAMA de ganadería y protocolos para la producción de carne Carbono-neutral, bajo esquemas integrados.

Sectorialmente, el Plan Estratégico Interinstitucional de Políticas Agroambientales reconoce la necesaria interacción de la dimensión productiva para la sostenibilidad agropecuaria, en tanto que la Política de Desarrollo Sustentable de la Producción Pecuaria a 2023 (VMG, 2018) propone algunas medidas de mitigación como ejes transversales para la sostenibilidad ambiental, como por ejemplo: la eliminación de la quema de pastizales mediante rotación del pastoreo; la implementación de parcelas silvopastoriles como cercas vivas y de protección para los animales y la gestión del estiércol, entre otras.

Finalmente, dada la gran vulnerabilidad del país al cambio climático (SEAM, PNUD y FMAM, 2015), deben advertirse sus potenciales impactos en la ganadería paraguaya al año 2070, bajo los escenarios de moderada (B2) y alta (A2) emisión de GEI, identificándose como principales la disminución del rendimiento cárnico (kg producidos/ha) y de la producción de leche (L/día) por estrés calórico del ganado bovino, debido a incrementos esperados de la temperatura media de entre 3,4° a 4,2°C para los escenarios B2 y A2, respectivamente. Así también, en ambos escenarios, las sequías extremas se agudizarían hasta mitad de siglo, previéndose luego en contraste, una tendencia creciente de inundaciones a partir del año 2070, con áreas particularmente sensibles a esta fluctuación, como el Chaco Paraguayo (CEPAL, 2014).

Ante los impactos esperados, el Paraguay presenta el desafío de crecimiento resiliente y bajo en emisiones de sus sectores productivos, de modo a aprovechar sus ventajas competitivas para situarse como una plataforma mundial sostenible de producción de alimentos, conforme a su Plan Nacional de Desarrollo al año 2030 (Gobierno de Paraguay, 2014).

4. Metodología



4.1. Selección de prácticas y tecnologías

Se identificó un listado de 92 prácticas y tecnologías de mitigación, clasificadas en 10 áreas de intervención:

- i. Gestión predial (11)
- ii. Alimentación
 - a. Forrajes (10)
 - b. Ajuste de la ración y suplementación alimenticia (7)
 - c. Aditivos/moduladores de la función ruminal (6)
- iii. Manejo agronómico de cultivos forrajeros o agrícolas (12)
- iv. Manejo forestal (6)
- v. Sanidad e inmunización (4)
- vi. Selección animal (6)
- vii. Selección por indicadores productivos y reproductivos (5)
- viii. Biotecnología (11)
- ix. Residuos y economía circular (7)
- x. Gestión de los recursos naturales (7)

Estas prácticas y tecnologías de mitigación fueron descritas en dos aspectos:

a) Mecanismo de mitigación

- Directo (por ejemplo, reducción de emisiones desde sus fuentes o incremento en la remoción por sumideros)
- Indirecto (por ejemplo, mejora en la productividad, o intensificación productiva, reduce la intensidad de emisiones)

b) Potencial de mitigación

- La mayoría de las prácticas y tecnologías priorizadas presentan un porcentaje referenciado de mitigación de entre el 10 a 30%.
- Para algunas prácticas se observan potenciales más significativos de mitigación (por ejemplo, hasta un 80% de la emisión de CH₄ entérico con el uso de microalgas). Sin embargo, se requiere mayor repetibilidad y validaciones **in vivo** de estos datos.

A continuación se hizo un ejercicio de priorización de estas prácticas. Los lineamientos para la priorización fueron definidos mediante el mecanismo de encuesta y dictamen de expertos, y posteriormente fueron evaluados en conjunto con el Departamento de Ganadería Sostenible y Cambio Climático, perteneciente al Viceministerio de Ganadería (VMG), gestor de la política pecuaria y punto focal nacional ante la Comisión de

Desarrollo Ganadero para América Latina y el Caribe (CODEGALAC) y la Programa global para una ganadería sostenible (GASL, por sus siglas en inglés) de la FAO.

Como resultado, para la priorización de las prácticas y tecnologías de mitigación, conforme a la definición de ganadería sostenible, se consideraron 12 criterios:

- **Sociales (4):** (i) contribución a la SAN de los productores; (ii) empleo de mano de obra femenina y familiar; (iii) mano de obra adicional (no familiar); (iv) alineación con metas, planes y prioridades sectoriales y nacionales de desarrollo.
- **Económicos (4):** (v) aumento de productividad; (vi) aumento de los ingresos; (vii) costos de implementación; (viii) relación beneficio/costo (ACB).
- **Ambientales (4):** (ix) nivel de mitigación de las emisiones; (x) plazo de implementación; (xi) beneficios de adaptación u otros cobeneficios; (xii) dependencia de otros recursos naturales para su implementación.

Cabe destacar que en el ejercicio de priorización no se identificó una técnica única, que por sí sola pudiera dar solución a la problemática de emisiones GEI, por lo que aquí se presenta una selección de aquellas prácticas y tecnologías más asequibles, y su combinación en la forma más eficaz y eficiente posible (por ejemplo, manejo agronómico o forestal a través de la implantación de forrajes mejorados o sistemas silvopastoriles para intervención alimenticia).

A continuación, se presenta una breve descripción de las cinco prácticas y tecnologías de mitigación priorizadas.

4.1.1. Pastoreo rotacional

En el país se usan principalmente dos sistemas de pastoreo: continuo y rotacional. El pastoreo continuo sigue siendo la práctica predominante en la actualidad, a pesar de sus problemas colaterales, como el sobrepastoreo, la compactación de suelo y la necesidad de renovación periódica de las pasturas. Por otra parte, en el sistema rotacional se identificaron experiencias de pastoreo rotativo convencional (con tiempos de ocupación y descanso fijos, dependiendo principalmente el número de potreros) y, en menor proporción, iniciativas piloto del pastoreo racional (sistema Voisin, con el empleo de pasturas implantadas) (Quevedo, 2019). De acuerdo con Pinheiro-Machado (2011), bajo un buen manejo, el sistema de pastoreo racional es capaz de secuestrar el CO₂ producido por 10 cabezas de ganado bovino por unidad de superficie, emisor de unos 1 166 kg CO₂q/cabeza/año, existiendo por ello varias empresas que promueven este método.

La mayor facilidad para la adquisición de alambres y electrificadores para el pastoreo por franjas móviles ha posibilitado la difusión del pastoreo rotativo en el país que, para una base de 1 000 cabezas, requiere una inversión aproximada de entre 500 a 800 dólares estadounidenses (en adelante, dólares), es decir, entre 50 y 80 centavos de dólar/cabeza de ganado (La Nación, 2016).

Entre las experiencias de implementación del pastoreo rotacional intensivo se incluyen los siguientes ejemplos:

- Sistema Voisin en ciclo de invernada de la cadena cárnica (Infonegocios, 2018). A nivel de pequeños y medianos productores se utiliza una parcela durante uno a tres días, con periodos de descanso de hasta 60 días, y 18 a 20 ciclos de uso al año, en ambas regiones del país. Para la terminación intensiva del ganado bovino en la zona norte del país, con un hábito de pastoreo de 12 horas diarias, los ejemplares de recría que ingresan con 350 kg de peso vivo en promedio, presentan ganancias diarias de peso de hasta 0,9 kg, logrando rendimientos de hasta 500 versus 150 kg promedio de carne/ha, a nivel nacional (Quevedo, 2018).
- Sistema Voisin en producción lechera (Matto, 2020). Innovación implementada por pequeños productores tras un intercambio bilateral con Ecuador, y que les ha permitido manejar mayor cantidad de vacas en pequeñas superficies logrando 18 L promedio de producción diaria/cabeza y mayor rentabilidad, sin suplementación, y sobre campos naturales inclusive.



Día de campo sobre la implementación del sistema Voisin por pequeños productores lecheros.

4.1.2. Conservación de forraje

Los principales métodos para la conservación del forraje utilizados en el país son la henificación (principalmente de gramíneas tropicales como *Brachiaria brizantha*, mombaza, pasto estrella y pasto Tifton etc.) y, en época de abundancia estival, el ensilado del sorgo o maíz, y otras gramíneas como las pasturas de corte (*Pennisetum purpureum*), para cubrir los déficit del periodo invernal y el mayor requerimiento nutricional del ganado (por ejemplo, por pariciones e inicio de la lactancia de las vacas lecheras o recria), entre los meses de julio a setiembre.

En el caso de la henificación, los costos de preparación del terreno para la producción de rollos tiene un costo aproximado de 200 dólares/ha. Cabe destacar que el costo de maquinarias (tractor, segadora, hileradora y enfardadora) tiene un costo de aproximadamente 150 000 dólares, sin embargo, la fabricación de fardos generalmente se realiza en forma tercerizada, con un costo de entre 15 a 17 dólares/rollo.

En caso del silo, si bien los de tipo torta (en superficie) o trinchera (en excavación) eran tradicionalmente muy utilizados, actualmente el sistema de silo bolsa ha ido ganando adeptos, por generar menos desperdicios y costos, y constituirse como una opción viable incluso para los micro y pequeños productores. En este sistema se usan también innovaciones tecnológicas como la aplicación de inoculantes para incrementar la fermentación (La Nación, 2016). Los costos del ensilado se sitúan en torno a los 330 dólares/ha, o bien 34 a 50 dólares/tonelada.



Prototipos desarrollados por el Instituto Paraguayo de Tecnología Agraria para henificación de forraje y por la Escuela Agromecánica del Ministerio de Agricultura y Ganadería para ensilaje.

La actividad ganadera tradicional se ha desarrollado sobre las praderas naturales en áreas contiguas al Río Paraguay. Sin embargo, el uso de pasturas mejoradas ha facilitado la adopción de estas prácticas, incrementando la productividad ganadera, y permitiendo la terminación de animales en 24 a 30 meses, con un promedio de 400 kg, y rendimiento al gancho de un 55-58%.

En promedio, la capacidad de carga en las pasturas naturales es calificada como baja, estimada en 1 a 3 ha/UG⁷, mientras que en las pasturas cultivadas es de 0,5 a 1 ha/UG (Paniagua, 2010), presentando una notable fluctuación conforme a la estacionalidad forrajera, con abundancia estival y escasez invernal.

A diferencia de la ganadería bovina de carne, mayormente extensiva, en lechería la mayoría de los forrajes tropicales implantados son de corte (principalmente de la línea del pasto elefante como el camerún común y morado, junto a la caña de azúcar) (Arias, 2008).

4.1.3. Sistemas silvopastoriles

Si bien no existen especificaciones técnicas precisas acerca del manejo silvopastoril en el Paraguay, este se implementa principalmente como sistemas agroforestales, bancos de proteína y cercas vivas, utilizándose tanto especies forestales nativas (ej. algarrobo) como exóticas (ej. leucaena o eucalipto)

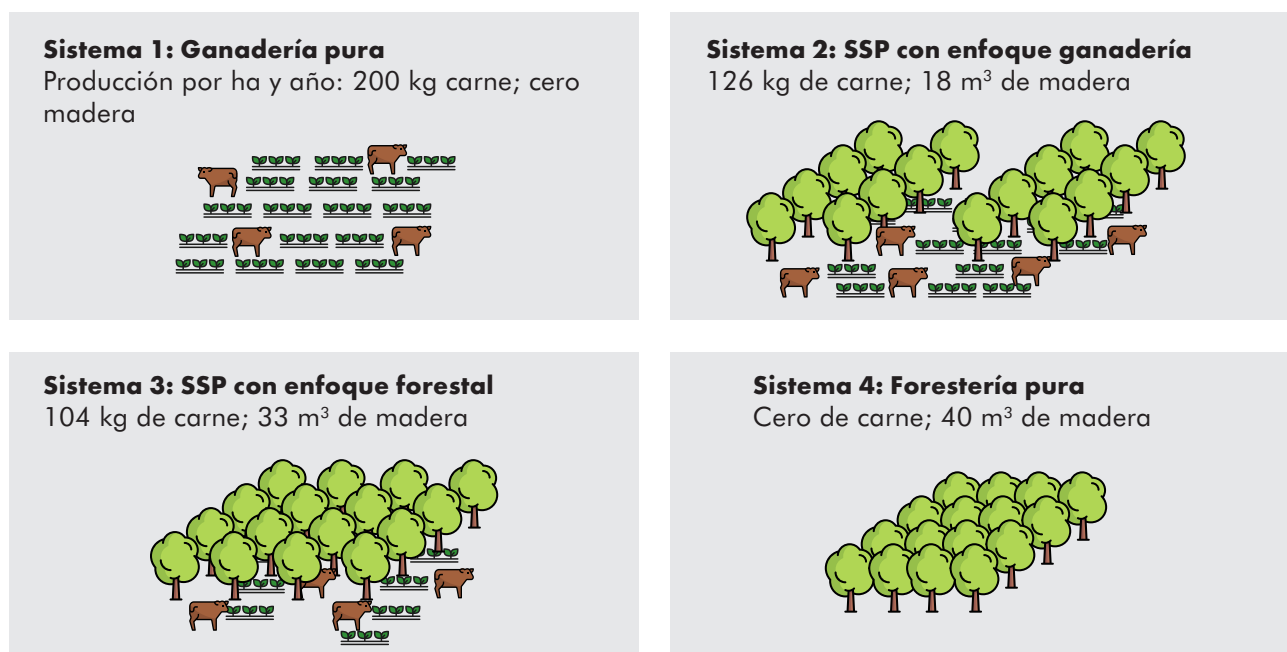
En este ámbito, destaca una evaluación del desempeño social (generación de empleo), económico (VAN, TIR etc.) y ambiental (secuestro de C) de los sistemas forestales en comparación a un modelo de negocio convencional llevada a cabo por PAYCO el año 2016, con el fin de analizar los beneficios de la diversificación productiva en un periodo de 13 años. Para ello, en ese estudio se compararon cuatro sistemas productivos (Figura 5).

Como puede observarse en el Cuadro 3, en general el desempeño social y económico se incrementan paulatinamente del sistema 1 al 4, exceptuando la tasa interna de retorno (TIR) del sistema 2. Así también, el balance de carbono resulta negativo en el sistema de ganadería pura (sin reserva forestal), lo cual como es de esperarse, mejora notablemente al incrementarse el uso forestal.

Este estudio también incluye un análisis del potencial biofísico, el cual señala que en la región Oriental del país existen aproximadamente 5,8 millones de ha de suelos aptos para forestería, excluyendo al bosque nativo y las tierras agrícolas, contándose ya con cerca de 90 000 ha de plantaciones forestales, con un 10% de la superficie bajo sistemas silvopastoriles. Así, el siguiente desafío para la actividad ganadera es una mayor integración a estos sistemas forestales, conforme a instrumentos de políticas públicas como la Política de Desarrollo Sustentable de la Producción Pecuaria (VMG, 2018), que busca establecer 100 000 ha de sistemas ganaderos bajo esquema silvopastoril en el país.

⁷ UG (Unidad Ganadera)=Vientre de 450 kg (Unidad Animal-UA) o novillo en engorde de 500 kg, utilizado como referencia equiparable de requerimientos nutricionales.

Figura 5. Sistemas productivos comparados



Fuente: Braun, A., Van Dijk, S. y Grulke, M. (2016).

Cuadro 3. Resultados de la comparativa de cuatro sistemas productivos

Indicadores	Sistema 1 Ganadería pura	Sistema 2 SSP con enfoque ganadería	Sistema 3 SSP con enfoque forestal	Sistema 4 Forestería pura
Empleo (ETC*/1000 ha)	3	16	23	26
Inversión (USD/ha)**	780	1 690	1 950	2 040
Ingresos Netos*** (dólares/ha/año)	115	400	840	1 060
1 ^{er} año con flujo de caja positivo	2	4	7	7
TIR (%)	14	12	19	22
Secuestro de C (tonelada CO ₂ e/ha/año)	-1,8	2,8	6,9	8,4

*A tiempo completo.

**Sin considerar el costo de la tierra o su revalorización.

***A plazo de 13 años.

****A costo de oportunidad del 11%.

Fuente: Braun, A., Van Dijk, S. y Grulke, M. (2016).

Otro análisis efectuado indicó que, independientemente de la especie forestal empleada, los sistemas silvopastoriles incrementan la rentabilidad en comparación a los sistemas ganaderos convencionales (al costo de oportunidad considerado de un 13,5%). No obstante, dicha rentabilidad mejora al considerarse el uso de especies nativas, el incentivo dado por el pago por servicios ambientales (PSA) a los productores, la comercialización de productos silvoagropecuarios, y los potenciales beneficios para el bienestar animal, tales como la sombra y reducción del riesgo de estrés calórico (Britos, en PNUD, 2018).

4.1.4. Suplementación

Esta práctica es aplicada en el Paraguay bajo diferentes modalidades, incluyendo la suplementación anual y la suplementación estratégica en época invernal. La primera es generalmente utilizada en los sistemas lecheros tecnificados y engordes intensivos (feed lot), en tanto que la segunda es usada en la producción extensiva de carne.

En la producción lechera tecnificada, los suplementos se basan mayormente en alimento balanceado o cereal (a razón de 1 kg/3 L de leche/día), y minerales (a razón de 100-150 gr por cabeza día). Además, existe una diferencia sustancial entre las regiones geográficas donde, en la región Occidental (Chaco Paraguayo), la suplementación forrajera con ensilado se realiza de forma constante a lo largo del año, mientras que en la región Oriental esto se hace mayormente en invierno.

En el caso de la producción de carne, la suplementación se realiza principalmente con hasta 8 kgs de maíz/cabeza/día para la terminación intensiva del ganado, o bien, dependiendo del nivel requerido, a razón convencional del 1-3% del peso vivo (Borda y Mendez, 2014).

Como es de esperarse, los costos asociados a esta suplementación son elevados, no obstante, permitiendo mantener o incrementar la productividad del ganado.

4.1.5. Gestión del estiércol

En el Paraguay no suele ser utilizada la gestión de estiércol (sistemas de lagunaje o tratamiento) debido a los costos de inversión que implica, excepto en los establecimientos de mayor envergadura, por lo que la descomposición anaeróbica y emisiones de CH₄ a partir de esta fuente no son significativas. Sin embargo, tanto para los sistemas extensivos como para los de estabulación, el depósito directo y las emisiones de CH₄ y N₂O resultantes de aplicación del estiércol como abono orgánico a las pasturas, son las principales fuentes.

4.2. Selección de modelos productivos

Se seleccionaron y caracterizaron cuatro modelos productivos para analizar la implementación potencial de las prácticas y tecnologías de mitigación priorizadas, así como los respectivos beneficios y costos diferenciales obtenidos con su adopción. Cabe destacar que, para efectos de este estudio, las prácticas y tecnologías no fueron consideradas individualmente, sino que se estudió su aplicación en conjunto como paquetes tecnológicos.

A continuación, se presentan las dimensiones evaluadas para la selección de los cuatro modelos productivos

4.2.1. Especies y cadenas productivas

Debido a que la ganadería bovina incluye el mayor hato y emisiones nacionales de GEI (principalmente a través de la fermentación entérica), esta especie fue priorizada en el análisis. Así también, por la importancia socio-económica de estas cadenas productivas, se priorizó tanto el ganado bovino de carne como de leche.

Si bien el Servicio Nacional de Calidad y Salud Animal (SENACSA)⁸ no posee un registro desagregado del hato bovino o de la cantidad de fincas por propósito productivo, existen estimaciones recientes elaboradas por el MAG, que consideran las fluctuaciones tendenciales entre los dos últimos Censos Agropecuarios Oficiales del País (1991 y 2008). Cabe mencionar también de que el país cuenta con un Sistema de Trazabilidad (SITRAP) individual del ganado bovino bajo un esquema de alianza público-privada (APP), con perspectivas de avance hacia un sistema nacional con apoyo de la cooperación internacional, lo que aportará datos de mayor precisión al respecto.

En el Cuadro 4 se observa la preponderancia de los bovinos de aptitud carnífera, aunque pueden presentarse discrepancias al considerar la existencia de ganado de doble propósito o criollo.

Cuadro 4. Distribución del ganado bovino por aptitud productiva en el Paraguay

Aptitud	Cantidad de cabezas	(%)
Lechera	723 278	5
Carnífera	13 742 304	95
Total	14 465 582	100

Fuente: Elaboración propia con base en MAG (2015).

⁸ Más información en: <https://www.senacsa.gov.py/>

4.2.2. Regiones geográficas

Como se observa en el Cuadro 5, la región Occidental (Chaco Paraguayo) alberga actualmente al 40% del hato nacional, y al 10% de los propietarios del ganado bovino del país, promediando 418 cabezas/propietario, en comparación a las 63 cabezas/propietario en la región Oriental. Este factor también ha sido considerado en la caracterización de los modelos productivos.

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas del hato bovino nacional del Paraguay en los últimos 10 años (serie temporal 2011-2020)

Parámetro	Región Oriental		Región Occidental	
	Propietarios	Hato bovino (cabezas)	Propietarios	Hato bovino
Límite superior	136 522	8 669 952	14 562	6 671 637
Límite inferior	101 495	7 285 545	13 194	4 643 770
Variación del rango	35 027	1 384 407	1 368	2 027 867
Promedio	123 854	7 841 740	13 957	5 837 838

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proveídos por SENACSA (2021).

Al desagregar los datos de acuerdo a las Zonas Agroecológicas (ZA), se observa que las zonas ribereñas en torno al Río Paraguay (Norte de la región Oriental y del Chaco) constituyen las principales áreas ganaderas del país, producto del buen desarrollo forrajero (Figura 6).

Duplicando a su población humana, y con alrededor de 14 millones de cabezas de ganado vacuno, la ganadería actualmente ocupa al 11,3% de la población económicamente activa (PEA). Además, el 2% del producto interno bruto (PIB) es directamente generado por el rubro, representando monetariamente unos 1 200 millones de dólares anuales, de los cuales una muy pequeña cantidad proviene de la cadena láctea, y el resto mayoritario de la ganadería bovina de carne.

Figura 6. Zonas Agroecológicas (ZA)

Fuente: MAG (2018).

4.2.3. Estratos productivos

Si bien tradicionalmente se consideran tres estratos de productores: pequeños, medianos y grandes, en el presente análisis, y conforme a las estadísticas desagregadas del SENACSA, se consideraron las siguientes cuatro categorías: microproductores (20 o menos cabezas de ganado bovino), pequeños productores (21-100 cabezas), medianos productores (101 a 1000 cabezas), y grandes productores (1000 cabezas o más). Así, en el Cuadro 6, se puede observar que el segmento con mayor cantidad de productores ganaderos en la región Oriental corresponde a los microproductores, siendo dicho segmento, paradójicamente, el de menor representatividad en la región Occidental.

Por otro lado, los grandes productores representan el segmento con menor cantidad de propietarios en ambas regiones del país y, por lo tanto, son poseedores de la mayor cantidad de cabezas de ganado bovino.

Cuadro 6. Resumen de estadísticas del hato bovino nacional por estrato de productores y región geográfica del Paraguay en los últimos 10 años (serie temporal 2011-2020)

Estrato		Región geográfica	
		Oriental	Occidental
Microproductores	Propietarios	75 751	3 349
	Hato (cabezas)	648 664	31 725
Pequeños productores	Propietarios	31 181	4 164
	Hato (cabezas)	1 351 433	213 707
Medianos productores	Propietarios	7 578	3 183
	Hato (cabezas)	2 177 980	1 007 665
Grandes productores	Hato (cabezas)	1 216	1 138
	Propietario	3 395 852	3 900 775

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proveídos por el SENACSA (2021).

En el Cuadro 7 se presenta una caracterización de la tenencia promedio de ganado bovino por estrato y región geográfica, donde se observa que no existen grandes diferencias entre los segmentos de micro a medianos productores, incrementándose la brecha entre los grandes productores de ambas regiones del país.

Cuadro 7. Tenencia promedio de ganado bovino (cantidad de cabezas/ propietario) según región geográfica y estrato productivo del Paraguay en los últimos 10 años (Serie temporal 2011-2020)

Región geográfica / Estrato	Microproductores	Pequeños	Medianos	Grandes
Oriental	9	43	287	2 793
Occidental	10	51	317	3 428
Diferencia	1	8	30	634

Fuente: Elaboración propia a partir de datos proveídos por el SENACSA (2021).

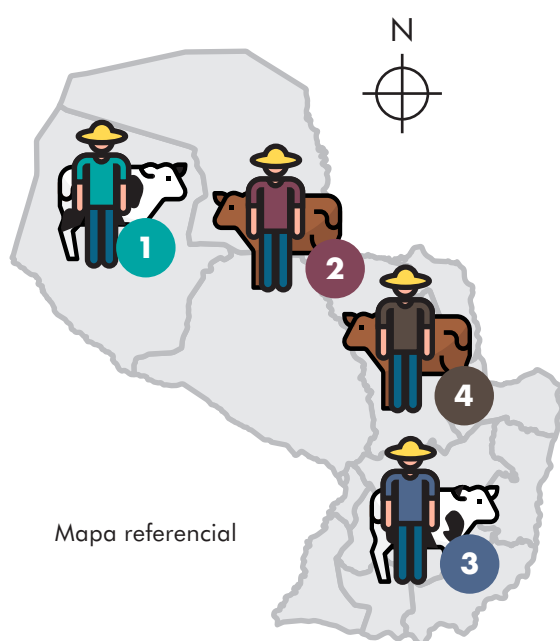
4.2.4. Priorización de modelos productivos

Dado los antecedentes mencionados, y alineado con las políticas públicas promovidas en el país (por ejemplo, asistencia técnica para el fomento de la producción a nivel de los propietarios menores), para el análisis se priorizaron los segmentos de micro, pequeños y medianos productores ganaderos del país.

Finalmente, considerando todos los factores antes mencionados: especies y cadenas pecuarias, regiones geográficas y estratos, se seleccionaron

los modelos presentados en la Figura 7, sobre los cuales se recolectaron datos productivos y económicos, y se analizaron los beneficios sociales, económicos y ambientales de la adopción de las prácticas y tecnologías de mitigación priorizadas, para una ganadería sostenible. Como puede observarse, en los cuatro modelos productivos se consideraron categorías de micro a medianos productores tanto de la cadena láctea como la

Figura 7. Modelos productivos caracterizados en el país, considerando los criterios analizados



Referencias

Modelo 1 Producción bovina de leche, de pequeños a medianos productores de la R. Occidental.

Modelo 2 Producción bovina de carne, en ciclo de recría y terminación, de medianos productores de la R. Occidental.

Modelo 3 Producción bovina de leche, de micro a pequeños productores de la R. Oriental.

Modelo 4 Producción bovina de carne, en ciclo de cría de medianos productores de la R. Oriental.

Fuente: FAO

cárnica, para ambas regiones geográficas del país.

4.2.5. Fuentes de datos e informaciones de interés

Debe destacarse que la gestión de los datos e informaciones primarias oficiales ante las instituciones pertinentes, fue facilitada por SENACSA, la Federación de Cooperativas de la Producción (FECOPROD)⁹ y el Programa de Fomento de la Cadena Láctea (FCL) del VMG/MAG. Se utilizaron también fuentes nacionales secundarias (por ejemplo, boletines de la Asociación Rural del Paraguay¹⁰, informes periodísticos etc.).

⁹ Más información en: <http://www.fecoprod.com.py/portal/es-py?section=nosotros>

¹⁰ Ver la colección completa de boletines disponibles en: <https://www.arp.org.py/>

4.3. Análisis costo beneficio y cuantificación de emisiones

4.3.1. Establecimiento del escenario base o de referencia

A partir de los modelos productivos seleccionados, se recopiló información sobre cada una de las fases o ciclos, detalles de la estructura del hato, inversiones, ingresos, costos y gastos de producción y financiamiento. La información más relevante se encuentra resumida en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Datos de caracterización de los cuatro modelos productivos priorizados

Modelos productivos	MP1	MP2	MP3	MP4
Superficie total (ha)	20-200	1 000	5-62	450
Superficie de pasturas (%)	40-50	40-50	1-10	40
N° Promedio de Cabezas Animales	54-115	1 000	7-60	338
Indicadores de productividad	14-18 Lt/cab/día	1-1,5 kg de GDP/cabeza	3-18 Lt/cab/día	0,3 a 0,5 kg de GDP/cabeza

Nota: En todos los casos se consideró un mantenimiento de la reserva boscosa legal del 25-40%; en el número promedio se consideran animales de todas las categorías; GDP=Ganancia Diaria de Peso.

Fuente: Elaboración propia.

Con la información de este escenario base se realizó un análisis de la situación financiera y económica para caracterizar la situación inicial del modelo, antes de la introducción o adopción de las prácticas y tecnologías priorizadas.

4.3.2. Análisis costo beneficio

El análisis costo beneficio (ACB) requiere tener en cuenta los beneficios y costos incrementales potenciales generados por la adopción de los paquetes tecnológicos en cada modelo productivo, para lo cual se comparó el escenario base (modelos convencionales), con el escenario en que se adoptan estos paquetes tecnológicos (modelos sostenibles). Para comparar ambos escenarios se usó la relación costo beneficio (RBC), así como también se analizaron indicadores financieros y económicos como el valor actual neto (VAN), la tasa interna de retorno (TIR) y el margen bruto por hectárea (MB/ha).

Como parte del ACB, en ciertos modelos productivos se identificaron externalidades, que representan beneficios o costos externos reales

para el proyecto, y que afectan al bienestar de los agentes económicos sin ser capturados por los mecanismos del mercado, pero que una vez valorizados se incorporan dentro del flujo de beneficios económicos.

4.3.4. Establecimiento de supuestos para el análisis financiero.

Para comparar los modelos convencionales con los modelos sostenibles, se plantearon los siguientes supuestos:

- El año 2020 fue el periodo inicial de la actividad productiva.
- El horizonte de evaluación fue de 10 años, tiempo promedio en el cual se podrán establecer la mayor parte de los beneficios de todas las prácticas o tecnologías priorizadas.
- La tasa de descuento utilizada para analizar las inversiones en los sistemas de producción fue del 10%, conforme a datos históricos del Banco Central del Paraguay (BCP)¹¹ y otros de la región. Sin embargo, conociendo que existen diferentes posiciones sobre qué tasa de descuento utilizar, se realizó un análisis de dicha tasa al 3%, 5% y 15% dependiendo de los modelos productivos.
- Los flujos de caja, incluyendo costos y beneficios, se expresaron a precios constantes con base al año 2020, para lo cual se ajustaron los valores corrientes según la inflación (para los bienes y servicios en dólares).
- En la estructura de costos se consideraron: producción, variación de existencias, costos fijos y no desembolsables. Los costos de producción incluyeron: la mano de obra permanente, los jornales, la asistencia técnica y veterinaria anual, servicios, suplementos alimenticios, sanidad e higiene, costos por suplementación alimenticia, siembra y conservación de forrajeros. En la variación de existencias se cuantificó la compra anual de animales. En los costos fijos se consideraron: costos de certificaciones, permisos, impuestos y seguros. Finalmente, en los costos no desembolsables se estimó la remuneración anual de la mano de obra familiar.
- En la estructura de ingresos se cuantificó la venta de leche, subproductos, venta de carne, salidas de animales (terneros/as), venta de animales de descarte y toretes.
- Al final del período de evaluación se sumaron los valores residuales de los activos (inversiones en infraestructura, animales y la diferencia de Inventario).

¹¹ Para más información sobre las estadísticas del BCP ver: <https://bcp.gov.py/>

4.3.5. Cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero

Usando el GLEAM, se estimaron las emisiones generadas por los procesos de fermentación entérica en los animales y el manejo de los purines (estiércol y orina), en los modelos productivos considerados. Para la determinación de las emisiones, la herramienta utiliza las directrices del IPCC (2006), basada en diferentes módulos que reproducen los elementos principales de las cadenas de suministro ganadero. Para ello, se usan como parámetros de entrada la información del hato por categoría, datos de mortalidad y salida de animales, fertilidad, parámetros productivos, alimentación y manejo de excretas del sistema productivo ganadero bovino.

5. Resultados



5.1. Modelo productivo 1

En este modelo productivo, como mejora para alcanzar el modelo sostenible se consideró un paquete tecnológico que incluye dos prácticas: (i) la conservación de forraje por medio del ensilaje y (ii) la suplementación animal con alimentos balanceados. Los beneficios observados se presentan en el Cuadro 9.

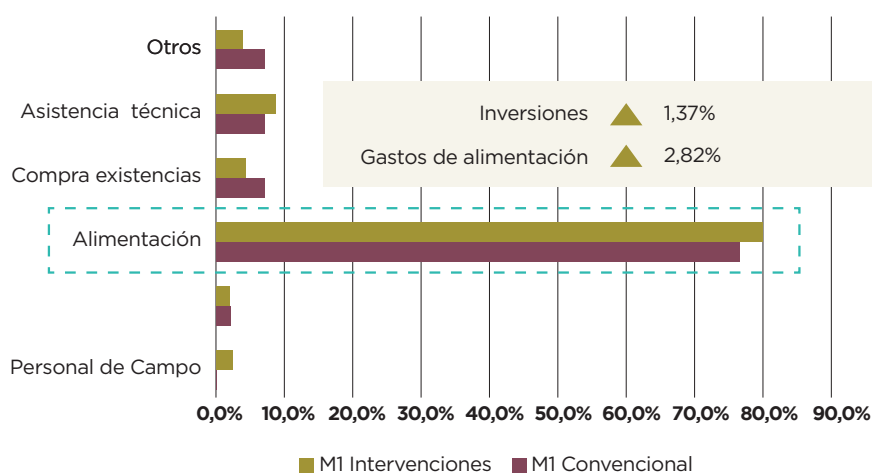
Cuadro 9. Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 1

Prácticas	Sociales	Productivos	Ambientales
Conservación de forraje (ensilaje)	Cuantificación de mano de obra familiar (2), mano de obra permanente (1) y aumento de visitas de asistencia técnica (2 visitas/mes)	Incremento en la productividad (3,3-3,4 Lt/vaca/día)	Reducción de un 6% del CH ₄ emitido por unidad de leche producida
Suplementación (balanceado y mineral)		Incremento en la productividad (0,7-1,6 Lt/kg/día), reducción de relación estándar de balanceado (1:2,68), sal mineral: 100 gr/cab/día	Reducción de la intensidad de emisiones (kg Co ₂ e /kg proteico)

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 8 se observa que, además de generarse beneficios por la implementación del paquete tecnológico, se presentan diferencias en la estructura financiera de los modelos convencional y sostenible. Así, en el modelo sostenible las inversiones y gastos por alimentación sufren un incremento de un 1,37 y 2,82%, respectivamente. Además, en el Cuadro 10 se presentan los resultados de los indicadores financieros registrados, incluyendo el margen bruto, para así obtener el retorno por hectárea.

Figura 8. Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 1



Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 10. Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 1, convencional y sostenible

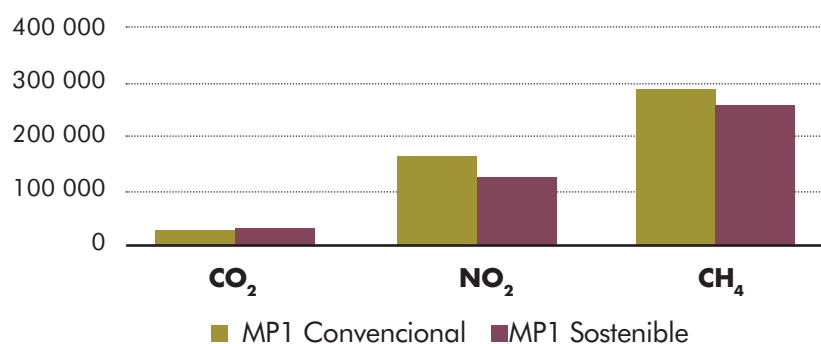
Indicador financiero	Convencional	Sostenible
Tasa de descuento (%)	10	10
Relación B/C (unidades)	1,15	1,18
VAN (\$)	69 358	121 830
TIR (%)	16	19
MB/ha (\$)	423,5	515,5

Fuente: Elaboración propia.

De estos resultados se desprende que es posible mejorar la eficiencia y rendimiento del modelo productivo 1 cuando se implementan las dos prácticas priorizadas. Con estas inversiones el modelo aumenta su rendimiento promedio anual del 16% al 19%, generando una ventaja comparativa para el pequeño y mediano productor en la región Occidental, y haciéndolo un mejor sujeto de crédito. El indicador VAN, muestra que el escenario convencional tiene una estructura financiera sólida, que permite la implementación de prácticas ganaderas más sostenibles. La diferencia entre los ingresos y egresos durante el periodo de evaluación (10 años) para los dos escenarios es positiva, generando mayor utilidad para el sistema sostenible (52 472 dólares). Además, para este modelo productivo, por cada dólar invertido en el modelo convencional se obtiene un beneficio neto de 0,15 dólares en valor actual, mientras que al implementar las prácticas priorizadas el beneficio incrementa en un 20%, reafirmando la recomendación de aprovechar los beneficios del escenario sostenible. Vale la pena aclarar que la utilidad que se obtendría por la implementación de los paquetes tecnológicos evaluados no es únicamente de tipo monetaria, por simple diferencia de ingresos y egresos, sino que, en un sentido más profundo, corresponde a una retribución verdadera al esfuerzo del productor familiar.

En cuanto a los beneficios ambientales asociados a la mitigación de GEI, se estima que en el modelo sostenible la cantidad de CO_2e se reduce en 65 372 kg $\text{CO}_2\text{e/año}$, mientras que la intensidad de emisiones disminuye en un 21,3% en relación al modelo convencional (Figura 9).

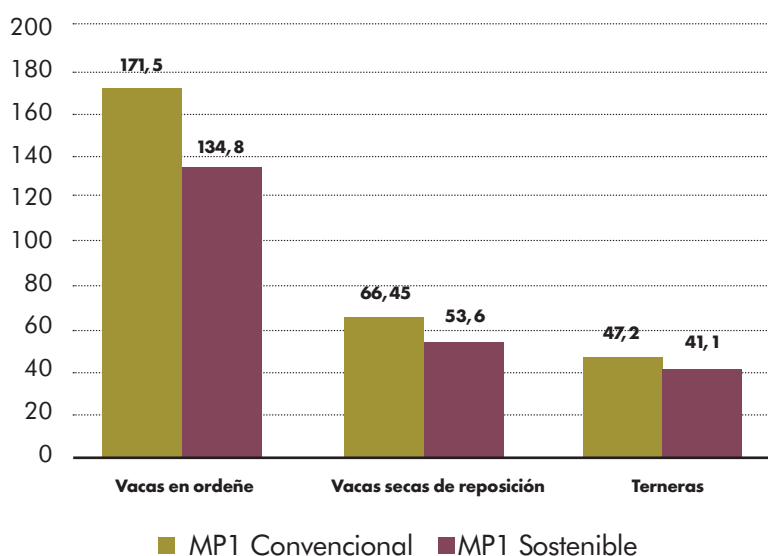
Figura 9. Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 1 (kg Co₂e/año)



Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, se evidencia una disminución de las emisiones de CH₄ producidas por fermentación entérica, considerando las categorías animales estudiadas en este modelo productivo. Cabe destacar que en el país no se disponen actualmente de estimaciones desagregadas de emisiones, como las calculadas para el Nivel 2 en el presente ejercicio. Por tanto, al socializarse las mejoras del INGEI a ser reportado en el IBA 3 del país, se deberá considerar la factibilidad de usar estos datos como valores comparativos.

Figura 10. Comparación del nivel de emisiones de CH₄ entérico por categorías del modelo productivo 1



Fuente: Elaboración propia.

5.2. Modelo productivo 2

En este modelo productivo, como mejora para alcanzar el modelo sostenible se consideró un paquete tecnológico que incluye dos prácticas: (i) la conservación de forraje por medio del ensilaje de pasturas renovadas y (ii) la suplementación animal con alimentos con granos de maíz y minerales. Los beneficios observados se presentan en el Cuadro 11.

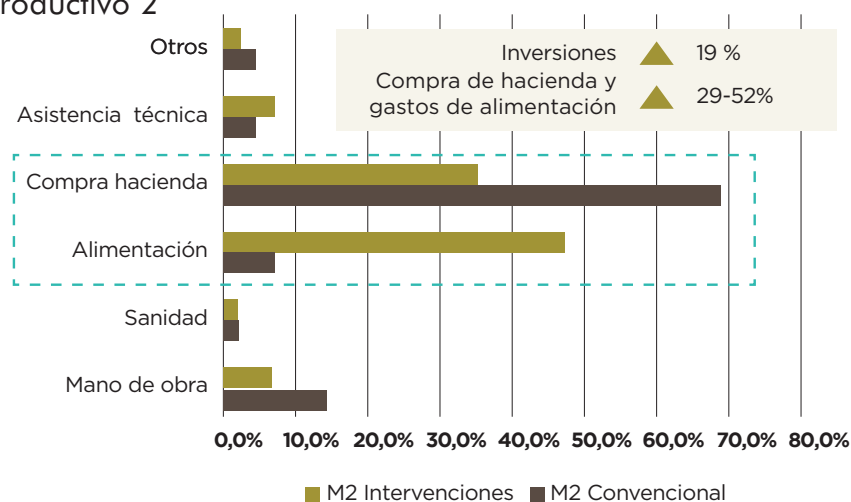
Cuadro 11. Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 2

Prácticas	Sociales	Productivos	Ambientales
Conservación de forraje (ensilaje)	Contratación mano de obra permanente y aumento visitas asistencia técnica (3 visitas/mes)	Incremento en la productividad, ganancia de peso diario (hasta 1 kg/día), aumento de carga animal por hectárea de 2 a 3,5	Reducción de la intensidad de emisiones (kg CO ₂ e/kg)
Suplementación (granos y minerales)		Incremento en la productividad Mejora la condición corporal de los animales en aproximadamente 60 kg Incremento en la productividad y reducción del ciclo animal	-

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a la estructura financiera, en el modelo sostenible las inversiones sufren un incremento del 19%, mientras que en la estructura de costos existe un aumento significativo del gasto por compra de semovientes (29%, debido al aumento de la carga animal de 2 a 3,5/ha); los gastos por alimentación animal (52%, para adquisición de granos, principalmente maíz en fase de terminación); y los suplementos minerales (Figura 11).

Figura 11. Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 2



Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 12 se detallan los resultados registrados de viabilidad financiera.

Cuadro 12. Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 2, convencional y sostenible

Indicador financiero	Convencional	Sostenible
Tasa de descuento (%)	10	10
Relación B/C (unidades)	1,43	1,56
VAN (\$)	596 134	1 102 295
TIR (%)	24	33
MB/ha (\$)	189,9	294,5

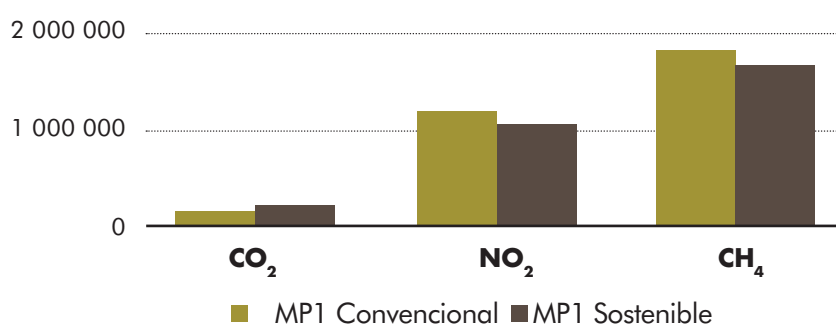
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados, tanto el escenario convencional y como el sostenible son rentables ($VAN > 0$). Sin embargo, también se concluye que se puede mejorar la eficiencia y rendimiento del modelo convencional cuando se mejora la estructura alimenticia del ganado. Así, por cada dólar invertido en el modelo sostenible el beneficio incrementó en casi un 109% respecto al convencional. Además, el margen bruto (diferencia entre los ingresos totales y la suma de los costos directos) permite visualizar este beneficio por hectárea.

Se puede concluir que es conveniente realizar la reconversión ganadera en este tipo de modelos productivos, ya que se puede obtener tasas de recuperación atractivas para el inversionista ganadero (TIR: 33%) considerando el costo de oportunidad del dinero (10%). Es decir, el conjunto de intervenciones de mitigación genera un valor agregado al modelo productivo, haciendo que sea más sostenible financieramente, además de generar desarrollo social.

Respecto a los beneficios ambientales, se estima que la cantidad de emisiones del modelo convencional se reducen en aproximadamente 833 433 kg $CO_2e/año$ en el modelo con sostenible (Figura 12).

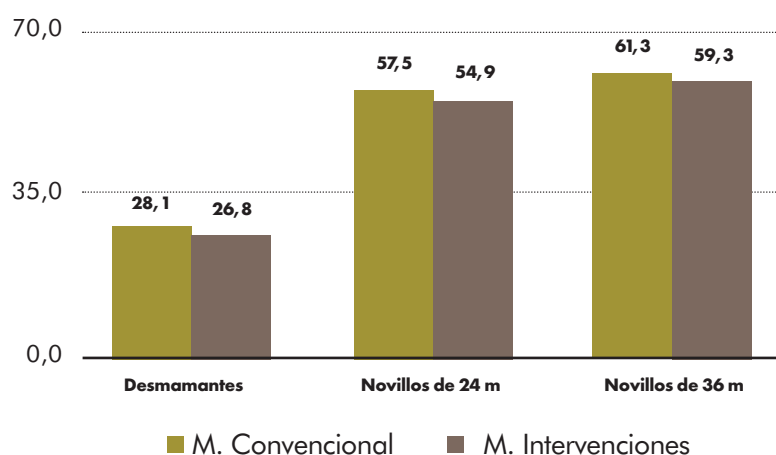
Figura 12. Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 2 (kg $CO_2e/año$)



Fuente: Elaboración propia.

De igual manera, se evidencia una disminución de las emisiones de CH_4 producidas por fermentación entérica en todas las categorías animales, lo que se atribuye a las prácticas implementadas para mejorar la dieta. Precisamente, debe destacarse que la adopción de las buenas prácticas de suplementación ha permitido a los productores reducir el tiempo de terminación del ganado a estándares de exportación (30-36 meses), en comparación a los modelos pastoriles extensivos (44-60 meses).

Figura 13. Comparación del nivel de emisiones de CH_4 entérico por categorías del modelo productivo 2



Fuente: Elaboración propia.

5.3. Modelo productivo 3

En este modelo productivo, como mejora para alcanzar el modelo sostenible, se consideró un paquete tecnológico que incluye las cinco prácticas y tecnologías priorizadas. En caso de la silvopastura y gestión del estiércol, a diferencia de los modelos anteriores, la evaluación de los beneficios de este modelo ha sido posible en virtud de los proyectos de asistencia actualmente desarrollados con los productores de los estratos priorizados. Los beneficios identificados se pueden observar en el Cuadro 13.

Dentro el ACB de este modelo en particular, se realizaron ajustes al flujo neto de fondos del escenario base, para ajustar el modelo a la realidad del país. Por la falta de registros dentro de las explotaciones ganaderas, se concluyó que existía una sobrestimación de la rentabilidad del modelo convencional, como se observa en el Cuadro 14.

Cuadro 13. Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 3

Prácticas	Sociales	Productivos	Ambientales
Pastoreo rotacional y conservación de forraje (ensilaje)	Asistencia técnica (1 visita/mes) y pago de la mano de obra a 5 integrantes familiares.	Reducción del 6 al 13% del CH ₄ emitido por unidad de leche producida	Aumento de 0,5 a 1,5 L cab/día de acuerdo a la categoría animal
Integración de cultivos y suplementación (balanceados y minerales)		Aumento de 6 a 10 L de leche/ cab/ día. Además la integración reduce la compra de suplementos (a razón de 0,3 L más de leche producido al día).	Reducción de la intensidad de emisiones (kgCo ₂ e /kg)
Silvopastura		La sombra puede mejorar el bienestar de los animales y, por tanto, aumentar la producción en un 8 a 20% y la carga animal entre 0,86 a 1,78 UG/ha.	Secuestro significativo de las emisiones de C
Gestión del estiércol		Reduce la dosis de fertilizantes en un 30%, a razón de producción de 350 a 2 400 kg estiércol/día.	Reducción de la intensidad de emisiones kgCo ₂ e

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 14. Indicadores financieros sobreestimados debido a subregistro del modelo productivo 3

Indicadores	Modelo convencional con subregistro
Tasa de descuento (%)	10
Relación B/C (Unidades)	1,98
VAN (\$)	147 018,91
TIR (%)	73
MB/ha (\$)	1 186

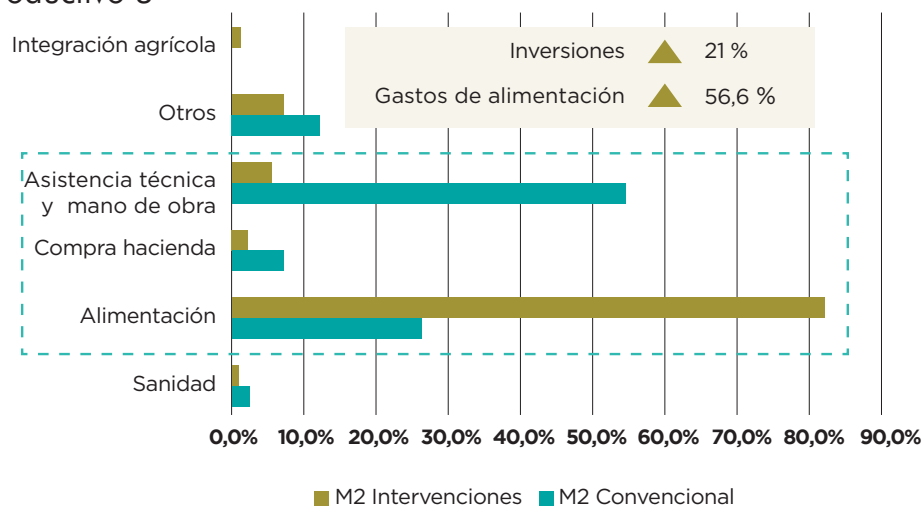
Fuente: Elaboración propia.

Es así que en un primer análisis los resultados obtenidos obedecían a la consideración de sólo 1 a 3 visitas técnicas/ año, a la falta de costos para mantenimiento o conservación de pasturas, a la ausencia de mano de obra ocasional y el no pago de los servicios a la mano de obra familiar. Al omitir estos elementos dentro de la estructura de costos se obtuvo una TIR del 73%, valor muy por encima de la media regional (3-55%) para proyectos ganaderos de inversión.

Para realizar el ajuste del flujo en el modelo convencional se consideran los costos incurridos por la mano de obra familiar (cinco miembros), visitas técnicas mensuales, costos de mantenimiento, costos por siembra de pasturas, etc.

Al comparar la estructura financiera del modelo convencional con el escenario sostenible, se observa que el dinero es utilizado principalmente para cubrir la alimentación de los animales. Es así que, en el modelo sostenible, los costos alimenticios aumentan en un 56,6% mientras que el aumento de las inversiones es de apenas el 21% (Figura 14).

Figura 14. Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 3



Fuente: Elaboración propia.

A fin de comparar los escenarios convencional y sostenible con la sola adopción de sistemas silvopastoriles, se presentan los resultados de los indicadores financieros en el Cuadro 15.

Cuadro 15. Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 3: convencional, sostenible y con sola adopción de sistemas silvopastoriles

Indicadores	Convencional	Sostenible	Silvopastoril
Tasa de descuento (%)	10	10	10
Relación B/C (unidades)	1,07	1,11	1,07
VAN (\$)	1 963	18 600	25 228
TIR (%)	11	15	20
MB/ha (\$)	457,6	688,0	338,6

Fuente: Elaboración propia.

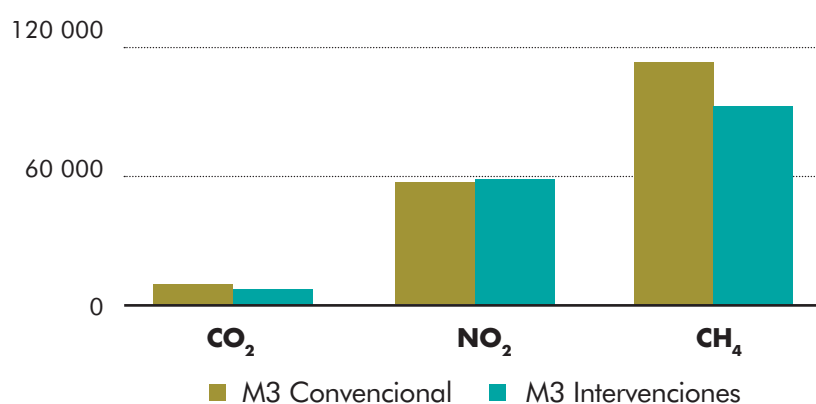
En este caso, las prácticas sostenibles generan mayores ingresos para los productores que el conjunto de actividades tradicionales, debido a una mayor producción de leche que mejora la eficiencia del modelo productivo. Así, el aumento en los ingresos por hectárea es del 66%, situación que posibilita al productor reinvertir su ingreso para aumentar la superficie destinada al paquete tecnológico.

Además, a un costo de oportunidad del 10%, el VAN es positivo tanto en el modelo convencional como en el sostenible, pero se debe destacar que se obtiene una mayor ganancia al diversificar la actividad productiva del sistema. Es así que, por cada dólar invertido en el sistema sostenible, el productor obtendrá un beneficio neto de 0,11 dólares en valor actual.

En este modelo productivo también es importante mencionar que existen beneficios adicionales atribuidos a la intervención silvopastoril, que no han podido ser cuantificados dentro del flujo de beneficios, específicamente: a) los efectos positivos sobre el suelo, mejora de su estructura y fertilidad, b) fijación de nitrógeno y mayor reciclaje de nutrientes, c) conservación de la biodiversidad, d) microclimas favorables para el crecimiento de las pasturas y bienestar animal, etc.

Respecto a los beneficios ambientales, se estima que las emisiones de GEI se reducen en 24 207 kg CO₂e/año al implementar el paquete tecnológico, mientras que la intensidad de emisiones disminuye en un 20,8% (Figura 15).

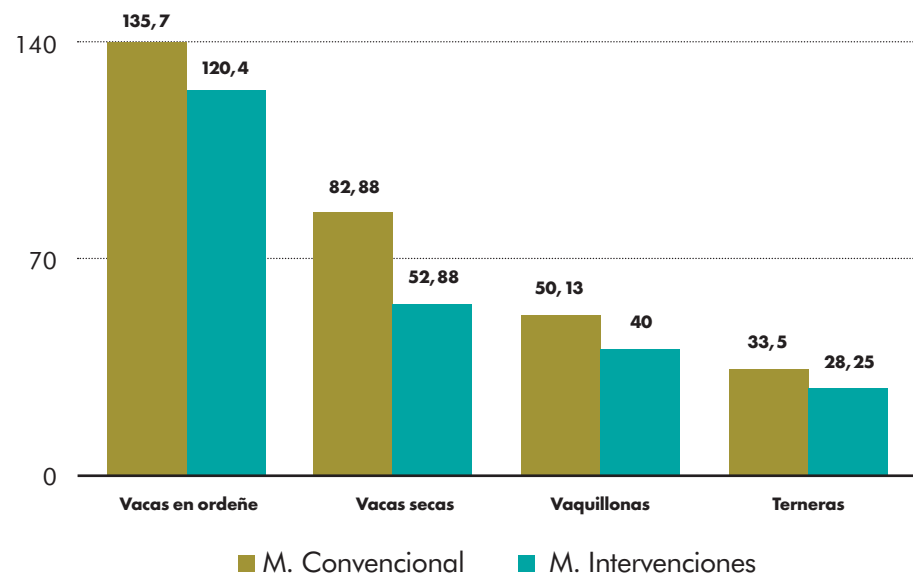
Figura 15. Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 3 del país



Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se observa el aumento de la emisión del NO_2 como efecto asociado a la gestión de estiércol, pues es importante reconocer que el estiércol es utilizado como una fuente significativa de nitrógeno para los cultivos agrícolas, reduciendo el gasto por compra de fertilizantes (costo evitado). De igual manera, se evidencia que las emisiones de CH_4 producidas por el hato pueden reducir o mitigarse al implementar estrategias basadas en la eficiencia del uso de la energía bruta del alimento.

Figura 16. Comparación del nivel de emisiones de CH_4 entérico por categorías del modelo productivo 3



Fuente: Elaboración propia.

5.4. Modelo productivo 4

En este modelo productivo, como mejora para alcanzar el modelo sostenible se consideró un paquete tecnológico que incluye tres prácticas y tecnologías priorizadas: (i) la aplicación de la rotación de pasturas, (ii) conservación por medio del ensilado y (iii) suplementación mineral. Los beneficios observados se presentan en el Cuadro 16.

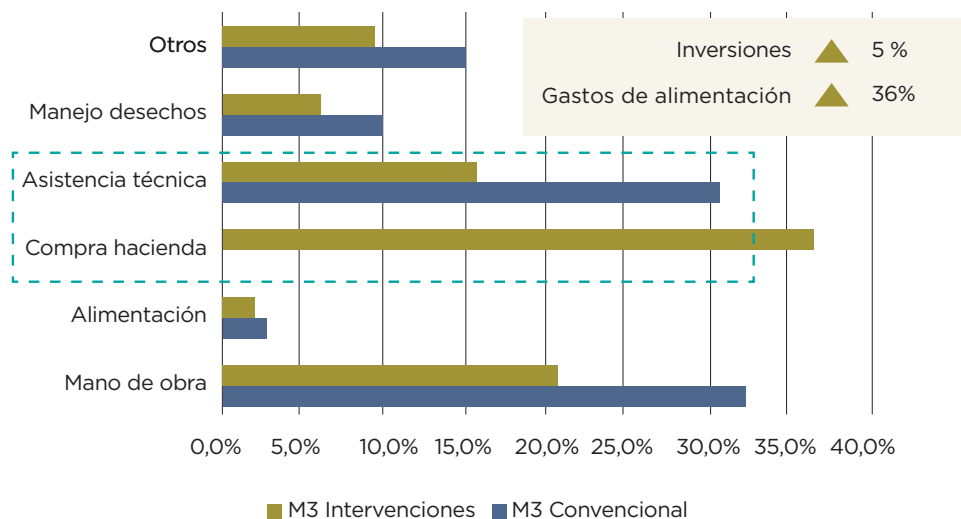
Cuadro 16. Beneficios brindados por la adopción de prácticas y tecnologías sostenibles en el modelo productivo 3

Prácticas	Sociales	Productivos	Ambientales
Pastoreo rotacional con pasturas mejoradas	Cuantificación de la mano de obra de 3 miembros familiares.	Aumento de la tasa de fertilidad de un 60 a un 80%.	Reducción de la intensidad de emisiones (kg CO ₂ e/kg)
Conservación de forraje (ensilaje)		Cambio en la carga animal de 1 a 2 UA/ha	
Suplementación (granos y minerales)	Pago por servicios ambientales (PSA).	Mejora la condición corporal de los animales en aproximadamente 60 kg	-

Fuente: Elaboración propia.

Es importante considerar que este modelo productivo abarca únicamente el ciclo de cría de los animales, y por esta razón la estructura de inversiones se incrementa en un 5% y la de costos de alimentación del modelo sostenible en un 36,5 %, en comparación al modelo convencional basado en pastoreo natural (Figura 17).

Figura 17. Comparación de la estructura financiera del modelo productivo 4



Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los resultados de viabilidad financiera se ha considerado la posibilidad de que los productores reciban incentivos de PSA por encima del 25% de superficie boscosa legal establecida.

Cuadro 17. Indicadores financieros comparados para el modelo productivo 4: convencional, sostenible y con PSA

Indicadores	Convencional	Sostenible	Sostenible + PSA
Tasa de descuento (%)	3	3	3
Relación B/C (Unidades)	0,80	0,87	0,95
VAN (\$)	24 258	59 833	148 557
TIR (%)	4	5	8
MB / ha (\$)	84,9	99,2	122,5

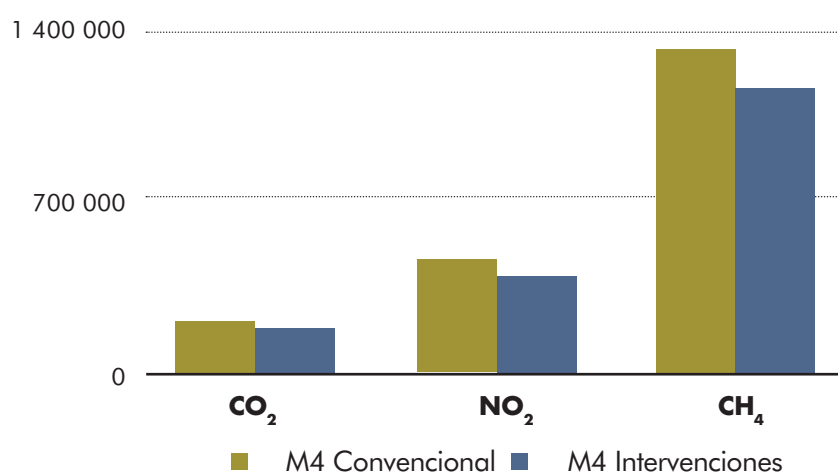
Fuente: Elaboración propia.

Tanto el modelo productivo convencional como el sostenible resultan rentables ($VAN > 0$). Sin embargo, a tasas de oportunidad $> 8\%$, el VAN disminuye haciendo que el modelo productivo sea menos rentable para el inversionista ganadero. Adicionalmente, el capital de inversión rinde un 3% más cuando recibe una compensación económica (PSA). Respecto al ACB, la relación es < 1 ; ya que el valor presente de los ingresos es mayor al valor de los egresos, por lo que el productor invierte sin recuperar sus inversiones ni obtener ganancias. Por lo tanto, para mejorar la propuesta tecnológica dentro del modelo sostenible, el productor debe incrementar sus ingresos mediante la venta de más productos o cerrando el ciclo de producción (recrea y terminación), que es como generalmente se complementa la actividad en el país.

De manera general, la inversión en este tipo de modelos es rentable pero de alto riesgo, debido al costo de los insumos al mejorar la alimentación del ganado, y su flujo de beneficios que se ve directamente afectado por la variabilidad en el precio de los animales.

Respecto a los beneficios ambientales, se estima que las emisiones de GEI se reducen en 264 896 kg CO₂e/año al pasar del modelo convencional al sostenible (Figura 18).

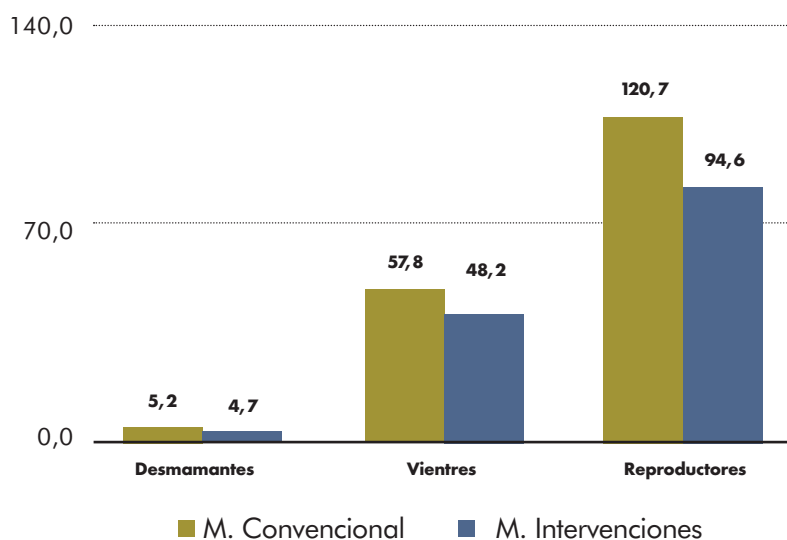
Figura 18. Comparación del nivel de emisiones de GEI en el modelo productivo 4



Fuente: Elaboración propia.

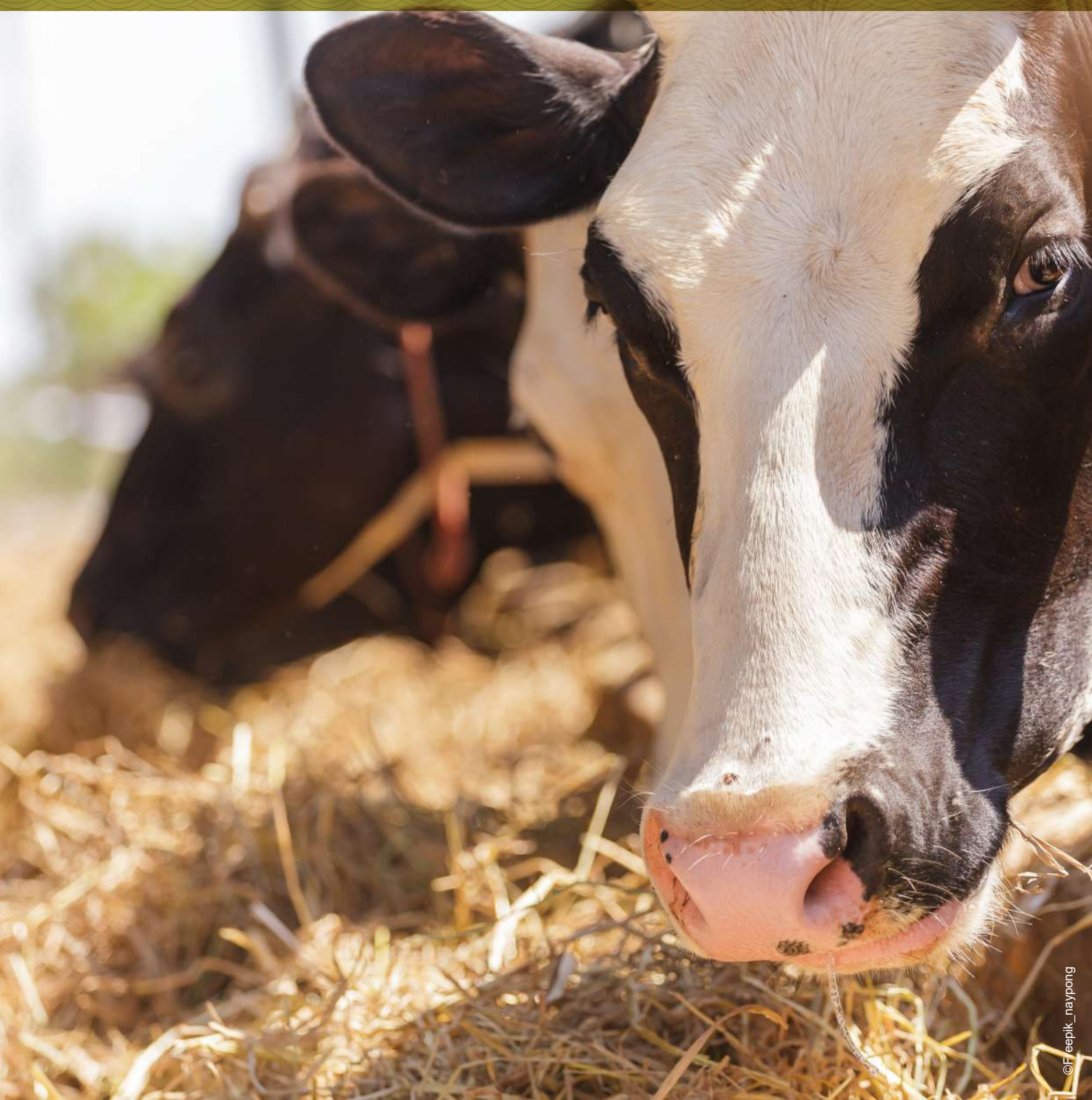
De igual manera, se evidencia una disminución de emisiones de CH₄ producidas por fermentación entérica según la categoría animal (Figura 19).

Figura 19. Comparación del nivel de emisiones de CH₄ entérico por categorías del modelo productivo 4



Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones



El Cuadro 18 resume los beneficios financieros y ambientales de la aplicación de las cinco prácticas y tecnologías priorizadas en los cuatro modelos productivos seleccionados, por especie y cadena productiva, regiones geográficas y estratos de productores.

Cuadro 18. Resumen de la diferencia de valores hallados entre los indicadores financieros y de emisiones de GEI en los cuatro modelos productivos caracterizados del país

Modelo productivo	Prácticas incorporadas	Diferencias financieras*	Diferencia de emisiones*	Obs.
1	2 y 4	RBC (\$) = 0,03 TIR (%) = 3 MB (\$/ha) = 92	Reducción de intensidad de emisiones (kg CO ₂ e/kg proteico) = 21% Diferencia total = (-13,53%)	-
2	2 y 4	RBC (\$) = 0,13 TIR (%) = 9 MB (\$/ha) = 104,7	Reducción de intensidad de emisiones (kg CO ₂ e/kg proteico) = 7% Diferencia total = (-6,95%)	-
3	1, 2, 3, 4 y 5	RBC = 0,04 TIR (%) = 4 MB (\$/ha) = 230,4	Reducción de intensidad de emisiones (kg CO ₂ e/kg proteico) = 20,8% Diferencia total = (-12,60%)	Los SSP mejoran aún más la rentabilidad del modelo productivo
4	1, 2 y 4	RBC = 0,14 TIR (%) = 3 MB (\$/ha) = 29,4	Reducción de intensidad de emisiones (kg CO ₂ e/kg proteico) = 10% Diferencia total = (-12,86%)	El incentivo de PSA puede mejorar la rentabilidad del modelo productivo

*Diferencias entre el modelo convencional y el modelo sostenible

Fuente: Elaboración propia.

Como puede observarse en la cuantificación de los beneficios sociales, económicos y ambientales, se evidencia la sostenibilidad de los modelos productivos convencionales, la cual mejora aún más al implementarse los paquetes tecnológicos. Cabe destacar también lo siguiente:

- Beneficios sociales (por ejemplo, visitas de asistencia técnica y costo de mano de familiar): estos han podido ser cuantificados con la metodología utilizada, no siendo mayormente considerados en otros estudios.
- Beneficios económicos: al costo de oportunidad considerado, los modelos productivos son considerados rentables aun tratándose de manejos convencionales (de base pastoril y de menor productividad en comparación al manejo con las prácticas y tecnologías de mitigación), con excepción del modelo 4.
- Beneficios ambientales: se observa una reducción en la intensidad de emisiones para todos los casos, la cual prácticamente se duplica en los modelos lecheros (1 y 3) con suplementación, en relación a los convencionales. Además, se pueden considerar otros beneficios adicionales (por ejemplo, impactos sobre el stock de carbono y la biodiversidad, etc.), si bien estos no representan ingresos corrientes para el productor.

7. Recomendaciones



- Los hallazgos del presente estudio pueden considerarse como punto de partida para documentar prácticas y tecnologías, o paquetes tecnológicos, que disminuyen las emisiones de GEI y generan cobeneficios sociales y financieros.
- De manera general, puede afirmarse que el conjunto de paquetes tecnológicos analizados genera modelos productivos integralmente rentables. Sin embargo, ciertas acciones tienen, a menor costo, un mayor impacto en la mitigación de las emisiones de GEI. Las políticas públicas deberían orientarse a promover aquellas prácticas que ofrecen mayor efectividad, a través de la construcción de curvas de costo marginal, incluyendo aquellas relacionadas a la alimentación, las cuales incrementan la productividad y al mismo tiempo reducen significativamente las emisiones de GEI e impactan la rentabilidad financiera de los modelos productivos.
- Estos resultados constituyen hallazgos preliminares que pueden vincularse a otros procesos nacionales como la construcción de políticas públicas, por ejemplo: certificación de las buenas prácticas pecuarias, requerimiento de incentivos para los productores, sistema de medición, notificación y verificación (MRV) de la NAMA Ganadería, etc. Es importante insistir en el registro y la gestión de información para facilitar la toma de decisiones oportunas y asertivas para la mejora continua de los modelos productivos.
- Los Factores de Emisión (FE) obtenidos constituyen una propuesta de avance para la estimación de datos nacionales en un Nivel 2 de cálculo de las Guías del IPPC (2006). Se recomienda la comparación de los mismos con los resultados a ser reportados próximamente en el IBA 3, junto a otras mejoras subrayadas para el INGEI del país.
- En cuanto a la gobernanza, la implementación de los modelos óptimos generados en este proyecto requiere la participación del sector público y privado para mejorar el clima de inversión de las cadenas de valor lácteas y cárnicas.
- Es importante recordar que los resultados obtenidos se basan en una simulación de costos en un periodo de 10 años, por lo que, se trata de una evaluación ex ante basada en supuestos para recrear contextos que potencialmente podrían generarse tras la aplicación del conjunto de prácticas y tecnologías. Sin embargo, se debe destacar que los indicadores financieros y económicos utilizados provienen de información base con un buen nivel de confiabilidad.

- Entre los beneficios económicos de los modelos productivos sostenibles, pueden incluirse también a modo de incentivos, ingresos anuales a través del Pago por Emisiones Reducidas, considerando la posibilidad de utilizarlo como parte de un sistema de refinanciación anticipada, para generar las inversiones necesarias e implementar las intervenciones ganaderas bajas en emisiones de GEI.
- Finalmente, es relevante recordar que la mitigación de las emisiones de GEI en los sistemas productivos ha sido identificada como un criterio global de sostenibilidad para las cadenas pecuarias de valor (Matlock, 2017; Andeweg y Reisinger, 2016; entre otros). Por tanto, se recomienda avanzar en estudios de base como los efectuados en marco del presente Proyecto Subregional de la FAO, con el fin de generar evidencias necesarias en búsqueda de un paradigma productivo sostenible en el país y la región.

Bibliografía



Andeweg, K., y Reisinger, A. 2016. *Reduciendo las emisiones de gases de efecto invernadero de la ganadería: Mejores prácticas y opciones emergentes* (No. L01/7733). Alianza Global de Investigación de Gases de Efecto Invernadero en la Agricultura. Grupo de Investigación de Ganadería. (disponible en: <https://globalresearchalliance.org/wp-content/uploads/2016/09/LRG-SAI-Mitigacion.pdf>).

Arias, F. 2008. *Producción de forraje*. ABC Color. (disponible en: <https://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/abc-rural/produccion-de-forraje-1067981.html>).

Borda, C. y Mendez, N. 2014. *Alimentación con grano entero en bovinos*. ABC Color. (disponible en: <https://www.abc.com.py/edicion-impresas/suplementos/abc-rural/alimentacion-con-grano-entero-en-bovinos---dr-cesar-borda-y-nelson-mendez--1305431.html>).

Braun, A., Van Dijk, S. y Grulke, M. 2016. *Incremento de los sistemas silvopastoriles en América del Sur*. Monografía del BID; 461. (disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Incremento-de-los-Sistemas-Silvopastoriles-en-America-del-Sur.pdf>).

CATIE. 2017. *Análisis de gobernanza de las acciones de mitigación nacionalmente apropiadas (NAMA) para sistemas ganaderos en la región Latinoamericana*. (disponible en: <https://assets.ctfassets.net/mtovy9k5417c/1pZ1madSxIStP6JoAzx9wL/bf43b78bfdec3c572ad6dd970ebd8568/Informe-Gobernanza-mitigacion-CATIE-Final.pdf>).

CEPAL. 2014. *La economía del cambio climático en el Paraguay*. (disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37101-la-economia-cambio-climatico-paraguay>).

DNCC y MADES. 2021. *Actualización de la NDC de la República del Paraguay al 2030*. Asunción, Paraguay. (disponible en: http://www.mades.gov.py/wp-content/uploads/2021/10/Actualizacion-NDC_MADES.pdf).

Drieux, E., St-Louis, M., Schlickerrieder, J. and Bernoux, M. 2019. *Estado de la Labor conjunta de Koronivia sobre la agricultura – Impulsando Koronivia*. Roma, FAO. (disponible en: <https://www.fao.org/3/ca6910es/ca6910es.pdf>).

FAO. *Modelo de evaluación ambiental de la ganadería mundial (GLEAM)*. (disponible en: <http://www.fao.org/gleam/results/es/>).

Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Faluccci, A. y Tempio, G. 2013. *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. FAO. Roma. (disponible en: <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>).

Gobierno de Paraguay. 2014. *Plan Nacional de Desarrollo Paraguay 2030*. (disponible en: <https://www.stp.gov.py/pnd/wp-content/uploads/2014/12/pnd2030.pdf>).

GRSB. 2017. *GRSB Principles and Criteria for Defining Global Sustainable Beef*. (disponible en: https://grsbeef.org/resources/Documents/Principles%20and%20Criteria/GRSB_Principles_F.pdf).

Henderson, B. B., Gerber, P. J., Hilinski, T. E., Faluccci, A., Ojima, D. S., Salvatore, M., y Conant, R. T. 2015. Greenhouse gas mitigation potential of the world's grazing lands: Modeling soil carbon and nitrogen fluxes of mitigation practices. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 207, 91-100. doi.org/10.1016/j.agee.2015.03.029.

Herrero, M., Havlík, P., Valin, H., Notenbaert, A., Rufino, M. C., Thornton, P. K., y Obersteiner, M. 2013. Biomass use, production, feed efficiencies, and greenhouse gas emissions from global livestock systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20888-20893. doi.org/10.1073/pnas.1308149110.

Infonegocios. 2018. *Sistema Voisin: técnica ecológica que mejora el ganado y el suelo*. 19 de noviembre. (disponible en : <https://infonegocios.com.py/infoganaderia/sistema-voisin-tecnica-ecologica-que-mejora-el-ganado-y-el-suelo>).

IPCC. 2006. *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*. Preparado por Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. y Tanabe K. (eds). Publicado por: IGES, Japón. (disponible en: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html>).

La Nación. 2016. *Apostar a la ganadería sostenible*. 2 de agosto (disponible en: <https://www.lanacion.com.py/2016/08/02/apostar-a-la-ganaderia-sostenible/>).

Liebe, D. L., Hall, M. B., y White, R. R. 2020. Contributions of dairy products to environmental impacts and nutritional supplies from United States agriculture. *Journal of Dairy Science*, 103(11), 10867-10881. doi.org/10.3168/jds.2020-18570.

- MAG.** 2015. *Zonificación agroecológica de rubros agropecuarios del Paraguay ZAFRA 2013/2014.* (disponible en: http://www.mag.gov.py/dgp/2015/Zonificacion%20Agroecologica%202015_Ver_18_03_2015.pdf).
- MAG.** 2018. *Propuesta: Plan Estratégico Interinstitucional de Políticas Agroambientales.* Paraguay. (disponible en: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/par201362.pdf>).
- MAG.** 2018. *Compendio sobre Zonificación Agroecológica del Paraguay.* (disponible en: <https://www.mag.gov.py/dgp/2018/Compendio%20de%20Zonificacion%20Agroecologica%20Paraguay%202018.pdf>).
- MPCS.** 2021. *Principios, criterios y atributos.* Versión 2.0 Mayo 2021. (disponible en: <https://carnesostenible.org.py/wp-content/uploads/2021/07/PyC-version-2021-1.pdf>).
- Matlock, M.D.** 2017. *Global Criteria Indicator Development Report Version 1.0.* Prepared for: The Dairy Sustainability Framework (DSF). (disponible en: <https://dairysustainabilityframework.org/dsf-membership/global-criteria/>).
- Paniagua, P.** 2010. *Praderas naturales del Paraguay.* (disponible en: <https://es.slideshare.net/Pastizalesdelconosur/04-b-paniagua>).
- PAYCO.** 2016. *Comunicación personal.* (disponible en: <http://www.payco.com.py/#/es/>).
- Pinheiro-Machado, L.C.** 2011. *Pastoreo Racional Voisin. Tecnología Agroecológica Para El Tercer Milenio.* (disponible en: <https://www.etp.com.py/libro/pastoreo-racional-voisin-28118.html>).
- Quevedo, B.** 2018. *Uso de sistema Voisin.* ABC Color. (disponible en: <https://www.abc.com.py/dición-impresas/suplementos/abc-rural/uso-de-sistema-voisin---ing-agr-braulio-quevedo-1671098.html>).
- Quevedo, B.** 2019. *Pastoreo racional evoluciona.* ABC Color. Our world in data. (disponible en: <https://www.abc.com.py/dición-impresas/suplementos/abc-rural/2019/12/04/pastoreo-racional-evolucion/>).
- Ritchie, H., Roser, M. y Rosado, P.** 2020. *CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. Our world in data.* (disponible en: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>).
- SEAM, PNUD y FMAM.** 2017. *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.* Proyecto TCN e IBA. Asunción. (disponible en: https://www4.unfccc.int/sites/NAPC/Documents/Parties/Plan%20Nacional%20de%20Adaptaci%C3%B3n%20al%20Cambio%20Clim%C3%A1tico_Paraguay_final.pdf).
- Steinfeld, H.** 2018. *Ganadería baja carbono y sostenible en América Latina y el Caribe.* (disponible en: <http://www.fao.org/3/CA1822ES/ca1822es.pdf>).



©Freepik_wirestock

ISBN 978-92-5-137161-9



9 789251 371619

CC2832ES/1/04.23