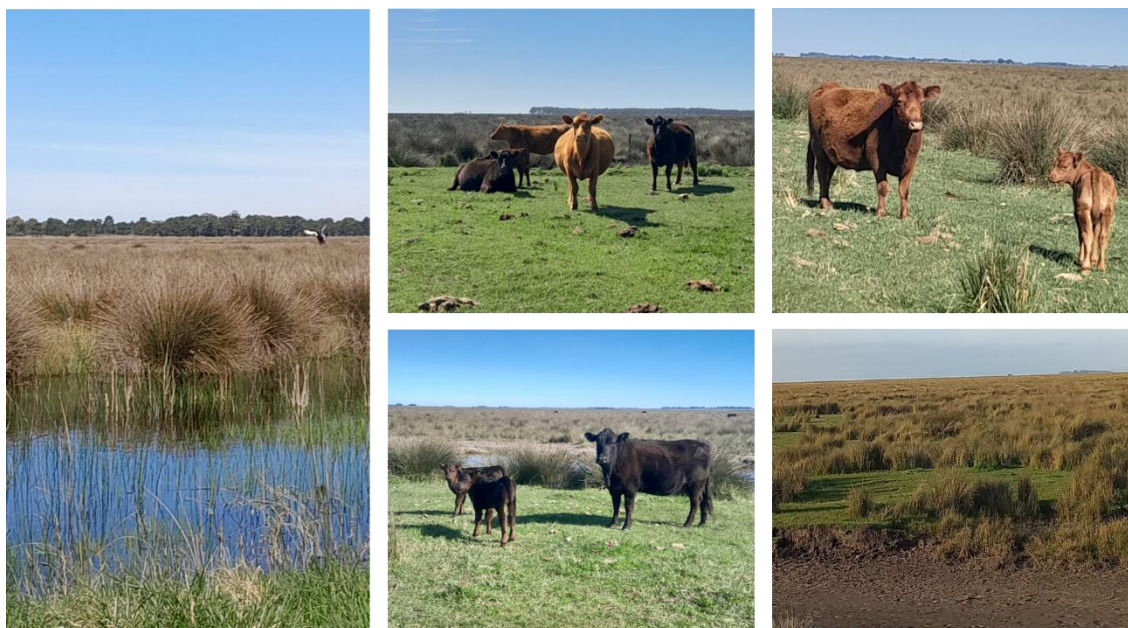


Serie: Informes científico-técnicos del
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras

Informe Técnico N°57

Huella de carbono de la actividad ganadera, línea de base de
las comunidades vegetales y potencial de sumidero del
establecimiento ARSA S.A.



Autores: Paulina Martinetto, Jesús Pascual, Juan Pablo Isacch, Pamela Rivadeneira,
Violeta Martínez, Carolina Block, Pablo Jorgensen, Gustavo Depetris, Delfina
Montiel, Tomás Luppi

Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC) UNMdP-CONICET
Mar del Plata, Argentina

Mar del Plata, julio 2026

Citar como: Martinetto P, Pascual J, Isacch JP, Rivadeneira P, Martínez V, Block C, Jorgensen P, Depetris G, Montiel D, Luppi T. 2026. Huella de carbono de la actividad ganadera, línea de base de las comunidades vegetales y potencial de sumidero del establecimiento ARSA S.A. Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras N°57 (UNMdP-CONICET). 10pp. ISSN 2796-9088

Este informe es el resultado de un Servicio Técnico de Alto Nivel (STAN; CONICET) a la Empresa ARSA S.A.

Las opiniones expresadas en este producto informativo son las de su(s) autor(es), y no reflejan necesariamente los puntos de vista o políticas del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras.

ISSN 2796-9088

La “Serie: Informes científico-técnicos del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras” se aloja en el sitio <https://www.iimyc.gob.ar/iimyc/es/informes-tecnicos/>

La utilización, redistribución, traducción y creación de obras derivadas de la presente publicación están autorizadas, a condición de que se cite la fuente original y que las obras que resulten sean publicadas bajo las mismas condiciones de libre acceso. Esta licencia se aplica exclusivamente al texto de la presente publicación. Para utilizar cualquier otro material que aparezca en ella (tal como textos, imágenes, ilustraciones o gráficos), será necesario pedir autorización a la Dirección del IIMyC iimyc@mdp.edu.ar. No está permitido utilizar el logotipo del IIMyC.

Si la obra se traduce, debe añadirse el siguiente descargo de responsabilidad junto a la referencia requerida: “La presente traducción no es obra del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC). El IIMyC no se hace responsable del contenido ni de la exactitud de la traducción. La edición original en el/los idiomas que se publique será el texto autorizado”.

Mar del Plata, julio 2026

HUELLA DE CARBONO DE LA ACTIVIDAD GANADERA, LÍNEA DE BASE DE LAS COMUNIDADES VEGETALES Y POTENCIAL DE SUMIDERO DEL ESTABLECIMIENTO ARSA S.A.

Paulina Martinetto¹, Jesús Pascual¹, Juan Pablo Isacch¹, Pamela Rivadeneira¹, Violeta Martínez¹, Carolina Block¹, Pablo Jorgensen¹, Gustavo Depetris², Delfina Montiel², Tomás Luppi¹

¹ Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (IIMyC), Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Mar del Plata. Consejo Nacional de Investigaciones Científica y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.

² Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible (IPADS Balcarce - CONICET). Área de Investigación en Producción Animal, Balcarce, Argentina.

Correspondencia: Paulina Martinetto <pmartinetto@gmail.com>

RESUMEN. Este informe presenta el mapeo y la caracterización de las comunidades vegetales, los cálculos de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la estimación del balance potencial entre emisiones y capturas del establecimiento ganadero ARSA S.A. correspondiente al ciclo 2024–2025. El análisis de la cobertura vegetal muestra que el espartillar, la pastura naturalizada y la matriz mixta representan el 82,6 % del área total, evidenciando un marcado predominio de ambiente natural. En particular, el espartillar ocupa el 45,8 % del establecimiento y presenta, en general, un buen estado de conservación. Los cálculos de las emisiones totales incluyeron tanto las emisiones primarias —generadas por los animales y el manejo del suelo— como las emisiones secundarias —asociadas a insumos y actividades externas vinculadas a la producción. La huella de carbono fue de 27,06 kg CO₂eq por kg de peso vivo, equivalente a 2,11 toneladas de CO₂eq por hectárea. Las emisiones primarias representaron el 99,4 % del total, de las cuales el 56,5 % corresponden a la fermentación entérica y el 34,1 % al estiércol en pastoreo, sumando más del 90 % de las emisiones. La captura potencial de carbono, estimada a partir de valores bibliográficos para establecimientos de la región, sugiere que con el manejo actual ARSA S.A. podría compensar la totalidad de sus emisiones de GEI y alcanzar una captura excedente cercana al 60 %. En síntesis, se destacan las buenas prácticas ganaderas aplicadas que resultan en la conservación de la vegetación natural como factor clave para la compensación y captura excedente de carbono. Se sugiere evaluar ajustes de manejo que contribuyan a reducir las emisiones actuales e implementar mediciones directas de captura y monitoreo de la vegetación a mediano y largo plazo orientados a la certificación y acceso al mercado de carbono.

ABSTRACT. **Livestock carbon footprint, baseline of plant communities, and carbon sequestration potential of the ARSA S.A. ranch.** This report present the characterization of plant communities, the calculations of greenhouse gas (GHG) emissions, and the estimation of the potential balance between emissions and carbon sequestration at the livestock establishment ARSA S.A. for the 2024–2025 cycle. The vegetation analysis indicates that esparto grass, naturalized pasture, and mixed matrix account for 82.6 % of the total area, reflecting a marked predominance of natural environments. In particular, esparto grass covers 45.8 % of the establishment and is generally in good conservation status. Total emissions calculations included both primary emissions—generated by animals and soil management—and secondary emissions, associated with inputs and external production-related activities. The estimated carbon footprint was 27.06 kg CO₂eq per kg of live weight, equivalent to 2.11 t CO₂eq per hectare. Primary emissions represented 99.4 % of the total, of which 56.5 % corresponded to enteric fermentation and 34.1 % to manure from grazing animals, together accounting for over 90 % of direct emissions. The potential carbon sequestration, estimated from bibliographic values for regional establishments, suggests that under current management ARSA S.A. could offset its total GHG emissions and achieve an excess sequestration of nearly 60 %. In summary, the applied good livestock practices resulting in the conservation of natural vegetation are highlighted as a key factor enabling carbon offsetting and surplus sequestration. It is recommended to evaluate management adjustments that may reduce current emissions and to implement direct sequestration measurements and vegetation monitoring in the medium and long term, oriented toward certification and access to carbon markets.

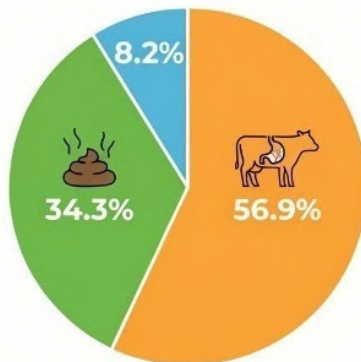
Palabras clave: huella de carbono, ganadería, pastizales, balance de carbono

Key words: carbon footprint, livestock, grassland, carbon balance

Resumen Gráfico



Composición de las Emisiones Primarias



Fermentación Entérica

Representa la mayor fuente de emisiones directas debido al proceso digestivo natural del ganado bovino en el sistema de cría.



Otras Fuentes Primarias

Incluye la gestión de estiércol, aplicación de fertilizantes, residuos agrícolas y cambios en la materia orgánica del suelo.

Balance potencial de carbono



Excedente Neto de

45.331
t CO₂eq/año

La captura potencial podría compensar el 100% de las emisiones y acumular casi el 60% como excedente, conformando un sumidero neto.

Indicadores de Eficiencia y Manejo

2,11 t
CO₂eq/ha
Huella por Superficie

ARSA es más eficiente que el promedio nacional de 2,54 t CO₂eq/ha, destacando el valor de conservar el espartillar y los pastizales.



ARSA Promedio Nacional

73,28%
Digestibilidad de la Dieta

Valor logrado mediante un manejo preciso que combina el consumo de esparto, parches abiertos y vegetación de media loma.

Manejo y Conservación de Pastizales

82,6%
de Vegetación Natural

El predominio de espartillar y pastura natural es el factor clave que sustenta la alta capacidad de captura y la baja tasa de emisiones por superficie.



INTRODUCCIÓN

En el contexto actual del cambio climático, calcular la huella de carbono de las actividades económicas, especialmente en sistemas agropecuarios, es esencial para planificar estrategias que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La huella de carbono es un indicador ambiental que cuantifica la cantidad total de emisiones de GEI asociadas directa o indirectamente a una actividad. La ganadería bovina, en particular, es una actividad que despierta preocupación debido a sus emisiones derivadas del uso del suelo, el metabolismo animal, la producción de pasturas y otros factores. Sin embargo, estas emisiones son muy variables en relación al tipo de manejo específico que realiza cada productor. Así, estudiar la huella de carbono en un establecimiento ganadero requiere incluir mediciones y estimaciones adaptadas al contexto específico del manejo ganadero aplicado.

En la región de la laguna de Mar Chiquita (provincia de Buenos Aires), donde predominan suelos bajos, salinos y pastizales, el establecimiento ARSA S.A., con aproximadamente 15.000 ha productivas, se dedica a la cría semi-intensiva en pastoreo rotativo y a la cría de terneras para reposición. Esta práctica, al combinarse con la diversidad natural del lugar, puede favorecer la conservación de los ecosistemas naturales y podría acercarse a la neutralidad de carbono. No obstante, ARSA S.A. busca entender cómo su sistema de producción se posiciona en términos de emisiones de carbono en estos ecosistemas.

En este contexto, se desarrolló un servicio técnico con los siguientes **objetivos**: 1) realizar un mapeo descriptivo de las principales comunidades vegetales donde se lleva a cabo el manejo ganadero, 2) calcular la huella de carbono de la actividad ganadera del establecimiento ARSA S.A. con una base anual, realizando determinaciones *in vitro* de la producción de gas metano, y la degradabilidad de forrajes de las comunidades vegetales más representativas presentes en el campo, y 3) contextualizar la huella de carbono de la actividad del establecimiento respecto del potencial de captura de carbono en los suelos. Esta información sentará la línea de base de las emisiones y de las comunidades vegetales para la evaluación, a futuro, de los stocks y captura de carbono por parte de las comunidades vegetales y del balance neto de la actividad.

METODOLOGÍA

1. Sitio de estudio

El establecimiento ganadero ARSA S.A. se encuentra ubicado en el partido de Mar Chiquita, en el sudeste bonaerense. Dicho establecimiento rodea el sector norte de la laguna costera Mar Chiquita. Se caracteriza por el predominio de suelos salinos de baja pendiente y escaso drenaje que permiten, según varían las precipitaciones, anegamientos frecuentes. El campo se presenta en general como un paisaje poco apto para la agricultura, donde la mayor parte de la superficie se mantiene como pastizales naturales y seminaturales, y que se utilizan para el pastoreo principalmente de bovinos, aunque también se crían ovinos y equinos. Se trata de una ganadería semi-intensiva donde la carga animal es moderada debido a las limitaciones en la receptividad forrajera de los pastizales naturales. Las comunidades vegetales pastoreadas son los bajos salinos, bajos dulces y pajonales. Entre los bajos salinos los espartillares dominados por *Sporobolus densiflorus* (también conocido como esparto) representan la comunidad vegetal más abundante de ARSA S.A. Las

comunidades de loma y media loma, aunque más escasas, son utilizadas para la producción de cultivos.

2. Descripción de las comunidades vegetales

La descripción de las comunidades vegetales se realizó a través del análisis de imágenes satelitales con validación en el campo. Para la prospección aérea del área se utilizó una imagen satelital Landsat 8 OLI/TIRS con una resolución espacial de 30 m (Path: 223; Row: 86) del 24/07/2024 disponible en el sitio web <https://earthexplorer.usgs.gov> (Landsat Collection 2 Level-1). La imagen satelital fue reproyectada (WGS84, Zona 21S UTM), corregida atmosféricamente y recortada según el área de estudio, la cual fue delimitada mediante el uso del Google Earth, sin considerar el área ocupada por la Laguna Mar Chiquita. Para determinar las diferentes comunidades vegetales, se realizó una clasificación supervisada de la imagen satelital utilizando QGIS, una herramienta de Sistema de Información Geográfica de tipo libre y de código abierto, utilizando para ello el complemento SCP (semi-Automatic Classification). En una primera instancia, se generaron sitios de entrenamiento a partir de la georreferenciación de puntos donde se registró información de las diferentes comunidades vegetales. Esto fue realizado durante visitas al establecimiento (14 de agosto y 18 de septiembre de 2025), así como también a través de la exploración del área de estudio en Google Earth. El algoritmo utilizado en las clasificaciones fue el de "máxima probabilidad" (*maximum likelihood*), donde los píxeles son asignados a la clase más probable basado en la comparación de las firmas espectrales consideradas. Con el fin de reducir el ruido de la clasificación debido a la complejidad de los parches de vegetación, se realizó un filtro de mayoría, en el que cada píxel toma un nuevo valor según el de la mayoría de sus píxeles contiguos. Posteriormente, utilizando el programa Google Earth se digitalizaron los montes implantados asociados al casco principal y otras edificaciones ubicadas en el establecimiento, los cuerpos de agua como lagunas y arroyos (por ejemplo: laguna Blanca, laguna Fariás, Canal 7, Canal 8, Arroyo las Gallinas y otros), así como también el camino de ingreso que recorre todo el establecimiento. A partir de la información proporcionada, se identificaron las áreas con los diferentes cultivos y la zona de corrales, los cuales también fueron digitalizados. Toda esta información digitalizada en formato vector fue convertida a formato ráster con la misma resolución espacial (30 m x 30 m) y sistema de coordenadas que el mapa temático obtenido mediante la clasificación supervisada y posteriormente incorporada al mismo. El desarrollo de estos procedimientos permitió obtener un mapa temático detallado de los diferentes ambientes naturales y usos del suelo dentro del área de estudio que fue categorizado en 15 clases.

3. Huella de Carbono

Para estimar la huella de carbono de la actividad ganadera de ARSA S.A., se utilizaron los cálculos homologados por el IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático) en 2006 y ampliamente utilizados en este tipo de estudios. Esto permite hacer comparaciones adecuadas con otros casos de estudio. Se apuntó a poder calcular tanto las emisiones primarias como las secundarias. Las emisiones primarias incluyen el metano generado por la fermentación entérica y la descomposición del estiércol, así como el óxido nitroso emitido a partir de la orina, las heces, el manejo del estiércol, la aplicación de fertilizantes nitrogenados y la descomposición de residuos de cultivos. En

tanto que las secundarias abarcan los insumos agrícolas, transporte de productos o compra de alimentos producidos fuera del establecimiento. Para la realización del trabajo se utilizaron diversos abordajes que incluyen: a) solicitud de información de las prácticas de manejo ganadero para el último ciclo completo disponible correspondiente al período 2024-2025, b) reuniones con los responsables del manejo ganadero, Señores Eduardo Ichaso y Silvio Perez en el establecimiento ARSA S.A., c) recorridos a campo para el reconocimiento de las unidades de manejo y toma de muestras del pastizal para conocer sus valores nutricionales (11 y 18 de septiembre 2025), d) reuniones en el IIMyC con el Sr. Pérez, y e) procesamiento y análisis de la información en el laboratorio para el cálculo final.

La información solicitada, con fecha 25 de agosto de 2025, fue la siguiente:

- › Relacionadas al ganado: raza y número total de animales del establecimiento; distribución de los animales en pastoreo; pesos promedio de animales por categoría; indicadores de productividad; ganancia de peso del ganado (diferencia entre el peso de entrada y de salida); días de permanencia en pastoreo por potrero; y sistema de pastoreo en un ciclo anual.
- › Relacionadas a los cultivos: tipo de cultivo y superficie anual de siembra; cantidad anual de fertilizante aplicado por cultivo (diferenciado en urea y aportes de nitrógeno); rendimiento anual por cultivo (t/ha); y fracción de cultivo que se renueva y cada cuánto tiempo.
- › Relacionadas a la alimentación del ganado: tipo de alimentación de los animales, por ejemplo, cuántos y de qué categoría con pastura, con pastizal natural, con balanceado, leche materna, etc.
- › Relacionadas al uso de combustible: consumo anual de combustibles (diferenciado en litros de nafta y de gasoil) y consumo anual de gas envasado (m^3).

Para poder lograr una correcta recopilación de los datos, se realizaron dos visitas al establecimiento. Una visita el día 1 de agosto de 2025 que incluyó una recorrida por las diferentes unidades de manejo y otra visita el 11 de septiembre de 2025 para reunirnos con el encargado del campo el Sr. Pérez. Posteriormente se realizaron dos reuniones más en las oficinas del IIMyC con el Sr. Pérez para terminar de recopilar la información. Con toda la información obtenida se procedió al sistematizado de los datos para poder realizar los cálculos.

El cálculo de la huella de carbono incluye información sobre la degradabilidad del forraje utilizado por el ganado. Si bien existen valores generales de referencia sobre la digestibilidad de diferentes forrajes, la adecuada cuantificación de la huella requiere la determinación de la degradabilidad y de la producción de gases del forraje que efectivamente está consumiendo el ganado. Para determinar la producción de gas, metano, y la degradabilidad, así como una caracterización nutricional completa de los forrajes se recolectaron muestras compuestas de la biomasa vegetal aérea en las comunidades vegetales de media loma y en espartillares, que son las más representativas y relevantes para la producción ganadera en ARSA S.A. En los espartillares se recolectaron muestras tanto del esparto (especie dominante) así como de la vegetación acompañante, caracterizada por ser una matriz de pastos cortos (parches abiertos). Tanto los análisis de caracterización nutricional como los de producción de gas, metano y digestibilidad fueron realizados en el Laboratorio de

Nutrición y Análisis de Alimentos del Área de Investigación en Producción Animal de la EEA, Balcarce INTA.

Toda la información obtenida permitió calcular tanto las emisiones primarias (aquellas generadas por los animales y el manejo del suelo) como las secundarias (aquellas provenientes de insumos y actividades externas asociadas a la producción). La huella de carbono fue expresada en kilogramos de CO_2eq por kg de peso vivo (PV) y en toneladas de CO_2eq por hectárea. El indicador kg CO_2eq por kg de PV mide cuántos kilogramos de gases de efecto invernadero (expresados en CO_2 equivalentes) se emiten por cada kilogramo de peso vivo producido.

4. Balance entre emisiones y secuestro potencial

Finalmente, para realizar una evaluación sobre el potencial de captura de carbono que podría llegar a tener el establecimiento se calculó el cambio en los stocks de carbono debidos a la actividad ganadera en base a parámetros obtenidos de la literatura. En particular, para estimar los cambios de carbono en los suelos ocupados por recursos forrajeros cultivados perennes y anuales se utilizó el Nivel de resolución 1 del IPCC por no disponer de factores de emisión específicos para las distintas condiciones bajo estudio. Estos cambios dependen de la gestión de los suelos según las prácticas agronómicas asociadas a estos cultivos forrajeros. Las variables registradas o estimadas, tales como superficie de cada tipo de cultivo utilizado para la alimentación animal, rendimiento y manejo agronómico (siembra, rotaciones, fertilización, etc.) fueron aplicadas en las ecuaciones o permitieron seleccionar el factor de emisión correspondiente, según lo propuesto por el IPCC (2006). Para estimar los cambios en el stock de carbono del suelo como consecuencia de pastoreo controlado en pastizales de comunidades naturales, se utilizaron datos publicados por Vecchio *et al.* 2018 en la cuenca del Salado (subzona ganadera de la costa) y desarrollados por Jacobo *et al.* 2020 quienes también incluyen cambios en los stocks de carbono debidos a promoción de raigrás. Al no disponer de datos *in situ*, estos valores corresponden a los más semejantes a la situación de ARSA S.A.

RESULTADOS

1. Descripción de las comunidades vegetales

El establecimiento ARSA cuenta con una total de 14.582,97 hectáreas. El lugar presenta diferentes comunidades vegetales naturales que abarcan en conjunto el 90,59 % de la superficie (Tabla 1), sin considerar los cuerpos de agua (1,39 %). Entre las comunidades vegetales naturales se diferenciaron las siguientes: *espartillar* dominado por la especie *Sporobolus densiflorus*; *hunquillar* dominado por la especie *Juncus acutus*; *pastura naturalizada* dominada casi exclusivamente por la especie forrajera exótica *Festuca arundinacea* que se ha naturalizado en gran parte de la región; *cortaderal* con presencia principalmente de *Cortaderia selloana*; *matriz mixta* formada mayormente por pastura natural y espartina, aunque también huncos en menor proporción; y *bajos salobres* de suelo desnudo salino y baja cobertura de *Salicornia ambigua* (Figura 1). El espartillar (45,82 %), la matriz mixta (19,12 %) y la pastura natural (17,63 %) fueron las comunidades vegetales predominantes (Figura 2). Los usos antrópicos del suelo (cultivos, caminos, montes implantados, corrales, pastura, verdeos) acumularon un 8,02 %, siendo los diferentes tipos de cultivos la categoría dominante (5,61 %) (Tabla 1; Figura 2).

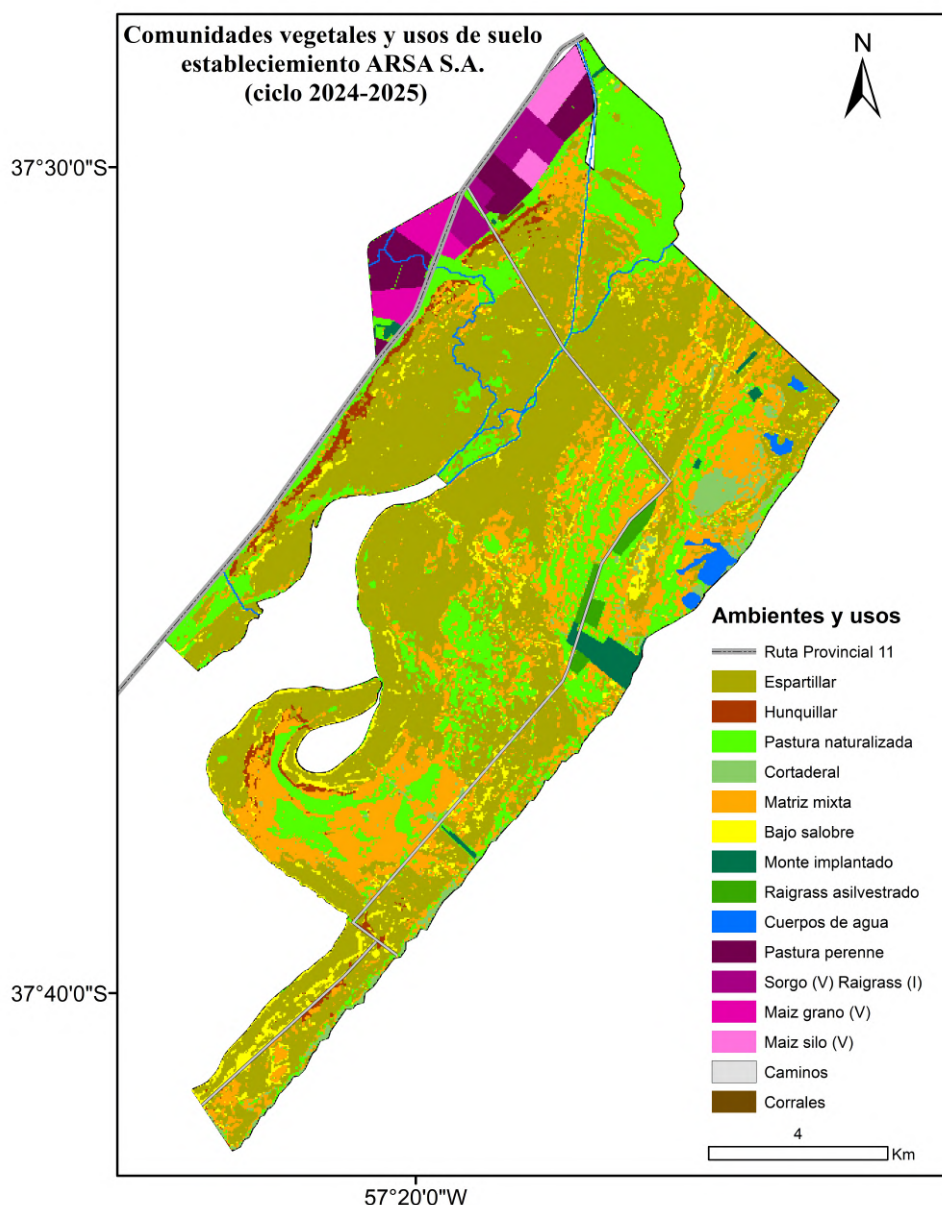


Fig. 1. Mapa temático de las comunidades vegetales y usos del suelo del establecimiento ARSA S.A., partido de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires. I: Cultivo de invierno. V: Cultivo de verano.

2. Caracterización del Manejo Ganadero

Como se mencionó en la introducción, el sistema productivo del establecimiento ARSA S.A. es de cría bovina y recría de terneras propias para reposición, cuyo objetivo principal es lograr que cada hembra pueda gestar, parir y criar un ternero al año. La información que describiremos a continuación corresponde al ciclo anual 2024-2025. Para dicho período, el sistema cuenta con un total de 7.768 animales de raza Aberdeen Angus negro y colorado, siendo 7.508 hembras (96,65 %) y 260 machos (3,35 %). La superficie destinada al pastoreo de estos animales es de 14.380,74 ha (más 202,23 ha de cuerpos de agua y 6,48 ha de caminos y corrales de encierre). Los recursos forrajeros presentes en el establecimiento están compuestos por un 90,59 % de pastizales naturales, 2,13 % pasturas perennes, 2,94 % verdeos anuales y 4,34 % reservas.

El manejo de los animales se lleva adelante distribuyendo a los mismos en un total de 19 rodeos, clasificados según categoría animal, sexo, edad y peso de las hembras, estado corporal y fisiológico -por ejemplo preñada buena, preñada flaca, vacía buena, vacía flaca, CUT, etc-. Cada rodeo pastorea de manera rotativa entre los potreros que fueron previamente designados para sí, y la permanencia de los rodeos en cada potrero estuvo determinada por la receptividad del pastizal, particularmente de la disponibilidad de los pastos cortos palatables entre las matas altas de esparto, hunco y/o cortadera. Los rodeos en general estuvieron conformados, en promedio, por 332 animales, excepto el rodeo “La angostura” y el de corrales de engorde que estuvieron constituidos por 1000 vacas de más de 6 años de 450 y 800 kilos de peso vivo (PV) respectivamente. Éstas últimas son terneras de destete que ingresan a engorde para cambiar de

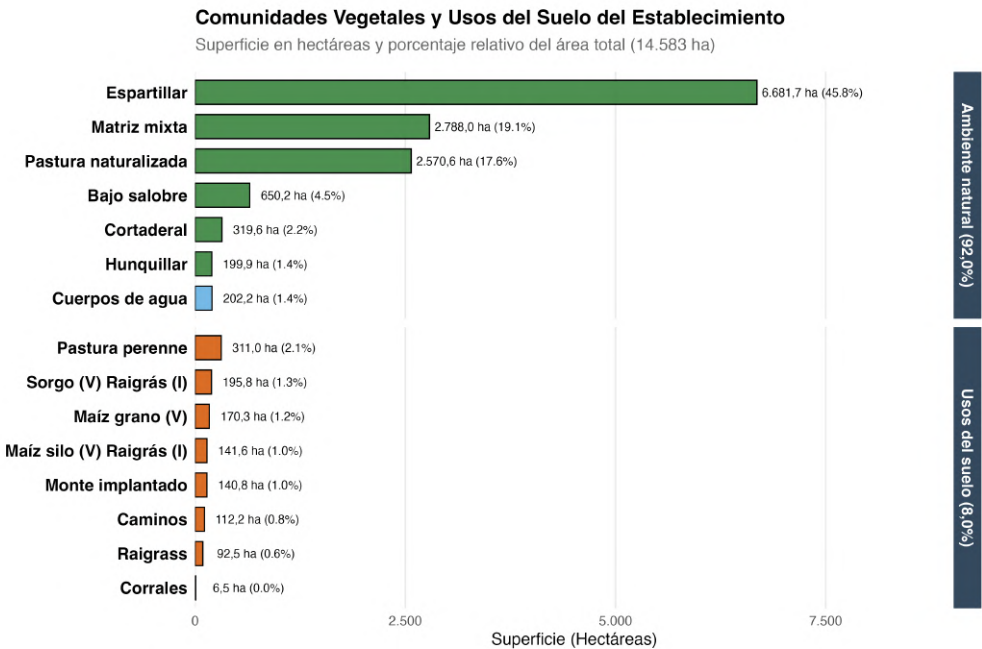


Fig. 2. Comunidades vegetales y usos de suelo del establecimiento ARSA S.A.

Tabla 1. Representación relativa de los ambientes a partir de la Figura 1 para el establecimiento ARSA S.A., Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires.

	Superficie (ha)	%
Ambiente natural		
Espartillar	6.681,69	45,82
Hunquillar	199,89	1,37
Pastura naturalizada	2.570,58	17,63
Cortaderal	319,59	2,19
Matriz mixta	2.788,02	19,12
Bajo salobre	650,25	4,46
Cuerpos de agua	202,23	1,39
Usos del suelo		
Monte implantado	140,85	0,97
Raigrass	92,52	0,63
Pastura perenne	310,95	2,13
Sorgo (V) Raigrás (I)	195,84	1,34
Maíz grano (V)	170,28	1,17
Maíz silo (V) Raigrás (I)	141,57	0,97
Corrales	6,48	0,04
Caminos	112,23	0,77
TOTAL	14582,97	100

categoría y pasar a ser vaquillonas de reposición con 270 kilos de PV (Tabla 2). El peso promedio de las vacas del rodeo general fue 437,75 kg/cabeza, el peso promedio de las crías al nacer es de 23-25 kg, la edad de las crías al momento del destete es de 6 meses, el porcentaje de destete es de 85 % y el peso promedio al destete es de 180 kg. La fecha de realización del servicio inicia a mitad de noviembre y se extiende hasta fin de diciembre. Para dicha práctica se utiliza un 2,8 % de toros por cada rodeo. La edad de las hembras al momento del primer servicio es de 15 meses (1.050 vaquillonas de reposición). La fecha de realización del tacto rectal para detección de preñez de las hembras servidas, es en los meses de mayo y junio. Según lo informado por el Sr. Pérez, el porcentaje de preñez de los vientres disponibles es de 92 % para hembras adultas y para las vaquillonas es de 80-85 %, las pariciones comienzan en el mes de agosto y continúan hasta

noviembre. El calendario completo de prácticas ganaderas de ARSA S.A. se resume en la Figura 3.

3. Huella de carbono

El establecimiento ARSA S.A. brindó toda la información necesaria para poder realizar los cálculos de huella de C producto de las emisiones primarias y secundarias derivadas de la actividad ganadera del establecimiento para el período comprendido entre 2024 y 2025.

Como valor de digestibilidad se integraron los valores obtenidos para esparto (50,9 %), media loma (79,2 %) y parches abiertos (74 %) ponderado por su representatividad en la dieta. Así, el valor de digestibilidad para pastizal natural fue de 73,28 % considerando que el esparto constituye un 10 % de la dieta mientras que media loma y parches abiertos constituyen el 90 %. Además, para el cálculo se tuvo en cuenta que dentro de ese 90 %, en términos de área la media loma contribuye con un 21 % y los parches abiertos con un 79 %.

La huella de carbono total de la actividad ganadera de ARSA S.A. resultó en 27,06 kg CO_{2eq} por kg de PV por año, lo que resulta en 2,11 toneladas de CO_{2eq} por hectárea por año (Tabla 3). Las emisiones primarias contribuyen con el 99,4 % del total de las emisiones, siendo las secundarias muy menores en comparación (Figura 4).

Dentro de las emisiones primarias, el 56,47 % estuvo explicado por emisiones de fermentación entérica, seguido en importancia relativa por las emisiones del estiércol de animales en pastoreo (34,10 %). Es decir que estos dos ítems constituyen más del 90 % de las emisiones primarias (Tabla 3; Figura 4).

4. Balance de carbono

Las estimaciones en base a datos bibliográficos de cambio en los stocks de carbono por la actividad ganadera, indican que el potencial de captura de ARSA S.A. sería de 76.146,92 t de CO_{2eq} por año (Figura 5). En base a las emisiones calculadas

Tabla 2. Descripción del establecimiento ganadero ARSA S.A., partido de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires, para el ciclo 2024-2025. Sistema de producción de cría bovina, de raza Aberdeen Angus con pastoreo controlado.

Indicador	Valor	Detalle
Animales en pastoreo		
Producción de carne (kg/ha)	79,21 Kg/ha	
Cantidad total	7.768	cabezas
Peso promedio	438	kg/animal (421 hembras / 750 toros)
Edad al primer servicio	15	meses (380 kg vaq. al primer servicio)
Carga	236	kg/ha
Animales en corral		
Cantidad total	800	vaquillonas de recría
Peso promedio	270	kg. (ingresan con 180 kg)
Días en corral	9	meses
Recursos Forrajeros		
Promociones de raigrás	0,63	%
Pasturas permanentes	2,13	%
Pastizales no halomórficos	19,76	%
Pastizales halomórficos	72,96	%
Cultivos y Rastrojos	3,48	meses de uso
Digestibilidad y fertilización		
Digestibilidad dieta pastizal	73,28	% (primavera, parche y media loma)
Digestibilidad dieta corral	68	% (silo, grano)
Aporte de N	20	kg/ha (637 ha, DAP y UREA)
Aporte de P	23	kg/ha (254 ha , DAP)

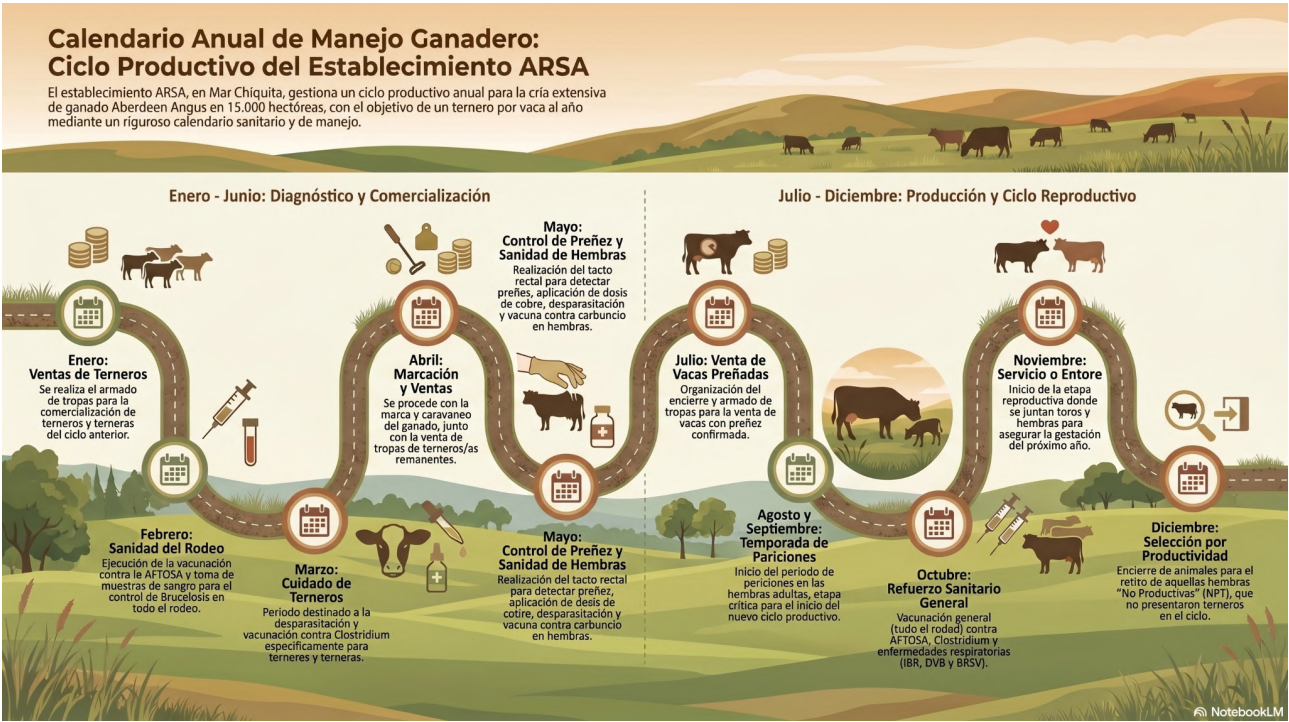


Fig. 3. Calendario de prácticas ganaderas del Establecimiento ARSA S.A., partido de Mar Chiquita, provincia de Buenos Aires.

en la huella de carbono, ARSA S.A. podría llegar a compensar el 100 % de sus emisiones y además capturar 45.331,24 t por año si estas estimaciones se corroboran con datos *in situ*.

CONSIDERACIONES FINALES

› El análisis de las comunidades vegetales de ARSA S.A. indica que el espartillar, la pastura naturalizada y la matriz mixta constituyen el 82,5 % del total del establecimiento, mostrando un predominio de la vegetación natural. En particular, el espartillar constituye el 45,8 % del área total observándose en general un buen estado de conservación, determinado por la cobertura y altura de la vegetación.

› Los cálculos realizados indican que la huella de carbono para el ciclo 2024-2025 en ARSA S.A. fue de 27,06 kg de CO₂eq por kg de PV, siendo levemente superior a otros establecimientos en la región (Recavarren *et al.* 2025, Jacobo *et al.* 2020). Por ejemplo, en sistemas similares con pastoreo controlado y alta proporción de pastizal natural en buen estado en la cuenca del Salado la huella de carbono fue estimada en 16,89 kg de CO₂eq por kg de PV por año (Jacobo *et al.* 2020), mientras que en un informe técnico del INTA determinaron una huella de carbono promedio de 20,86 kg CO₂eq por kg de PV (rango: 16,93-25,92) para 41 establecimientos de la provincia de Buenos Aires (Recavarren *et al.* 2025).

Tabla 3. Huella de carbono de la actividad ganadera del establecimiento ARSA S.A. para el ciclo 2024-2025. Los cálculos por área se realizaron teniendo en cuenta la superficie total de campo (14.582,97 ha) y por kg de peso vivo se consideró la producción total del ciclo (1.139.133 kg).

Fuente de emisiones	Emisiones totales para el ciclo (toneladas de CO ₂ eq)
Primarias	
Emisiones por fermentación entérica	17.406,42
Emisiones por gestión del estiércol	229,42
Emisiones por excretas animales en pastoreo	10.512,89
Emisiones por aplicación de fertilizantes	60,28
Emisiones por aporte de N en los residuos agrícolas	117,90
Emisiones por cambio en la materia orgánica del suelo	17,59
Emisiones de N ₂ O producido por deposición atmosférica de N volatilizado de suelos gestionados	1.057,32
Emisiones de N ₂ O por lixiviación/escurrimiento de N en suelos gestionados	1.226,75
Emisiones por aplicación de urea	6,61
Secundarias	
Gas envasado	37,60
Gasoil	149,18
Nafta	4,87
Emisiones totales por superficie (toneladas CO₂eq por ha)	2,11
Emisiones totales por kg de peso vivo (kg CO₂eq por kg PV)	27,06

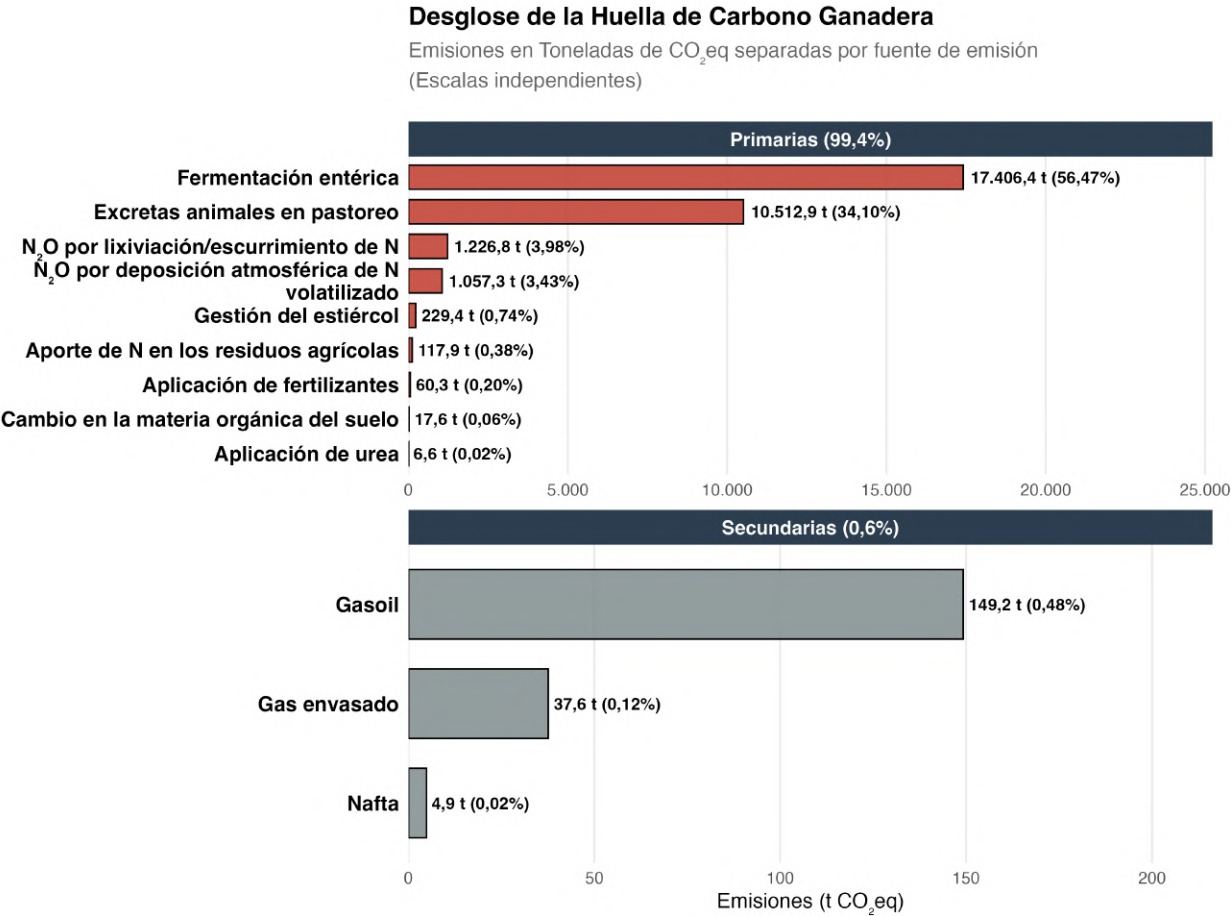


Fig. 4. Desglose de la huella de carbono de la actividad ganadera del establecimiento ARSA S.A.

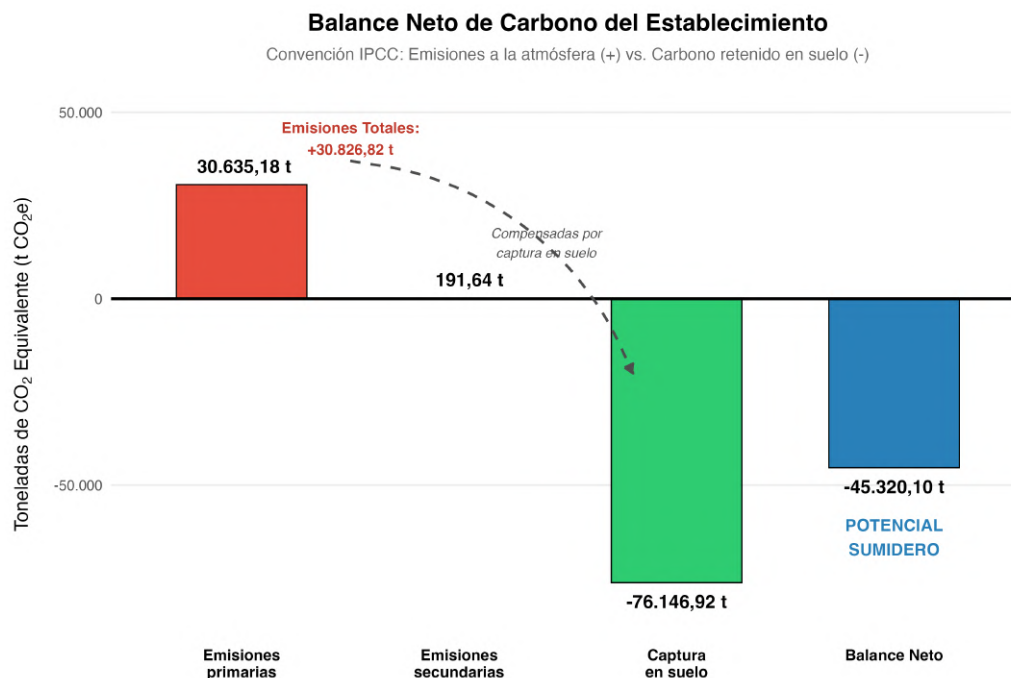


Fig. 5. Emisiones totales de gases de efecto invernadero en CO₂eq, captura potencial y balance para el establecimiento ARSA S.A.

- › Si consideramos que es un sistema de cría, donde el grueso de las existencias ganaderas son vacas madre de 438 kg en promedio, “pesadas”, que están todo el año emitiendo metano pero no aportan “kilos ganados de carne” instantáneos como en una invernada de compra, es entendible que la huella por kilo de peso vivo producido sea de 27,06 kg CO₂eq. Así, el valor superior a los reportados en otros establecimientos puede explicarse por la cría sobre pastizal natural semi-intensificado con suplementación.
- › La comparación de emisiones por hectárea sin embargo, muestra emisiones más bajas en ARSA S.A. que las reportadas en otros sitios. Por ejemplo, en la cuenca del Salado la huella de C por hectárea fue estimada entre 4,5 y 2,2 toneladas de CO₂eq por ha por año (Jacobó *et al.* 2020). Otro estudio, realizado en 70 establecimientos en diferentes zonas de Argentina, reportó un promedio de 2,54 toneladas por ha por año (Viglizzo & Ricard 2023), mientras que en ARSA S.A. fue de 2,11 toneladas de CO₂eq por ha por año. Este valor no solo es bajo sino que además es eficiente y competitivo para la región pampeana demostrando la importancia de conservar el espartillar y el pastizal natural.
- › Las estimaciones de captura de carbono sugieren que ARSA S.A. podría tener el potencial de compensar su huella y de capturar carbono extra. La compensación de la huella de carbono propia abarcaría un 40,5 % del total de la captura, quedando una captura neta excedente de 45.320 toneladas de CO₂eq por año. Además, esto es apoyado por un estudio realizado en ARSA S.A., en el que se midió el balance de flujos de CO₂ (entradas y salidas a nivel de ecosistema) entre marzo de 2014 y febrero de 2015 que indicó una captura neta de carbono para ese año de 10.5 toneladas de CO₂ por hectárea por año (Tonti *et al.* 2018). En consecuencia, esto da muy buenas perspectivas a ARSA S.A. como un sitio de captura de carbono neta, incluso manteniendo la actividad ganadera actual.
- › En conjunto, los resultados de manejo acoplados con la descripción de comunidades vegetales y la huella de carbono indican que ARSA S.A. se posiciona de forma muy competitiva en la región pampeana, logrando una carga animal eficiente sobre una matriz que incluye casi un 46 % de espartillar natural y con una baja tasa de emisiones por superficie. Este equilibrio se sustenta en la implementación rigurosa de buenas prácticas de manejo ganadero que resultan en una relación entre emisiones y kilos de carne producida eficiente. En particular, el entore precoz de las vaquillonas a los 15 meses que se aplica contribuye a diluir las emisiones de GEI por kilo de carne producido. También, se destaca el cumplimiento estricto del calendario sanitario que contribuye a mantener la salubridad ambiental en general.
- › Se sugiere, no obstante, evaluar posibles ajustes en el manejo que pudieran reducir a futuro las emisiones por peso vivo. Una alternativa podría ser profundizar la eficiencia lograda mediante un pastoreo más controlado y de alta carga instantánea. Además, el hecho de que no se registraron quemados del pastizal en el período evaluado también es algo que se sugiere mantener en el tiempo.
- › Finalmente, se sugiere realizar un monitoreo de la vegetación y realizar un experimento con áreas de clausura de ganado a modo de control que permitan estimar los cambios de carbono en el suelo. Esto permitiría medir con precisión la captura y así corroborar el balance de captura positivo sugerido por las estimaciones. Estas mediciones resultan útiles si la perspectiva a futuro es poder certificar y acceder a los mercados de bonos de carbono de alta integridad

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente Eduardo Ichaso y Silvio Pérez del establecimiento ARSA S.A. por su predisposición y amabilidad

durante el proceso de obtención de los datos para la realización del presente trabajo técnico.

BIBLIOGRAFÍA

IPCC (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/vol4.html>

Jacobo EJ, Cadaviz N, Vecchio MC, Rodríguez A (2020) Estimación del balance de gases de efecto invernadero en sistemas de producción ganadera de la cuenca del río Salado. *Agriscientia* 37: 15-32.

Recavarren P, Caldentey F, Faverín C (2025) Producción y huella de carbono de 41 establecimientos ganaderos zonales.

Informe de Resultados. Mesa de Innovación Ganadera de Olavarría. INTA

Tonti NE, Gassmann MI, Pérez CF (2018) First results of energy and mass exchange in a salt marsh on southeastern South America. *Agric For Meteorol.* 263: 59-68.

Vecchio MC, Golluscio RA, Rodríguez AM, Taboada MA (2018) Improvement of saline-sodic grassland soils properties by rotational grazing in Argentina. *Rangel Ecol Manag.* 71: 807-814.

Viglizzo E Ricard M (2023) Carbon accounting per unit of food and unit of land in food production systems of Argentina. *UJCR* 1: 1-11.