



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA ARGENTINA

Ingeniería Agronómica

**PRODUCCIÓN DE CARNE Y HUELLA DE CARBONO EN ESTABLECIMIENTOS
GANADEROS DEL CENTRO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES**

**Trabajo final de graduación para optar por el título de:
Ingeniero Agrónomo**

Autor: Manuel Ortiz

Tutores: Paulo Recavarren - María Del Rosario Iturralde

Agradecimientos

A mis padres, por haberme brindado la oportunidad, la motivación, el sostén y por estar presentes durante cada etapa de esta carrera.

A mi familia, por el apoyo incondicional. A mi novia, por motivarme y acompañarme en todo momento.

A Paulo Recavarren, por su enorme generosidad, por guiarme en este trabajo con dedicación constante, y por responder cada consulta, sin importar día ni horario. A Rosario Iturralde por su compromiso y acompañarme a lo largo de este proceso; y al INTA Olavarria por abrirme las puertas para realizar este trabajo.

A los grupos CREA Olavarria y CREA Nuestra Señora de las Pampas, por compartir de forma desinteresada la información esencial para realizar este proyecto.

A mis amigos, por su compañía constante. Sin ellos, hubiera sido imposible transitar este camino universitario.

A Francisco Raimondi y Joaquin Orta, por compartir genuinamente sus conocimientos y ser referentes en mi formación profesional.

Al Movimiento CREA, especialmente, al Área de Economía, por su respaldo, su seguimiento y por haberme acompañado en mi desarrollo profesional.

A la Universidad Católica Argentina, por la formación recibida y su valioso marco humano.

Y a Ziro, mi perro, por su compañía durante estos años.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.Ganadería y Huella de Carbono.....	1
1.2.Ganadería en Argentina y en la zona en estudio.....	3
1.3.Ganadería y Huella de Carbono: antecedentes en la región	4
1.4.Grupos CREA y adopción de tecnologías en ganadería	5
1.5.Objetivos.....	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1.Indicadores productivos de los establecimientos:.....	7
2.2.Huella de carbono de los establecimientos:	8
2.3.Prácticas de manejo que permiten incrementar la producción de carne y disminuir la huella de carbono	11
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
3.1. Indicadores productivos y huella de carbono de los establecimientos	12
3.2. Establecimientos de cría	12
3.2.1. Indicadores productivos en establecimientos de cría.....	13
3.2.2. Estimación de huella de carbono en establecimientos de cría.....	14
3.3.Establecimientos cría-recría.....	18
3.3.1. Indicadores productivos de sistemas de cría-recría.....	18
3.3.2. Estimación de huella de carbono en establecimientos de cría – recría...	20
3.4.Establecimientos de ciclo completo.....	21
3.4.1. Indicadores productivos en establecimientos de ciclo completo.	21
3.4.2. Estimación de huella de carbono en establecimientos de ciclo completo.	24
3.5.Implementación práctica: propuesta de manejo productivo a un establecimiento de ciclo completo.....	27
4. CONSIDERACIONES FINALES	30
BIBLIOGRAFÍA	33
5. ANEXOS	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización productiva de 3 establecimientos de cría de grupos CREA y dos sistemas (baja y media incorporación de tecnología) del sudoeste bonaerense. ...	13
Tabla 2. Fuentes de emisión y huella de carbono de 3 establecimientos de cría de grupos CREA y dos sistemas (baja y media incorporación de tecnología) del sudoeste bonaerense.....	16
Tabla 3. Caracterización productiva de 3 establecimientos de cría – recría de grupos CREA del sudoeste bonaerense.....	19
Tabla 4. Fuentes de emisión y huella de carbono de 3 establecimientos de cría-recría de grupos CREA del sudoeste bonaerense.	20
Tabla 5. Caracterización productiva de 5 establecimientos de ciclo completo de grupos CREA del sudoeste bonaerense.	23
Tabla 6. Fuentes de emisión y huella de carbono de 5 establecimientos de ciclo completo de grupos CREA del sudoeste bonaerense.....	26
Tabla 7. Impacto de incorporación de propuestas de manejo en la producción de carne y huella de carbono y factibilidad de realización.	28

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Ciclo de vida del producto carne.	9
Figura 2. Emisiones de GEI hasta la tranquera.	9
Figura 3. Relación entre tasa de destete (1a) y peso al destete (1b) con la huella de carbono de 3 establecimientos de cría de grupos CREA y dos sistemas (baja y media incorporación de tecnología) del sudoeste bonaerense. Peso al destete machos círculos negros y línea de tendencia llena y de hembras, círculos grises y línea de tendencia punteada).	17
Figura 4. Participación relativa de las fuentes de emisión de GEI en la huella de carbono de cada establecimiento de cría.....	18
Figura 5. Participación relativa de las fuentes de emisión de GEI en la huella de carbono de cada establecimiento de cría-recría.....	21
Figura 6. Participación relativa de las fuentes de emisión de GEI en la huella de carbono de cada establecimiento de ciclo completo.	26
Figura 7. Relación entre PC y HC en establecimientos Modales y CREA, de cría (círculos blancos), de cría-recría (círculos grises) y de ciclo completo (círculos negros)30	
Figura 8. Fuentes de emisión para el promedio de establecimientos de cría, cría-recría y ciclo completo de los grupos CREA estudiados	31

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar prácticas de manejo que permitan incrementar la producción de carne y disminuir la huella de carbono (HC) a escala establecimiento. Se caracterizaron y analizaron once establecimientos del centro de la provincia de Buenos Aires (ejercicio 2022/23), pertenecientes a los grupos CREA Olavarría y CREA Nuestra Señora de las Pampas, junto a dos sistemas modales representativos de cría vacuna de baja y media adopción tecnológica de la región. Se compararon sistemas de cría, cría-recría y ciclo completo, relevando datos productivos como tipo de sistema, categoría animal, raza, carga ganadera, tasa de destete y producción de carne, entre otros. La estimación de la HC se realizó hasta la tranquera del establecimiento, siguiendo la metodología propuesta por el IPCC (2019 y 2021), considerando las principales fuentes de emisión: metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) y dióxido de carbono (CO_2). Para ello, se utilizó un calculador desarrollado por WWF - INTA. El contraste entre sistemas evidenció una importante variabilidad en los resultados. Aquellos establecimientos con mayor eficiencia en la conversión del alimento en carne y mejores indicadores reproductivos presentaron una menor HC por kilogramo producido. Se observó, además, una relación inversa entre la HC y la producción de carne por hectárea. Los resultados mostraron escasa variabilidad entre los establecimientos pertenecientes a los grupos CREA dentro de cada sistema productivo, diferenciándose respecto de los sistemas modales, particularmente aquellos con menor incorporación de tecnología. Finalmente, se desarrolló una propuesta de mejora productiva para un establecimiento de ciclo completo, evaluando de forma teórica el impacto de diferentes estrategias de manejo sobre la HC y la producción de carne. Este análisis permitió evidenciar que, mediante la adopción de tecnologías (principalmente de procesos) y el asesoramiento técnico, es posible implementar cambios que aumenten la eficiencia productiva y, al mismo tiempo, reduzcan la intensidad de emisiones por unidad de producto. En conclusión, los resultados obtenidos permiten demostrar que existe margen de mejora en términos productivos y ambientales. La incorporación de tecnologías disponibles junto con intercambio entre productores y asesoramiento puede favorecer un proceso hacia sistemas más eficientes.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Ganadería y Huella de Carbono

La ganadería es una actividad esencial para la alimentación mundial, desempeñando un papel clave en la provisión de proteínas de alta calidad, minerales y vitaminas fundamentales para la nutrición humana. A través del aprovechamiento de pastos fibrosos, transforma recursos vegetales no aptos para el consumo humano en alimentos de gran valor nutricional (Stritzler & Rabotnikof, 2019). Generalmente, esta actividad se desarrolla en tierras donde las condiciones del suelo, la escasez de precipitaciones y otras limitaciones ecológicas impiden la producción de cultivos agrícolas de manera eficiente. En estos ecosistemas, la ganadería no solo es la opción más viable para la producción de alimentos, sino que también garantiza un volumen significativo de productos cárnicos de alta calidad (Viglizzo, 2023). Además de su relevancia en la seguridad alimentaria, estas regiones ganaderas, particularmente en América, actúan como sumideros de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático y al equilibrio ambiental (Viglizzo, 2023).

La ganadería también desempeña un papel central en el desarrollo de las comunidades rurales. Es un motor económico clave, generando empleo directo e indirecto (BCR, 2025) y promoviendo la actividad comercial en diversas regiones. Su impacto se extiende a múltiples sectores, incluyendo la producción de insumos veterinarios y agropecuarios (como semillas y fertilizantes), el transporte de animales y la industria frigorífica (FADA, 2023). Además de su relevancia económica, la ganadería contribuye a la preservación de prácticas culturales y tradiciones arraigadas en muchas sociedades. En diversas regiones, la identidad cultural está estrechamente vinculada a esta actividad, fortaleciendo el sentido de pertenencia y continuidad histórica de sus habitantes.

A pesar de su importancia, la ganadería enfrenta desafíos significativos debido al cambio climático. Dado que su producción está estrechamente vinculada a las condiciones agroclimáticas, los fenómenos climáticos extremos, como sequías severas e inundaciones, representan amenazas constantes para su sostenibilidad. El cambio climático, definido por el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) como una variación persistente del clima atribuida, directa o indirectamente, a la actividad humana y a la variabilidad climática natural, altera el equilibrio energético del planeta (Dirección Nacional de Cambio Climático, 2023). Su impacto en la ganadería es variable

en severidad y frecuencia, afectando la producción de forraje, el bienestar animal y diversos indicadores productivos. Las principales causas de este fenómeno han sido impulsadas desde el siglo XIX por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles y la deforestación, que liberan gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono y el metano (FAO, 2023). Además, muchas tierras dedicadas a la ganadería presentan limitaciones edáficas, lo que agrava los efectos adversos del cambio climático. Si bien el efecto invernadero es un proceso natural que permite la vida en la Tierra al retener parte de la radiación solar, las emisiones excesivas de GEI debido a la actividad humana han alterado este equilibrio, intensificando el calentamiento global (ONU).

La huella de carbono en ganadería mide la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos hasta la tranquera del establecimiento, expresada en kg de dióxido de carbono equivalente (kgCO_2e) por unidad de producto. Los principales GEI involucrados son el metano (CH_4), generado por la digestión del ganado y la descomposición del estiércol; el óxido nitroso (N_2O), proveniente de la degradación de residuos orgánicos y fertilizantes nitrogenados; y el dióxido de carbono (CO_2), asociado al uso de combustibles fósiles en transporte y producción de insumos. El cálculo de la huella de carbono considera emisiones directas, como la fermentación entérica y la gestión del estiércol, y emisiones indirectas, derivadas del uso de insumos agrícolas y el transporte (MIG, 2025).

Estimar la huella de carbono es clave para: identificar fuentes de emisiones y diseñar estrategias de mitigación, mejorar la sostenibilidad sin afectar la productividad, cumplir compromisos internacionales de reducción de GEI, aumentar la competitividad en mercados con exigencias ambientales y favorecer la toma de decisiones en establecimientos basada en datos precisos incorporando la mirada ambiental al proceso (MIG,2025).

La ganadería enfrenta el desafío de reducir su huella de carbono para garantizar su sostenibilidad en un contexto de creciente preocupación ambiental. La medición precisa de las emisiones y la implementación de estrategias de mitigación serán fundamentales para que el sector continúe siendo un pilar de la alimentación mundial, minimizando su impacto en el cambio climático y fortaleciendo su competitividad a nivel global. Mediante el trabajo conjunto entre productores, asesores y organismos de investigación, se podrán identificar soluciones innovadoras que mejoren la eficiencia y sostenibilidad de la producción ganadera en Argentina (Faverín et al., 2024).

1.2. Ganadería en Argentina y en la zona en estudio

La ganadería es una de las principales actividades económicas de Argentina, con aproximadamente 52 millones de cabezas de ganado y una contribución del 22% al producto bruto agropecuario nacional (INDEC). En 2022, el sector bovino representó el 11,2% del PBI agroindustrial y generó el 2,8% del empleo privado (FADA). Además, sus exportaciones, lideradas por carne congelada y refrigerada, representaron el 7% del total agroindustrial, destacándose en mercados internacionales como la Cuota Hilton y Cuota 481 (FAO).

La ganadería argentina se desarrolla en todo el país, adaptándose a diversas condiciones climáticas. Se distingue por un sistema basado en cría, recría y engorde. La cría, predominante en regiones marginales, depende de pastizales naturales y presenta desafíos productivos por la calidad del suelo y el manejo reproductivo. La recría y el engorde han evolucionado para optimizar la eficiencia productiva, con una creciente integración de suplementos y manejo estratégico del alimento. La competencia con la agricultura ha desplazado la ganadería hacia zonas no pampeanas, aumentando la presencia bovina en el NEA y regiones semiáridas.

Actualmente, la región pampeana (Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y Entre Ríos) alberga más del 65% del stock bovino, aunque históricamente concentraba el 80%. La pampa húmeda, comprende alrededor de 9 millones de hectáreas, se extiende al noreste y suroeste de las Sierras de Tandilia, en la provincia de Buenos Aires, e incluye áreas productivas esenciales: las cuencas del Río Salado y la Depresión de Laprida. Estas dos regiones que componen la Pampa Deprimida cuentan con 19.400 productores de ganado vacuno y 8 millones de cabezas de ganado, predominando los sistemas de cría. Para ejemplificar la importancia productiva de esta región, se debe mencionar que las cabezas de ganado representan el 48% y 49% del total de la provincia de Buenos Aires, respectivamente, y un 15% y 20% de la producción nacional, respectivamente (MinAgro, 2023).

La zona en estudio abarca establecimientos ubicados en la Depresión de Laprida, en los partidos de Olavarría, Laprida y Benito Juárez en la provincia de Buenos Aires, donde la principal actividad ganadera es la cría vacuna. Los recursos forrajeros predominantes son los pastizales naturales y las pasturas perennes, que representan el 64 % y el 19 % de la superficie ganadera, respectivamente. La carga ganadera, expresada en equivalente vaca (EV), es de 0,80 EV/ha, y la tasa de destete promedio alcanza el 73 %. Aproximadamente el 50 % de los terneros producidos en la zona se

vende al destete, mientras que el resto continúa en las etapas de recría y engorde. La producción promedio de carne es de 104 kg/ha/año (Recavarren et al., 2021). Estos indicadores sugieren que la producción podría incrementarse entre un 30 % y un 50 % mediante la incorporación de tecnologías y mejores prácticas de manejo (Pacín & Oesterheld, 2015; Faverín & Machado, 2019).

A pesar del potencial de crecimiento, la adopción de tecnologías en la región es limitada debido a factores externos, como la falta de políticas de largo plazo para el sector, la inestabilidad económica y la escasez de créditos adecuados a los tiempos productivos. Asimismo, existen barreras internas dentro de las empresas ganaderas, como la falta de mano de obra especializada, la dedicación restringida de los productores y la dificultad para visualizar los beneficios de la adopción tecnológica y del asesoramiento técnico en estrategias de intensificación (Recavarren et al., 2020; Torres Carbonell et al., 2020). En este contexto, el trabajo grupal y el asesoramiento técnico integral y continuo son herramientas clave para mejorar los niveles de tecnificación, así como los resultados productivos y económicos, disminuyendo los riesgos (Pacín y Oesterheld, 2015).

1.3. Ganadería y Huella de Carbono: antecedentes en la región

Hay antecedentes de estudios (Faverín y Machado, 2019; Ruiz Llontop et al., 2021; Faverín et al., 2024) que relacionan aspectos productivos y huella de carbono en tipologías y sistemas modales de cría vacuna para la región pampeana sudoeste, en la que están incluidos los partidos de Olavarría, Laprida y Benito Juárez. Allí se identifican tres sistemas según su grado de producción y su impacto en la huella de carbono. Aquellos sistemas más intensificados, producen más y tienen una huella de carbono menor. A modo de ejemplo, en un sistema modal poco tecnificado la producción de carne (PC) es 70 kg/ha.año y la HC 28 kgCO₂e/kgPV. Con la adopción de distintas tecnologías y prácticas de manejo puede incrementarse la PC a 110 kg/ha.año y disminuir la HC a 25 kgCO₂e/kgPV (Ruiz Llontop et al., 2020). Además, decisiones de manejo en las empresas ganaderas que aumentan la PC y disminuyen la HC, generan mejores resultados económico-financieros (Sciotti et al., 2024). No obstante, el análisis de casos reales basado en información generada en campos de productores aún es incipiente en la región, aunque podría contribuir significativamente a la innovación. La disponibilidad de datos productivos detallados y de alta calidad, que reflejen con precisión las características de los campos en estudio, es fundamental para estimar la huella de carbono (HC). Asimismo, estos datos permitirían identificar prácticas y

estrategias de manejo que optimicen los resultados productivos y, al mismo tiempo, reduzcan el impacto ambiental.

1.4. Grupos CREA y adopción de tecnologías en ganadería

Dado el impacto de la ganadería en la región y su contribución a la huella de carbono, es fundamental analizar cómo los productores implementan estrategias de manejo basadas en información y adoptan tecnologías, a fin de evaluar el impacto de estas prácticas en la sostenibilidad de los sistemas productivos.

En este sentido, el Movimiento Consorcio Regional de Experimentación Agropecuaria (CREA) desempeña un rol esencial en la generación de conocimiento, la difusión de innovaciones y la adopción de tecnología en el sector ganadero. CREA es una asociación civil sin fines de lucro, liderada por empresarios agropecuarios, cuyo objetivo principal es “potenciar y asegurar el buen funcionamiento de los grupos CREA para que las empresas que los integran sean económicamente rentables y sustentables en el tiempo” (CREA, 2025).

Actualmente, CREA está conformado por más de 2000 empresas agropecuarias, cuyos socios trabajan en conjunto para optimizar procesos productivos y enfrentar desafíos técnicos, económicos, ambientales y sociales. La esencia de CREA radica en el intercambio de experiencias para generar conocimiento y, a través de sus valores fundacionales, promueve el bienestar colectivo e impulsa el desarrollo comunitario en todas las regiones donde está presente (CREA Región Santa Fe Centro, 2024).

1.5. Objetivos

Identificar prácticas de manejo que permitan incrementar la producción de carne y disminuir la huella de carbono a escala establecimiento.

Objetivos específicos:

- Estimar y caracterizar la producción ganadera en establecimientos CREA de la zona.
- Calcular la huella de carbono en los establecimientos CREA de la zona.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se caracterizaron 11 establecimientos ganaderos pertenecientes a productores de grupos CREA del centro de Bs. As. Además, se incorporaron dos modelos productivos, definidos para sistemas de cría de baja y media adopción de tecnología, para la región del sudoeste de la provincia de Buenos Aires (IBA, 2022). En ellos se analizaron estrategias productivas y se calculó la producción de carne (PC). También se estimó la huella de carbono hasta la tranquera (HC) para el ejercicio 1-7-2022 al 30-6-2023.

2.1. Indicadores productivos de los establecimientos:

Se entrevistaron productores y asesores del grupo CREA Olavarría y Nuestra Señora de las Pampas para recolectar información de los establecimientos necesaria para calcular producción de carne (PC) y estimar huella de carbono (HC).

Para el cálculo de indicadores productivos, se solicitó a cada establecimiento información detallada sobre los rodeos ganaderos y su evolución, y otros datos productivos relevantes.

Entre los principales aspectos se incluyeron:

- sistema productivo,
- cantidad de animales en diferentes categorías,
- raza,
- fecha de servicio,
- tasas de preñez y destete,
- peso de ingreso y egreso,
- carga animal: vientres en servicio por hectárea y equivalente vaca por hectárea (EV/ha),
- otros factores relevantes.

Estos datos fueron utilizados para evaluar la productividad y eficiencia de cada sistema. Uno de los indicadores principales utilizados en este análisis fue la producción de carne (PC), expresada en kg/ha, la cual se calculó a partir de la diferencia entre los ingresos y egresos de animales, considerando también la variación del inventario y las pérdidas por mortalidad. La PC puede expresarse de manera simple con la siguiente ecuación (Normas de Gestión CREA, 2025):

$$PC = (\text{Salida} - \text{Entrada} \pm \text{Diferencia de inventario} + \text{Mortalidad}) / \text{Superficie ganadera}$$

El cálculo de producción de carne permitió evaluar la eficiencia productiva de los rodeos a lo largo del periodo analizado.

2.2. Huella de carbono de los establecimientos:

Se realizaron los cálculos de PC para cada uno de los campos y, luego, se estimó la huella de carbono (HC), hasta la tranquera (Pérez Ezeiza, 2024). La HC es un indicador que representa la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) que se emiten a lo largo del proceso de la actividad ganadera, expresadas en como kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kgCO_2e) por unidad de producto (como carne o leche) (MIG, 2025).

La estimación se realizó a través de metodología propuesta por el IPCC (Panel Intergubernamental para el Cambio Climático) 2019 y 2021, considerando las siguientes fuentes de emisión: metano (CH_4) de la fermentación entérica y del manejo de estiércol; óxido nitroso (N_2O) de fertilizantes y residuos de cultivos, de estiércol aplicado y depositado, y del manejo del estiércol; dióxido de carbono (CO_2) por uso directo de energía e indirecto de energía y producción de insumos. Para los cálculos se utilizó un calculador desarrollado por World Wide Fund for Nature (WWF) – INTA, y se consideraron los siguientes GEI originados durante el proceso productivo:

1. Metano (CH_4): generado por la fermentación entérica (digestión) en el rumen de los animales y la descomposición del estiércol. Es el principal contribuyente en la ganadería debido a su significativa contribución a las emisiones del sector y a su alto potencial de calentamiento global. Su potencial de calentamiento global es 28 veces superior al del dióxido de carbono (MIG, 2025).
2. Óxido nitroso (N_2O): emitido principalmente por procesos microbianos en el suelo debido a la descomposición de orina y heces, el uso de fertilizantes nitrogenados en pasturas y cultivos, y la gestión del estiércol en sistemas de producción ganadera. Aunque se emite en menores cantidades que otros gases de efecto invernadero, su potencial de calentamiento global es aproximadamente 298 veces superior al del dióxido de carbono, lo que lo convierte en un contribuyente clave al cambio climático (MIG, 2025).
3. Dióxido de carbono (CO_2): asociado al consumo de combustibles fósiles en labores agrícolas, transporte y la producción de insumos como alimentos

balanceados o fertilizantes. Su potencial de calentamiento es 1, y se toma como unidad de referencia (MIG, 2025).

Los resultados obtenidos del estudio se expresan en dióxido de carbono equivalente (kgCO₂e). Esta unidad de medida permite comparar el impacto de los GEI en el clima, y su valor se determina multiplicando la cantidad de cada GEI emitido por su respectivo potencial de calentamiento global. Por último, la huella de carbono se asocia con la producción de carne del establecimiento, expresándose en kgCO₂e por kilogramo de peso vivo (kgPV).

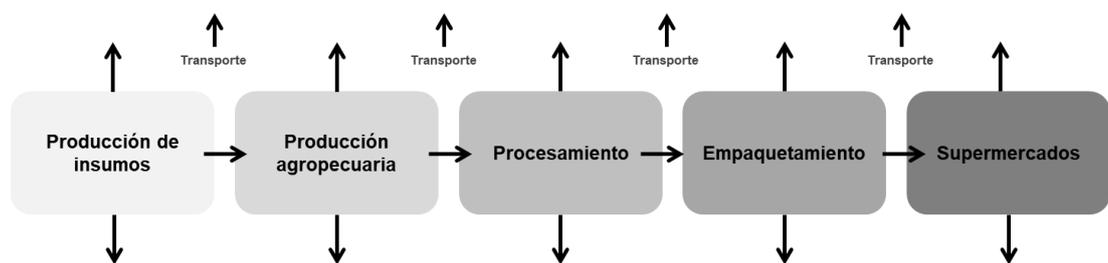


Figura 1. 1 Ciclo de vida del producto carne.

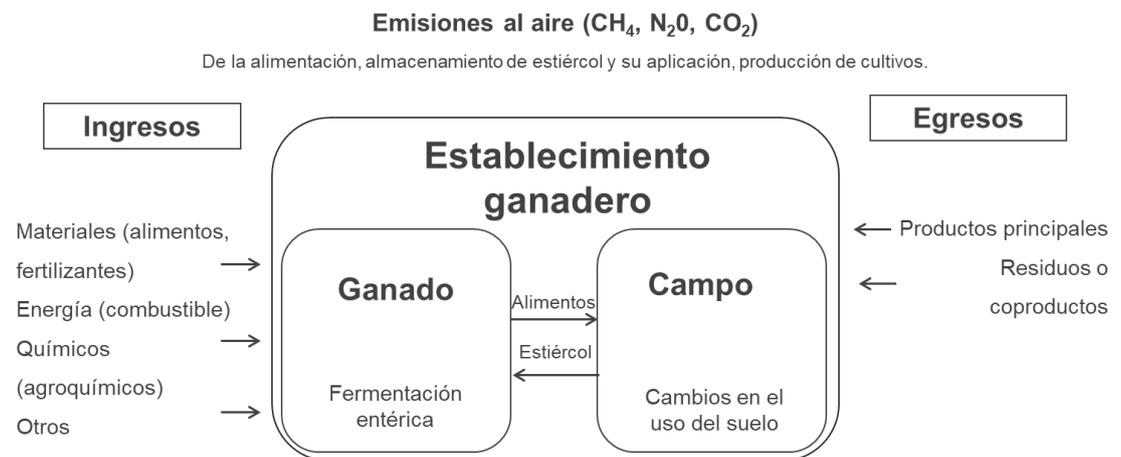


Figura 2. Emisiones de GEI hasta la tranquera.

Como se observa en la figura 1, el ciclo de vida del producto carne que abarca de la producción de los insumos hasta la boca de expendio para el consumo final (Hermansen & Kristensen, 2011). Dentro de este proceso, entre el 75% a 85% del total de las emisiones de GEI, ocurren dentro del establecimiento (figura 2) (Hermansen & Kristensen, 2011).

En este estudio, la HC se determinó considerando todas las emisiones ganaderas dentro del establecimiento hasta la tranquera, es decir, hasta el momento de comercialización de los animales (Pérez Ezeiza, 2024). Por lo tanto, se incluyó:

- Emisiones directas: generadas en el establecimiento y asociadas principalmente a la actividad biológica de los animales y la gestión de los residuos. Dentro de esta categoría se observan las emisiones de metano (CH_4) como resultado de la fermentación entérica y la descomposición del estiércol, así como las emisiones de óxido nitroso (N_2O) derivadas de la orina y las heces depositadas en el suelo, el manejo del estiércol, la aplicación de fertilizantes nitrogenados y la descomposición de residuos de cultivos (MIG, 2025).
- Emisiones indirectas: asociadas a insumos y procesos que no ocurren directamente en el establecimiento, pero que contribuyen a su huella de carbono. Se incluyen las emisiones derivadas de la producción y el transporte de insumos agrícolas (fertilizantes, alimentos balanceados, suplementos), así como el traslado de productos y animales con destino al establecimiento. (MIG, 2025).

Metodología:

- Información general del establecimiento: incluye datos sobre la ubicación del establecimiento, superficie total, superficie ganadera y régimen de lluvias y temperaturas medias.
- Dinámica del rodeo: se registra la composición y existencias del stock ganadero detallado por categorías, pesos promedio, tiempo de permanencia en el establecimiento, presencia de corrales en alguna categoría, ingresos y egresos por compra y venta de animales, y tasa de mortandad.
- Alimentación del rodeo: se relevan las superficies destinadas a los distintos recursos forrajeros, el uso de suplementos, reservas forrajeras y subproductos empleados en la dieta.
- Consumo de energía y fertilizantes: se detalla el uso de combustibles (nafta, gasoil, gas, electricidad) y la cantidad de fertilizantes aplicados (expresada en kilogramos por hectárea).

La información adicional se encuentra en el anexo 1.

2.3. Prácticas de manejo que permiten incrementar la producción de carne y disminuir la huella de carbono

El trabajo evaluó diversos sistemas ganaderos con el objetivo de identificar indicadores del estado ambiental e integrarlos en la gestión productiva, explorando alternativas que permitan mantener o mejorar la productividad. Se espera que los productores incorporen los resultados del análisis ambiental en la gestión de sus predios, demostrando que es posible lograr una relación ganar-ganar entre la gestión ambiental y la producción ganadera mediante el uso de tecnologías disponibles y un proceso de mejora continua en los establecimientos.

Se utilizó la información obtenida en los apartados 3.1 y 3.2, clasificando los establecimientos según su sistema productivo (cría, cría y recria, ciclo completo). A través de análisis estadísticos, se identificaron los principales factores críticos productivos que inciden en la producción de carne y en la huella de carbono (HC). Posteriormente, se correlacionaron diversos factores productivos con la HC mediante métodos de regresión, con el fin de detectar el impacto de distintas prácticas de manejo en la HC. Además, se contrastaron los resultados de un establecimiento de cría y uno de ciclo completo con los sistemas modales propuestos para la región en el Informe Bienal de Actualización presentado por Argentina ante el IPCC. Finalmente, en un establecimiento seleccionado, se propusieron diversas prácticas y la incorporación de nuevas tecnologías que incrementaron la producción, relacionándolas con el impacto en la HC.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Indicadores productivos y huella de carbono de los establecimientos

Se analizó un conjunto de 11 establecimientos ganaderos ubicados en la zona centro de la provincia de Buenos Aires. Los mismos pertenecen a los grupos CREA Olavarría o Nuestra Señora de las Pampas. En estos establecimientos predominaron los sistemas de ciclo completo, con 5 establecimientos analizados, 3 de cría y 3 de cría-recría. Además, se incorporaron al análisis, dos modelos productivos definidos para sistemas de cría de baja y media adopción de tecnología para la región del sudoeste de la provincia de Buenos Aires (MAyDS, 2021).

En términos generales, la productividad y eficiencia de los establecimientos analizados se encontró por encima de los promedios a la región que pertenecen, lo que indica que los productores que integran el Movimiento CREA y utilizan su metodología presentan una eficiencia productiva superior a la media. Este mayor rendimiento en ganadería se debe, en parte, a la aplicación de tecnologías de manejo de pasturas, suplementación estratégica, una mayor eficiencia reproductiva y mejora genética constante de los rodeos, entre otras prácticas. De todos modos, no es esencial formar parte de grupos CREA para lograr similares resultados, sino que productores que cuenten con asesoramiento profesional integral y planifiquen el manejo de sus establecimientos pueden también mejorar sus resultados productivos.

3.2. Establecimientos de cría

Se analizaron tres establecimientos de cría pertenecientes a los Grupos CREA, cuya escala promedio fue de 1148 (± 615) ha. Además, fueron contrastados con dos sistemas definidos en MAyDS, 2021 para dichos sistemas: uno con baja adopción tecnológica, el más representativo de la región pampeana sudoeste y otro con adopción media.

Los sistemas de cría buscan maximizar la producción de terneros, iniciando desde el servicio y la gestación hasta el destete. Son el primer eslabón del ciclo productivo bovino, y su eficiencia impacta directamente en el resto de las etapas. El objetivo principal es obtener la mayor cantidad posible de terneros destetados por vaca, con buena sanidad, condición corporal y peso logrado, ajustando lo máximo posible la carga de animales en la superficie del establecimiento (Carillo, 1988) y la demanda en cantidad y calidad de los alimentos requeridos por el rodeo (Fay et al., 2023).

3.2.1. Indicadores productivos en establecimientos de cría

Como se observa en el Cuadro 1, los establecimientos CREA evaluados presentaron indicadores similares entre sí, lo que sugiere que no existen diferencias relevantes en sus sistemas productivos.

En términos de eficiencia productiva, carga animal, tasas de preñez y destete, los establecimientos CREA analizados reflejaron resultados similares. La tasa de destete fue 85 ($\pm 2,5$) % y la carga animal promedio 0,84 ($\pm 0,05$) EV/Ha. Sin embargo, difirieron en la composición de los recursos forrajeros ya que se registró un promedio de 54 (± 73)% de pastizal natural, un 30 (± 43)% de pasturas perennes y un 15 (± 13)% de verdes anuales. Como puede verse, pueden ser igualmente eficientes con distintos planteos forrajeros si se hacen buenos manejos de los forrajes disponibles.

En cuanto a los principales indicadores de la producción, el peso promedio al destete de los machos fue de 190 (± 10) kg/cabeza, mientras que las hembras presentaron un peso promedio de 180 kg sin variación en los tres establecimientos analizados. La edad registrada promedio al destete fue de 6,8 ($\pm 0,76$) meses, y la ganancia diaria de peso en lactancia (GDPV) alcanzó en promedio 0,763 ($\pm 0,089$) kg por cabeza por día. En cuanto a la producción de carne lograda por hectárea registro un promedio de 108 ($\pm 1,9$) kg/ha, demostrando un rendimiento eficiente y similar en los establecimientos CREA analizados.

Tabla 1. Caracterización productiva de 3 establecimientos de cría de grupos CREA y dos sistemas (baja y media incorporación de tecnología) del sudoeste bonaerense.

Establecimiento	C1	C2	C3	CMB	CMM
Pastizal natural (%)	20,0	70,3	72,6	100	65
Pasturas perennes (%)	80,0	6,7	5,3	0	30
Verdeos anuales (%)	0,0	23,0	22,1	0	5
Carga EV/ha	0,90	0,83	0,80	0,72	0,84
Tasa destete (%)	87	85	83	65	82
Peso destete machos (kg/cab)	200	190	180	170	170
Peso destete hembras (kg/cab)	180	180	180	160	160
Edad al destete (m)	6,0	7,5	7,0	8	7
Gdpv lactancia (kg/cab.día)	0,861	0,689	0,738	0,563	0,643
Prod. Carne/ha (kg/ha)	108	106	110	62	114

El sistema de cría de baja tecnología (CMB) se caracterizó por una mayor proporción de pastizales naturales, menor carga animal y desempeño reproductivo inferior, con tasas de destete y producción de carne por hectárea significativamente más bajas. Esto se atribuye a la adopción limitada de tecnología, así como a la reposición de vientres a partir de vacas improproductivas, a las cuales se les da una segunda oportunidad, lo que incrementa la ineficiencia del sistema.

Por otro lado, los establecimientos CREA, gracias a la implementación de diversas estrategias de manejo, lograron índices superiores de preñez y destete, así como mejores resultados en la edad y peso de los terneros, lo que a su vez incrementó la producción de carne por hectárea. Por ejemplo, el promedio de los establecimientos CREA evaluados mostró un aumento del 31% en la tasa de destete, junto con un 75% más de producción de carne por hectárea, entre otros logros.

El sistema de cría de media tecnología, en comparación, presentó similitudes con los sistemas CREA, y en términos generales alcanzó los mismos niveles de desempeño. Específicamente, los valores de destete y producción de carne por hectárea fueron similares a los de los establecimientos CREA. La comparación entre estos modelos resalta la importancia de una gestión productiva eficiente y la adopción de tecnología para mejorar los resultados de los sistemas de cría en la región pampeana.

3.2.2. Estimación de huella de carbono en establecimientos de cría

En el cuadro siguiente pueden verse las distintas fuentes de emisión y la huella de carbono expresadas como kgCO₂e/kgPV de los establecimientos CREA y los sistemas modales de baja y media tecnología del sudoeste bonaerense. Para simplificar el análisis se agruparon las fuentes de emisión en:

- Servicios agrícolas: incluye el combustible y la energía utilizados para laboreos agrícolas como para la logística, gestión administrativa y viviendas
- Emisiones animales: agrupa a las emisiones de metano de la fermentación entérica, del manejo del estiércol y el óxido nitroso proveniente de la orina y el estiércol
- Emisiones de forrajes y cultivos: incluye las emisiones directas de los distintos recursos forrajeros.
- Compras: agrupa las compras de insumos, alimentos y animales que provienen de fuera del establecimiento.

La principal fuente de emisiones en los establecimientos CREA provino de los animales, especialmente por la generación de metano durante la digestión y la

excreción de orina en el suelo, como se detalla en la tabla 2. El promedio de los establecimientos CREA, fue 14,294 ($\pm 15,7$) kgCO₂eq. En contraste, los servicios agrícolas, que incluyen labores como la siembra, el mantenimiento de recursos forrajeros y otras prácticas relacionadas con la agricultura, representaron la fuente de menor impacto ambiental. Para esta categoría, promediaron 0,179 ($\pm 143,0$) kgCO₂eq. Estos valores se deben a que los establecimientos CREA se basan principalmente en pastizales naturales y pasturas, los cuales, al requerir una intervención mínima, generan una menor cantidad de emisiones.

En términos de magnitud, la segunda fuente de emisiones en los establecimientos CREA correspondió a las derivadas de los recursos forrajeros. Estas promediaron 1,986 ($\pm 26,4$) kgCO₂eq, vinculadas a la utilización de los forrajes, que, aunque eficientes, también generan emisiones de gases de efecto invernadero debido a la respiración, degradación y remanentes de los recursos a medida que se realiza el pastoreo. Por último, las emisiones generadas por las compras de insumos (animales, agroquímicos y alimentos) tuvieron una contribución pequeña, en promedio 4,0271 ($\pm 74,5$) kgCO₂eq pero con un impacto notable en aquellos establecimientos que dependen de la reposición externa de ganado. Este es el caso de los campos 1 y 2, que adquieren vaquillonas y vacas preñadas para mantener su actividad productiva.

Tabla 2. Fuentes de emisión y huella de carbono de 3 establecimientos de cría de grupos CREA y dos sistemas (baja y media incorporación de tecnología) del sudoeste bonaerense.

Establecimiento	C1	C2	C3	CMB	CMM
Servicios agrícolas	0,05	0,01	0,48	0,06	0,07
Animales	13,30	12,73	16,86	22,47	17,73
Cultivos/pastos	1,62	1,75	2,59	2,86	2,29
Compras	6,32	5,13	0,63	0,53	0,44
Huella Carbono (kgCO ₂ e/kg PV)	21,29	19,62	20,56	25,92	20,53

En cuanto al análisis comparativo, el valor de las emisiones de carbono (HC promedio) de los campos CREA no difirió significativamente del sistema que se define como de adopción intermedia de tecnología (CMM), mostrando solo ligeras diferencias. Sin embargo, las emisiones de los sistemas CREA fueron considerablemente menores (un 21% menos) en comparación con el sistema modal de baja tecnología (CMB). Es importante resaltar que, en el sistema CMB, las emisiones relacionadas con los animales, que son las de mayor impacto, fueron un 64% más altas que en los campos CREA. Asimismo, las emisiones directas derivadas de los recursos forrajeros fueron un 69% mayores en el CMB en comparación con los sistemas CREA (ver Cuadro 2). Por el contrario, también puede apreciarse que el carbono a secuestrar en CMB para neutralizar las emisiones fue menor tanto para los campos CREA como para el sistema modal CMM.

En los sistemas de cría, se observa una clara correlación entre la tasa de destete y el peso al destete de los terneros machos con la huella de carbono (Figura 1a y 1b). A medida que ambos indicadores aumentan, la huella de carbono tiende a disminuir, lo que sugiere que una mayor eficiencia en el proceso y un mayor peso al destete están asociados con menores emisiones de gases de efecto invernadero por kilo producto. Este hallazgo resalta la importancia de optimizar los procesos reproductivos y de manejo de los animales para reducir el impacto ambiental de los sistemas de cría.

Por otro lado, el peso al destete de las hembras (Figura 1b), así como otros indicadores como la ganancia de peso al pie de la madre y la proporción de diferentes recursos forrajeros utilizados, no mostraron una relación significativa con la variación de

la huella de carbono en los establecimientos evaluados. Esto sugiere que, en el contexto de los sistemas analizados, estos factores no fueron determinantes para las variaciones observadas en la HC, al menos dentro de los rangos y dimensiones de los establecimientos considerados en este estudio.

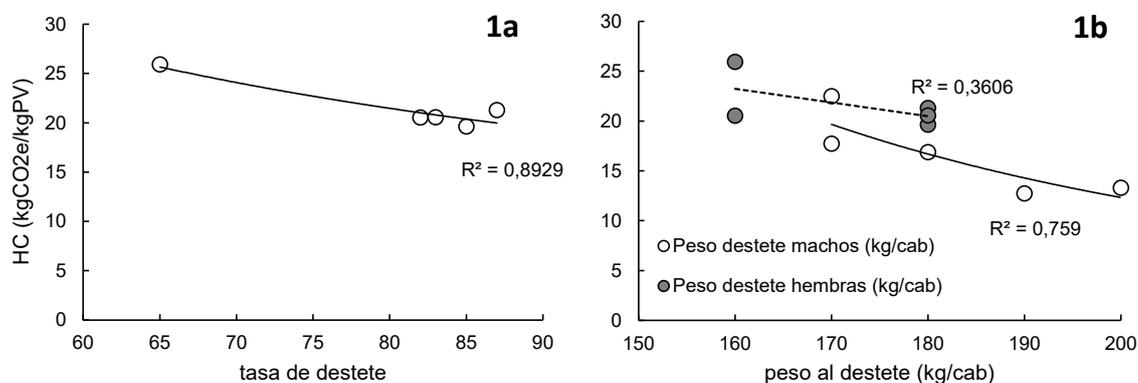


Figura 3. Relación entre tasa de destete (1a) y peso al destete (1b) con la huella de carbono de 3 establecimientos de cría de grupos CREA y dos sistemas (baja y media incorporación de tecnología) del sudoeste bonaerense. Peso al destete machos círculos negros y línea de tendencia llena y de hembras, círculos grises y línea de tendencia punteada).

Es importante destacar que la relación entre los indicadores productivos y la HC podría depender de una serie de factores adicionales, como el tipo de manejo implementado, la genética del ganado, las prácticas de manejo y la eficiencia en el uso de los recursos forrajeros. Estos factores podrían influir en los resultados de manera diferente en otros contextos o en establecimientos con características distintas a los analizados en este trabajo.

En la figura 4 se presenta la distribución de las emisiones de GEI de manera relativa indicada para cada categoría. Permite identificar qué proporción representa cada fuente de emisión dentro de la huella total de carbono de los establecimientos, facilitando la comparación entre los mismos, además de indicar las similitudes de la misma producción. Se observaron diferencias entre los establecimientos, indicando que, a pesar de compartir el sistema de producción, las practicas de manejo pueden modificar tanto la huella de carbono como la composición de la misma respecto a los GEI.

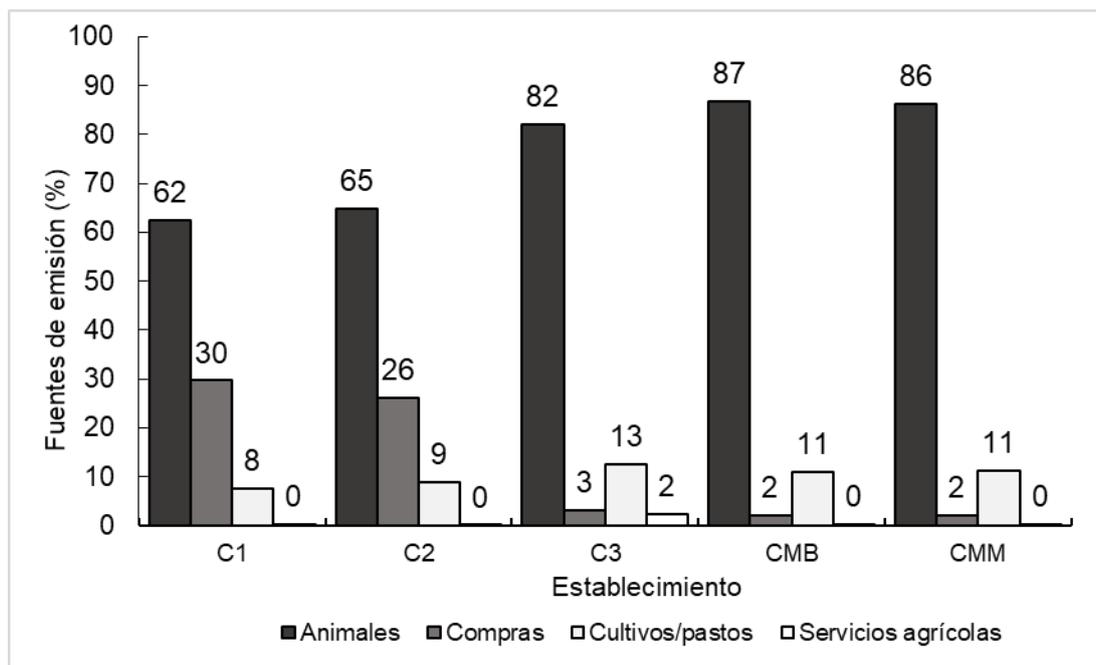


Figura 4. Participación relativa de las fuentes de emisión de GEI en la huella de carbono de cada establecimiento de cría.

3.3. Establecimientos cría-recría

Se analizaron tres establecimientos con sistemas de cría-recría, donde se registró una escala promedio de 719 (± 467) ha. En estos sistemas, se combinan la producción de terneros (desde la preñez hasta el destete) con la continuidad del ciclo productivo hasta la recría, generando el desarrollo óseo-muscular del animal, retrasando la salida o venta de los mismos. De este modo, las empresas productoras obtienen diversos beneficios como, incremento de pesos de venta de los terneros destetados, aprovechamiento y eficiencia de los recursos productivos, y económicos al otorgarle distintos momentos de ingreso por venta de animales, entre otros.

3.3.1. Indicadores productivos de sistemas de cría-recría

En los sistemas de cría-recría los indicadores productivos de los tres establecimientos analizados muestran similitudes en varios aspectos clave, reflejando manejos estables en el tiempo y la presencia de asesoramiento técnico, ya que problemáticas comunes en campos con baja adopción tecnológica no se manifiestan en estos casos observados. Por ejemplo, como se observa en la tabla 3, la tasa de destete

se ubica en valores cercanos al 84 % en los tres casos, con casi nula dispersión entre ellos, lo que indica un adecuado manejo sanitario y reproductivo del rodeo. Del mismo modo, la tasa de reposición es acorde a establecimientos eficientes, con un rango entre 15 % y 20 %. La edad al destete es similar en los tres establecimientos, con valores entre 7,2 y 7,5 meses. Esto se acompaña de una mortalidad baja, como indicio de buenas prácticas sanitarias.

No obstante, existen diferencias entre ellos, en la composición de la base forrajera, ya que mientras algunos priorizan el aprovechamiento de pastizales naturales o cultivos perennes, otros optan por la siembra verdeos anuales, lo que refleja distintas estrategias frente al riesgo y a la planificación del sistema productivo.

La producción de carne por hectárea también varió considerablemente en los campos analizados. El establecimiento CR1 presentó el mayor rendimiento, diferenciándose de sus pares CREA. Esta diferencia puede atribuirse a sus prácticas de manejo y a la composición forrajera. Además, se diferenció en que basa su estrategia de producción en una elevada carga animal, con menores ganancias diarias de peso en la recría, como se observa en el Cuadro 3. No obstante, en estas comparaciones no se debe excluir la capacidad de uso de los suelos presentes. Por ejemplo, CR2 posee una composición de pastizal natural muy elevada, donde por sus limitaciones edáficas es de dificultosa modificación.

Tabla 3. Caracterización productiva de 3 establecimientos de cría – recría de grupos CREA del sudoeste bonaerense.

Establecimiento	CR1	CR2	CR3
Pastizal natural (%)	39%	68%	74%
Pasturas perennes (%)	31%	9%	5%
Verdeos anuales (%)	16%	23%	17%
Carga EV/ha	1,82	0,83	0,95
Tasa destete (%)	84%	83%	85%
Peso destete machos (kg/cab)	228	190	190
Peso destete hembras (kg/cab)	226	180	190
Edad al destete (m)	7,2	7,5	7,5
Gdpv (kg/cab.día)	0,44	0,28	0,64
Prod. Carne/ha (kg/ha)	199	106,5	115

3.3.2. Estimación de huella de carbono en establecimientos de cría – recría

Los 3 establecimientos de cría-recría estudiados presentaron valores de HC similares y fue en promedio 17,2 kgCO₂e/kgPV, tal como puede verse en la Tabla 4. La HC obtenida, se encuentra en línea con los niveles esperados para sistemas de cría-recría predominantemente pastoriles con manejo extensivo, y refleja un buen desempeño ambiental considerando que no se utilizan concentrados ni insumos que impacten en las emisiones. La principal fuente de emisión correspondió a la categoría “animales”, que representó el 84 % del total. La misma, está relacionada a la generación de metano durante la digestión principalmente y a la excreción de orina en el suelo. Además, no existieron diferencia entre los establecimientos analizados.

Las emisiones asociadas a “cultivos y pastos” también presentaron valores similares, en promedio 2,2 ($\pm 0,1$) y las emisiones por “servicios agrícolas” y “compras” son menores y semejantes debido al bajo nivel de mecanización y la escasa incorporación de insumos externos. Se registraron valores de 0,2 ($\pm 0,1$), y 0,3 ($\pm 0,1$) respectivamente.

Tabla 4. Fuentes de emisión y huella de carbono de 3 establecimientos de cría-recría de grupos CREA del sudoeste bonaerense.

Establecimiento	CR1	CR2	CR3
Servicios agrícolas	0,16	0,06	0,28
Animales	14,55	15,06	13,88
Cultivos/pastos	2,33	2,18	2,18
Compras	0,28	0,30	0,42
Huella Carbono (kgCO ₂ e/kg LW)	17,32	17,60	16,76

En la siguiente Figura 5 se observan la composición relativa de la huella de carbono por fuente de emisión. Se observa que la categoría “animales” representa la mayor proporción en los establecimientos analizados, lo que se asocia principalmente a las emisiones entéricas de metano, propias de sistemas pastoriles. Las emisiones vinculadas a “cultivos/pastos” ocupan el segundo lugar, con un promedio del 13 %, y muestran escasa variabilidad entre campos. A diferencia de las categorías “servicios agrícolas” y “compras” que presentan una proporción menor, aunque con mayor dispersión en el caso de los servicios agrícolas (0,3 % a 1,7 %).

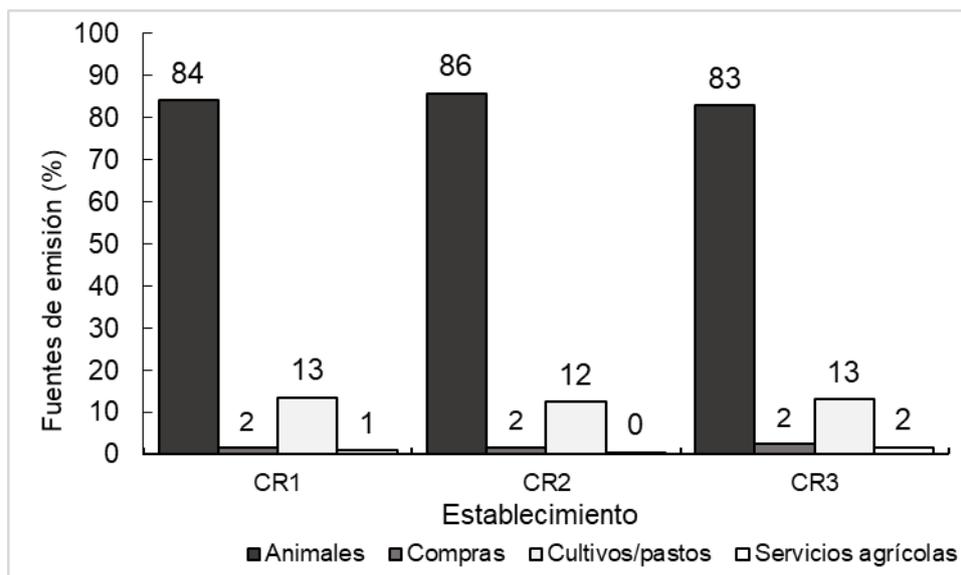


Figura 5. Participación relativa de las fuentes de emisión de GEI en la huella de carbono de cada establecimiento de cría-recría.

3.4. Establecimientos de ciclo completo

Se analizaron cinco establecimientos con sistemas de ciclo completo, los que se caracterizan por integrar en un mismo proceso todas las etapas de la producción bovina para carne: cría, recría y engorde-terminación. Este sistema de producción permite incidir sobre el desarrollo del animal desde su nacimiento hasta la terminación, aplicando decisiones de manejo más complejas pero impactantes en el proceso, y, de este modo, un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, en especial los forrajeros complementados con aportes de energía y/o proteína según requerimientos que permiten optimizar las ganancias diarias de peso (Fay et al., 2023).

Por otro lado, la integración de todas las etapas permite diversificar la oferta de categorías de animales para la venta (terneros, novillos, vacas de descarte), logrando mayor flexibilidad frente a variaciones de precios y clima, y favoreciendo mejores resultados productivos, en términos generales.

3.4.1. Indicadores productivos en establecimientos de ciclo completo.

La escala promedio de los cinco establecimientos estudiados fue 1550 (\pm 980) ha. En términos generales, los establecimientos analizados tenían manejos ya establecidos y consolidados en el tiempo, con asesoramiento profesional, por lo que obtienen

resultados e indicadores superiores a aquellos con baja adopción a tecnología o asesoramiento, muy usuales en la zona.

Sin embargo, entre los establecimientos CREA analizados se encontraron diferencias en diversos aspectos productivos. Como se observa en la tabla 5, la composición forrajera es diferente entre ellos, ya que existen establecimientos donde predominan los pastizales naturales, como el CC4, y otros donde reparten proporciones semejantes entre pastizales naturales, pasturas perennes, y verdeos anuales, como lo es el CC1. Estos esquemas mixtos de recursos forrajeros son característicos de los sistemas de esta región, adaptándose a los recursos edafoclimáticos y en ocasiones permitiendo una producción estable a lo largo del año, aunque con desafíos en cuanto a la planificación del pastoreo y la suplementación estratégica, para alcanzar los objetivos.

Tabla 5. Caracterización productiva de 5 establecimientos de ciclo completo de grupos CREA del sudoeste bonaerense.

Establecimiento	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5
Pastizal natural (%)	33%	43%	62%	70%	68%
Pasturas perennes (%)	29%	26%	14%	12%	19%
Verdeos anuales (%)	33%	27%	24%	7%	13%
Carga EV/ha	1,12	1	1	1,08	0,78
Tasa destete (%)	87%	82%	85%	85%	84%
Peso destete machos (kg/cab)	207	168	212	184	183
Peso destete hembras (kg/cab)	207	160	202	184	183
Edad al destete (m)	7,5	6	7	6,5	6
Proporción de machos en engorde (%)	100	50	50	100	40
Gdpv (kg/cab.día) (machos en recría)	0,657	0,563	0,610	0,506	0,731
gdpv (kg/cab.día) (machos en terminación)	1,400	1,400	1,300	1,171	1,250
Peso de salida (kg/cab) (machos)	484	426	470	354	450
Sistema de terminación	Corral	Corral	Corral	Corral	Pasto
Prod. Carne/ha (kg/ha)	193,1	163,0	158,8	152,5	122,3

La carga animal promedio fue de 1 equivalente vaca (EV) por hectárea, con escasa variación entre los establecimientos analizados ($\pm 0,1$), por lo que la planificación forrajera y el manejo para ajustar oferta forrajera y demandas del rodeo son estimadas y ajustadas de manera similar.

En este contexto, se destacaron tasas de destete elevadas en todos los casos, con un promedio del 85 % y una variabilidad prácticamente nula entre campos. Este indicador da cuenta de un manejo reproductivo eficiente, con buena sanidad y seguimiento técnico. En cuanto a los pesos de destete, se observaron diferencias entre establecimientos. El peso promedio de los terneros machos fue de 190 ($\pm 18,2$ kg/cab), , mientras que el de las hembras fue de 187 kg, con un desvío similar. Estos valores reflejan un buen manejo en la etapa de cría de los terneros, considerando que se trata de sistemas predominantemente pastoriles, difiriendo entre ellos en los recursos utilizados en la etapa de terminación para alcanzar el peso de faena. El establecimiento CC1, por ejemplo, se destacó con 207 kg al destete, asociado a una mayor proporción de verdeos y pasturas perennes que complementan la base forrajera. Por otro lado, la edad promedio al destete fue de 6,6 meses, con variaciones entre 6 y 7,5 meses según

el manejo adoptado en cada caso. Esta flexibilidad en la edad responde a decisiones estratégicas que buscaron optimizar la recría o aprovechar condiciones forrajeras especiales, sin comprometer la eficiencia general del sistema.

En la etapa de recría, los valores promedio de ganancia diaria de peso vivo (gdpv) en machos fueron de 0,610 (± 0.08 kg/cab.día). La gdpv en la etapa de recría fue uno de los indicadores con mayores diferencias entre los campos CREA analizados, lo cual refleja diferentes estrategias en las decisiones de manejo, calidad y disponibilidad forrajera y peso de inicio de la etapa de terminación (Fay et al., 2023). Se observa que el establecimiento CC5 alcanza la mayor gdpv (0,731 kg/cab.día), posiblemente como resultado de una mayor eficiencia en el uso del forraje o del aporte de suplementación estratégica en momentos clave del ciclo. A diferencia, el valor más bajo se registró en CC4 (0,506 kg/cab.día), lo que podría estar vinculado a una mayor utilización de pastizales naturales con menor valor nutricional en ciertos estadios fenológicos.

Durante la fase de terminación, las ganancias diarias fueron más elevadas, con un promedio de 1,3 kg/cab/día y una desviación más baja. El peso promedio de salida de los novillos fue de 437 kg, con diferencias entre establecimientos que reflejan distintas estrategias de terminación: desde 354 kg en CC4 hasta 484 kg en CC1. Cabe destacar que el establecimiento CC5 realizó todo el proceso productivo con base pastoril, incluida la etapa de terminación, a diferencia de los otros cuatro que utilizan el encierre a corral como estrategia de terminación. Esta diferencia en el manejo impactó directamente en el peso final y en los indicadores de ganancias de peso, así como en la eficiencia de conversión, y en las emisiones del sistema.

Finalmente, uno de los indicadores más importantes de eficiencia del sistema, fue la producción de carne por hectárea, que fue 157,9 ($\pm 25,3$) kg/ha/año, para los 5 casos estudiados. Si bien todos los establecimientos presentaron buenos niveles de productividad, se destacó CC1 con 193 kg/ha, lo que reflejó no solo un buen desempeño individual de los animales, sino también una buena relación entre los recursos forrajeros asignados y la carga animal. Estos niveles de producción evidencian que se pueden alcanzar buenos resultados productivos en los sistemas de ciclo completo, a través de distintas estrategias de manejo, optimizando los recursos y las capacidades disponibles en cada establecimiento.

3.4.2. Estimación de huella de carbono en establecimientos de ciclo completo.

Como se observa en la tabla 6, los cinco establecimientos de ciclo completo analizados presentaron una HdC promedio de 16,1 ($\pm 1,2$)_kg CO₂e/kgPV. La principal

fuentes de emisiones, nuevamente, fue la categoría “animales”, que representó en promedio para todos los establecimientos CREA el 80 % del total, vinculada fundamentalmente a la fermentación entérica (emisión de metano) y la excreción de orina (generadora de óxido nitroso). Le siguieron las emisiones asociadas a cultivos/pastos (13,7 %), servicios agrícolas (1,3 %) y compras de insumos (5,2 %), siendo esta última la fuente de emisión con mayor variabilidad relativa entre establecimientos.

El establecimiento CC3 presentó la HC más elevada del grupo (18,3 kg CO₂e/kgPV), principalmente debido a una mayor proporción de emisiones originadas por la categoría “compras”. En este caso, el establecimiento debió incorporar alimentos externos (rollos de baja calidad nutricional) para suplir un déficit forrajero provocado por la sequía que afectó a la zona durante la campaña evaluada. Esta estrategia de manejo, si bien necesaria para sostener la producción, incrementó las emisiones indirectas asociadas al transporte y elaboración de dichos insumos, reflejando cómo las condiciones climáticas extremas pueden impactar en el desempeño ambiental de los sistemas ganaderos, y la importancia de obtener información de los insumos ingresados al establecimiento.

Cabe señalar que, en este estudio, no se observaron correlaciones claras entre la HC y variables productivas esperables, como el peso de las vacas, las ganancias de peso diario o el porcentaje de destete. Estas variables suelen ser consideradas en la relación entre eficiencia productiva y huella de carbono, sin embargo, al tratarse de un grupo reducido de establecimientos con manejos relativamente homogéneos y buenos indicadores en general, la variabilidad entre campos no fue suficiente como para identificar tendencias consistentes.

Tabla 6. Fuentes de emisión y huella de carbono de 5 establecimientos de ciclo completo de grupos CREA del sudoeste bonaerense.

Establecimiento	CC1	CC2	CC3	CC4	CC5
Servicios agrícolas	0,19	0,13	0,29	0,23	0,19
Animales	12,58	12,75	13,87	12,07	13,14
Cultivos/pastos	2,35	1,99	2,15	2,62	1,94
Compras	0,51	0,36	1,95	1,03	0,34
Huella Carbono (kgCO ₂ e/kg LW)	15,62	15,23	18,25	15,95	15,61

En la figura 6 se presenta la distribución de las emisiones de GEI por categoría para cada establecimiento analizado, de manera relativa. Se puede visualizar la proporción de cada fuente dentro de la huella total, facilitando la comparación entre campos con manejos similares pero respuestas diferenciales ante factores productivos o climáticos. La figura complementa el análisis absoluto previamente detallado, destacando la dominancia de las emisiones entéricas y las variaciones relativas en insumos y uso del recurso forrajero.

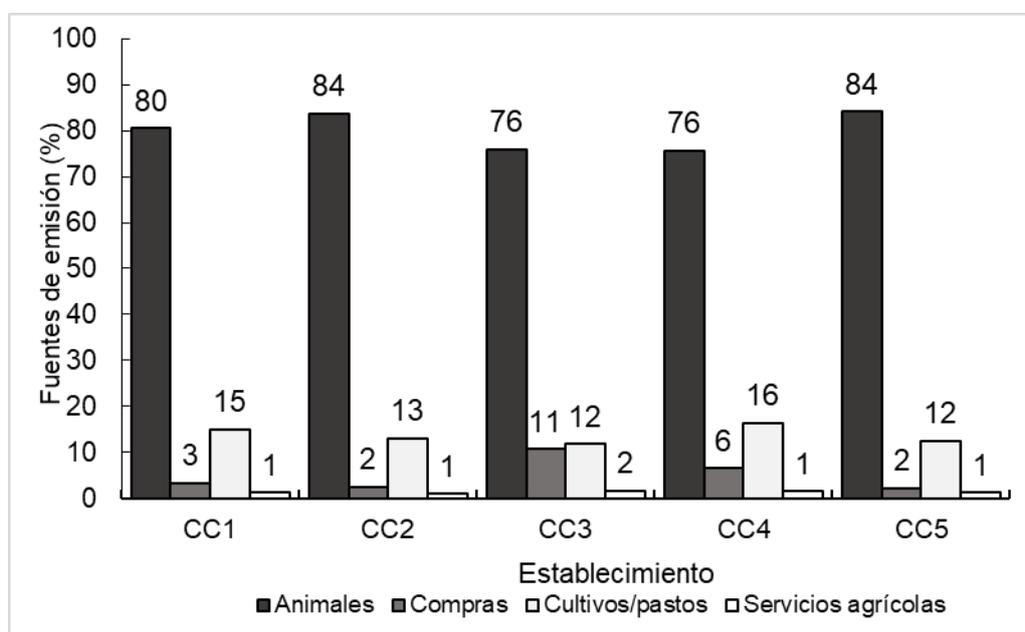


Figura 6. Participación relativa de las fuentes de emisión de GEI en la huella de carbono de cada establecimiento de ciclo completo.

3.5. Implementación práctica: propuesta de manejo productivo a un establecimiento de ciclo completo

Se seleccionó el establecimiento CC3 como caso de estudio, con el objetivo de analizar las variables de mayor impacto en la relación entre eficiencia productiva y ambiental, dado que presentó la mayor HC dentro del sistema productivo “Ciclo Completo”, siendo este un modelo de alta relevancia para los grupos CREA de la región analizada.

En función de ello, se discutieron y propusieron modificaciones en su modelo productivo, con el objetivo de mejorar los indicadores ganaderos buscando al mismo tiempo disminuir el impacto ambiental. Por último, se realizó una nueva entrevista con el administrador del establecimiento para evaluar la factibilidad de implementar las mejoras planteadas, considerando su viabilidad operativa de adoptarlo, sumado a la experiencia en el conocimiento del establecimiento. Es fundamental que el modelo propuesto, para que sea aplicado a la realidad, se alinee con los objetivos empresariales y sea posible de llevarlo a cabo con el marco de un planeamiento empresarial (Ladaga y Berger, 2013).

Se propusieron modificaciones sobre indicadores de alta importancia relativa del sistema productivo, tanto productivo como ambientales, los cuales son:

- reducción en la compra de forrajes externos,
- reducción en el peso y tamaño medio de las vacas,
- aumento del peso al destete,
- aumento de la ganancia diaria de peso en recría y terminación,
- aumento del peso final a faena,
- y disminución de cantidad de toros en el establecimiento.

Estas medidas apuntan a intensificar el manejo productivo, optimizar el uso de recursos y reducir las emisiones de GEI, proponiendo así un modelo más eficiente y sustentable. Es importante destacar que todos los cambios propuestos fueron diseñados como ajustes razonables. Se basan en prácticas ya aplicadas en otros establecimientos de ciclo completo incluidos en este estudio, lo que refuerza su potencial de adopción en estos sistemas.

Tabla 7. Impacto de incorporación de propuestas de manejo en la producción de carne y huella de carbono y factibilidad de realización.

Indicador	Impacto en producción de carne (%)	Impacto en huella de carbono (%)	Factibilidad	Consideración
Reducción de forrajes externos 50%	0,00	-4,21	Alta	Requiere reajustar presupuesto y manejo de los recursos forrajeros.
Reducción peso vaca 30 kg/cab	-0,16	-4,68	Baja	Por preferencias e historia familiar.
Aumento de peso al destete 5 kg/cab	1,08	-1,13	Baja	Muy buenos pesos actuales. Dificultad para aumentar y mantenerlo en el tiempo.
Aumento ganancia diaria de peso en recría 0,1 kg/cab.día	2,70	-2,80	Alta	Requiere mejoras en manejo del pastoreo y en la suplementación estratégica.
Aumento ganancia diaria de peso en terminación 0,1 kg/cab.día	1,35	-1,42	Media	Implicaría cambios en formulación de dieta y logística en la distribución.
Aumento peso faena 25 kg	3,75	-3,85	Alta	Siempre y cuando no prolonguen las etapas de recría y terminación.
Disminución del número de toros 50%	0,00	-3,50	Media	Se producen toros propios para reemplazo. Historia familiar de cabaña.

Como se observa en la Tabla 7, se presentan distintas propuestas de modificaciones en el manejo y su impacto sobre la huella de carbono, considerando además la factibilidad de implementación en el establecimiento analizado. Si bien se trata de cambios hipotéticos que aún no han sido aplicados en la práctica, los resultados obtenidos permiten identificar acciones concretas para avanzar hacia una ganadería más eficiente y con menor impacto ambiental.

Entre las estrategias analizadas, se destacan aquellas con alta factibilidad de implementación, como el aumento del peso de faena o la mejora en la ganancia diaria de peso durante la recría. Estas prácticas presentan un doble beneficio: por un lado,

incrementan la producción de carne por hectárea, y por otro, reducen las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por unidad de producto.

Otras propuestas, en cambio, enfrentan ciertas limitaciones para su adopción, ya sea por cuestiones culturales, administrativas, planes de mejoramiento genético o relacionadas con el manejo del sistema.

En particular, la reducción en la incorporación de forrajes externos adquiere especial relevancia en el establecimiento analizado, ya que esta fuente de emisión tiene un peso relativo significativamente mayor en comparación con los demás casos estudiados. Esta situación evidencia la dependencia climática del sistema productivo: en años con precipitaciones abundantes y buen crecimiento forrajero, la necesidad de incorporar forrajes externos se reduce, permitiendo un funcionamiento eficiente. Sin embargo, frente a eventos climáticos adversos —como la sequía registrada durante la campaña analizada— se recurre a la compra de forrajes, lo que genera un impacto considerable tanto en términos económicos como ambientales, aumentando notablemente la huella de carbono del sistema.

Por lo tanto, este resultado resalta la importancia de revisar críticamente esta práctica y de diseñar estrategias para mitigar su impacto, especialmente ante escenarios climáticos desfavorables.

En conjunto, las propuestas presentadas buscan servir como referencia para la toma de decisiones futuras, considerando de manera integral la sostenibilidad del sistema, tanto en términos de producción de carne como de impacto ambiental. Cabe destacar que todas las prácticas analizadas ya se aplican, en mayor o menor medida, en otros establecimientos incluidos en el estudio, lo cual respalda su viabilidad técnica y productiva.

4. CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo tuvo como objetivo identificar prácticas de manejo que permitan incrementar la producción de carne bovina y, simultáneamente, reducir la huella de carbono. El estudio se centró en los sistemas de producción ganadera característicos del centro de la provincia de Buenos Aires, una región representativa de la ganadería argentina, que refleja los desafíos actuales tanto en términos productivos como ambientales.

La ganadería desempeña un rol fundamental en Argentina, no solo por su impacto económico, sino también por su relevancia sociocultural y su potencial contribución a la sostenibilidad ambiental. En este contexto, el estudio aporta información específica a nivel de establecimiento sobre el impacto ambiental de diferentes prácticas de manejo, un enfoque novedoso para la región.

Se realizaron comparaciones entre distintos sistemas productivos —y dentro de cada uno— así como frente a sistemas modales regionales. Los resultados indicaron que los sistemas de cría presentan una mayor intensidad de emisiones por kilogramo de carne producido, atribuida a su menor eficiencia productiva y a la mayor duración del ciclo. En contraste, los sistemas de cría-recría y ciclo completo muestran valores más bajos de huella de carbono, dado que incorporan animales más jóvenes y eficientes en el proceso productivo. Tal como se observa en la Figura X, a medida que los sistemas ganaderos aumentan su productividad, la huella de carbono tiende a disminuir.

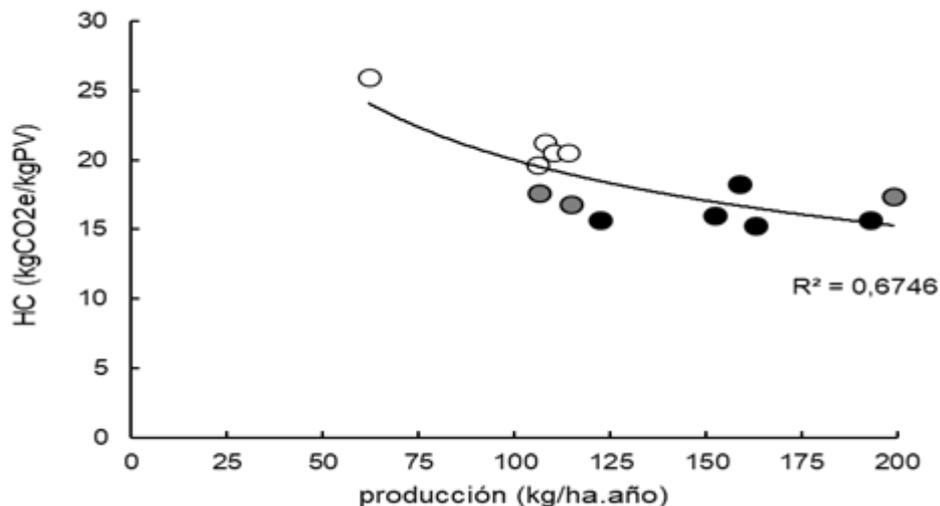


Figura 7. Relación entre PC y HC en establecimientos Modales y CREA, de cría (círculos blancos), de cría-recría (círculos grises) y de ciclo completo (círculos negros).

Los establecimientos pertenecientes al Movimiento CREA evidenciaron mejores indicadores productivos en comparación con los sistemas modales de baja adopción tecnológica, comunes en la región. Esta diferencia pone de manifiesto una problemática estructural que requiere atención: la necesidad de modernizar los sistemas menos tecnificados.

Como se observa en la figura 8, la composición relativa de las fuentes de emisión varía al analizar cada sistema como un establecimiento promedio. En esta figura se utilizó el promedio de las emisiones absolutas de todos los establecimientos CREA incluidos en cada sistema (cría, cría-recría y ciclo completo), lo cual permite identificar de manera más clara qué fuentes explican la mayor proporción en cada sistema. En todos predomina claramente la categoría “animales”, explicado por metano entérico producido por los bovinos. En el sistema de cría, adquiere relevancia la categoría “compras”, debido a que en establecimientos de esta categoría se utiliza como manejo la compra de animales externos para reposición, generando alto impacto. En los sistemas de cría-recría y ciclo completo adquieren mayor relevancia fuentes indirectas como el uso de insumos, forrajes externos y suplementación. Esta representación permite no sólo comparar sistemas de manera estructural, sino también detectar oportunidades de mitigación específicas para cada tipo de sistema.

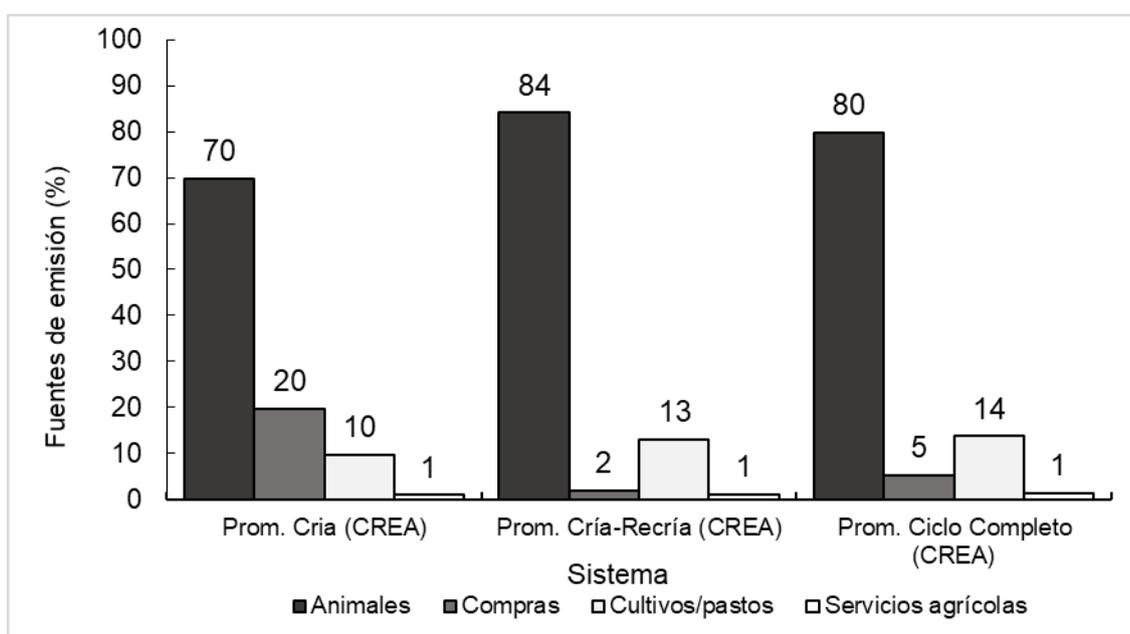


Figura 8. Fuentes de emisión para el promedio de establecimientos de cría, cría-recría y ciclo completo de los grupos CREA estudiados

Los resultados del estudio son relevantes para el sector ganadero, ya que demuestran que es posible mejorar la eficiencia productiva y reducir el impacto ambiental de manera simultánea. La ganadería argentina, mayoritariamente basada en sistemas pastoriles, posee un margen significativo para avanzar en la disminución de su huella de carbono mediante la adopción de tecnologías, tanto de procesos como de insumos, y la implementación de manejos adaptados a las condiciones regionales.

Este camino no solo permitiría cumplir con las crecientes exigencias ambientales de los mercados internacionales, sino también incrementar la competitividad del sector.

Uno de los principales desafíos del estudio fue el acceso a información confiable y actualizada a nivel de establecimiento. La escasa disponibilidad de registros precisos dificulta tanto la investigación como la toma de decisiones en la gestión ganadera. Esta limitación es más evidente en establecimientos que no forman parte de redes de intercambio técnico (como el Movimiento CREA) o que no cuentan con asesoramiento profesional. Por ello, resulta prioritario fortalecer la recolección, análisis y procesamiento de datos a escala regional, para fomentar una toma de decisiones basada en información objetiva.

La mejora de la productividad y la sostenibilidad de la ganadería requiere que los productores se integren a redes de intercambio técnico, como asociaciones de productores, y que cuenten con asesoramiento profesional. Estas instancias permiten compartir experiencias, incorporar tecnologías innovadoras y diseñar estrategias adaptadas a cada sistema productivo. Finalmente, este trabajo pone en evidencia la importancia de establecer un monitoreo continuo de las emisiones del sector, promoviendo una articulación sostenida entre productores, técnicos y organizaciones de investigación. Solo a través de objetivos comunes y trabajo colaborativo será posible construir una ganadería local más eficiente, productiva y sustentable en el tiempo.

5. BIBLIOGRAFÍA

Carrillo, J. (1988). Manejo de un rodeo de cría.

D'Angelo, G., & Terré, E. (2024). El aporte de la ganadería a la economía argentina. Bolsa de Comercio de Rosario. https://cdi.mecon.gob.ar/bases/doc/bcr/info_sem/2153.pdf

Faverín, C., & Machado, C. (2019). Tipologías y caracterización de sistemas de cría bovina de la Pampa Deprimida. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 35(1), 3–13.

Faverín, C., Leite, F. F. G. D., Recavarren, P., Cambareri, G. S., Adeyemi, M. A., & Tieri, M. P. (2022). Carbon footprint for different intensification of beef cattle systems in Argentinean flooding pampas. *GGAA* (2022)

Faverín, C., Recavarren, P., & Ortiz, M. (2024). Huella de carbono hasta la tranquera y su variación en sistemas de cría de la Pampa Deprimida. *Revista Argentina de Producción Animal*, Supl. 1, 378–399.

Fay, E. A., Vago, M. E., & Olocco Diz, M. J. (2023). Alimentos y alimentación: Nutrición animal aplicada. Universidad Católica Argentina.

Fundación FADA. (2023). Lineamientos estratégicos para la cadena bovina. <https://fundacionfada.org/gacetillas/lineamientos-estrategicos-para-la-cadena-bovina/>

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2021). Ficha sectorial: Carne Bovina. https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ficha_sectorial_carne_bovina_-_diciembre.2021.pdf

Movimiento CREA. (2018). Normas de gestión: ganadería. <https://herramientas2.redcrea.org.ar/6-2-ganaderia/>

Organización de las Naciones Unidas. (2025). ¿Qué es el cambio climático? <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>

Pacín, F., & Oesterheld, M. (2015). Closing the technological gap of animal and crop production through technical assistance. *Agricultural Systems*, 137, 101–107.

Perez Ezeiza, F. (2024). Apuntes de cátedra. Preservación del Ambiente. Universidad Católica Argentina.

Recavarren, P., Caldentey, F., & Faverín, C. (2024). Producción y huella de carbono en 41 establecimientos ganaderos zonales: Informe de resultados N.º 3. Mesa de Innovación Ganadera de Olavarría – INTA.

Recavarren, P., Faverín, C., Cambareri, G. S., Tieri, M., & La Manna, A. (2021). Análisis y agrupamiento por indicadores de sistemas de producción de carne bovina en la Pampa Deprimida. *Revista Argentina de Producción Animal*, 41(Supl. 1), 249–289.

Recavarren, P., Faverín, C., Tieri, M. P., & Sciotti, M. (2023). Huella de carbono en sistemas de producción bovina para carne del Sudoeste Bonaerense, Argentina. *Revista Argentina de Producción Animal*, 43(Supl. 1), 249–289.

Recavarren, P., Ruiz Llontop, D. Y., Cambareri, S., Tieri, M. P., & Faverín, C. (2020). Huella de carbono en sistemas ganaderos modales del centro y sur de la provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Producción Animal*, 40(Supl. 1), 418.

Recavarren, P., Torres Carbonell, C., Bruno, S., Balda, S., Kaspar, G., & Berger, H. (2020). Cría vacuna y adopción de tecnología en el centro sur bonaerense. *Revista Argentina de Producción Animal*, 40(Supl. 1), 311.

Ruiz Llontop, D. Y., Cambareri, S., Recavarren, P., Tieri, M. P., & Faverín, C. (2020). Huella de carbono de sistemas ganaderos modales del centro y sur de la provincia de Buenos Aires. 2. Fuentes de emisión. *Revista Argentina de Producción Animal*, 40(Supl. 1), 419.

Sciotti, M., Chagas de Lima, L., Cristeche, E., Recavarren, P. M., De Faccio Carvalho, P. C., & Faverín, C. (2024). Eficiencia en producción, huella de carbono y factibilidad financiera de la cría bovina del SO de Buenos Aires. *Revista Argentina de Producción Animal*, Supl. 1, 378–399.

Serio, L. (2021). Apuntes de cátedra. Cátedra Agrometeorología. Universidad Católica Argentina.

Torres Carbonell, C., Recavarren, P., Bruno, S., Balda, S., Kaspar, G., Berger, H., & Ansaldo, J. (2020). Cría vacuna y adopción de tecnología en el centro sur bonaerense. 2. Estrategias de intervención. *Revista Argentina de Producción Animal*, 40(Supl. 1), 310.

Zurro, T., & Terré, E. (2022). El sector ganadero genera 1 de cada 5 empleos agroindustriales y \$20 de cada \$100 de VAB Agroalimentario. Bolsa de Comercio de Rosario. <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/investigacion-y-desarrollo/informativo-semanal/noticias-informativo-semanal/la-cadena-de>

6. ANEXOS

Anexo. 1 Planilla de carga: información general

RESPONSABLE DE CARGA (APELLIDO Y NOMBRE)-TELEFONO DE CONTACTO	
Provincia	
Localidad/Departamento	
Ejercicio analizado	
Sistema Productivo	
Superficie Ganadera	
Definición simplificada	
Cria tradicional	Pastos naturales, bajo control sobre la cría de animales. Carga menor a 0,5 vientres/ha
Cria mas eficiente	Incorporación de pasturas perennes y verdeos anuales. Ajustes en el manejo reproductivo del rodeo. Carga mayor a 0,6 vientres/ha
Recría larga	Pastos naturales principalmente. Bajas ganancias diarias de peso. Más de 300 días de duración
Recría corta	Incorporación de pasturas perennes, verdeos anuales y silajes. Mejores ganancias diarias de peso. Menos de 300 días de duración
Terminación solo a pasto	Pasturas perennes y verdeos anuales. Duración ~250 días. Ganancias diarias de peso < 0,7 kg/cab/día
Pasturas+Suplementos	Pasturas perennes y verdeos anuales. Suplementación con grano. Duración ~160 días. Ganancias diarias de peso < 1,0 kg/cab/día
Engorde a corral	Dieta base a granos y subproductos. Duración ~80 días. Ganancias diarias de peso > 1,0 kg/cab/día

Anexo. 2 Planilla de carga: clima

CLIMA												
Por favor, complete la información con las media zonal de los últimos años (disponible en la región). Después será necesaria coleccionar la información del nodo o regional próxima												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Temperatura media diaria (°C)												
Lluvias mensuales (mm)												
Evapotranspiración												
Los que quieran agregar												

Anexo. 3 Planilla de carga: uso del suelo.

USO DEL SUELO

Recurso Forrajero	Sup (ha)	Comentarios
Pastizal bajo alcalino		
Pastizal bajo dulce		
Pastizal media loma		
Pastizal "overos"		
PP base Agropiro		
PP base Festuca		
Pastura Baja produccion (RG + Festuca+ TB)		
PP Alfalfa+Tb+P.O+Festuca		
VI Avena		
VI Raigrás		
VV Maíz		
VV Sorgo		
Silaje Maíz		
Silaje Sorgo		
Diferido Maíz		
Total		

Anexo. 4 Planilla de carga: otros recursos.

Otros Recursos	Cantidad (unidades/kg)	Comentarios
Rollo Avena		
Rollo avena guacha		
Rollo Agropiro		
Rollo Moha		
Rollo trigo guacho		
Rollo alfalfa		
Rollo Maíz rastrojo		
Maíz entero		
Maíz procesado		
Sorgo		
Trigo		
Cebada		
Avena		
Soja		
Girasol		
Afrechillo Trigo Pellet		
Gluten Feed Maíz		
Afrechillo Arroz		
Pulpa Citrus		
Semilla Algodón***		
Girasol Pellet		
Pellet Soja		
Balanceado 13-15%PB		
Balanceado 15-18%PB		
Balanceado 18-20%PB		
Balanceado destete precoz		
Balanceado proteico 20-30%PB		
Balanceado proteico 40-50%PB		

Anexo. 5 Planilla de carga: rodeos

Cría (vacas)	
Número vacas	
Fecha Servicio	
Carga (vientres/ha)	
Edad al destete (meses)	
Destete (%)	
Edad al 1er servicio (meses)	
Reposición vientres (%)	
Mortandad (%)	
Peso prom.vacas (kg/cab)	
Prod leche (lt/día)	
% grasa leche	
Peso nacimiento (kg/cab)	
Fecha destete	
Peso cría hembra destete	
Peso cría macho destete	
Peso al 1º servicio (kg/cab)	
Número toros (cabezas)	
Peso promedio toros (kg/cab)	
Recría de machos	
Número	
Fecha entrada	
Peso entrada	
Fecha salida	
Peso salida	
Duración (días)	
Ganacia diaria peso (kg/cab/día)	
Recría de hembras para engorde	
Número	
Fecha entrada	
Peso entrada	
Fecha salida	
Peso salida	
Duración (días)	
Ganacia diaria peso (kg/cab/día)	
Engorde de machos	
Número	
Fecha entrada	
Peso entrada	
Fecha salida	
Peso salida	
Duración (días)	
Ganacia diaria peso (kg/cab/día)	
Edad a faena (meses)	
Dientes	
Engorde de hembras	
Número	
Fecha entrada	
Peso entrada	
Fecha salida	
Peso salida	
Duración (días)	
Ganacia diaria peso (kg/cab/día)	
Edad a faena (meses)	
Dientes	

Anexo. 6 Planilla de carga: forrajes

Recurso Forrajero	Calidad Otoño-Invierno				Calidad Primavera-Verano				Calidad Promedio Anual				Producción Anual (kgMS/ha.año)		
	Dig (%)	PB (%)	FDN (%)	Cenizas	Dig (%)	PB (%)	FDN (%)	Cenizas	Dig (%)	PB (%)	FDN (%)	Cenizas	Año Normal	Año Malo	Año Bueno
Pastizal bajo alcalino	46,2	11,5	63,3		35,2	6,8	68		40,7	9,2	65,6		2850	1653	4019
Pastizal bajo dulce	72,2	14,4	48,6		59,1	8,3	55,3		65,6	11,4	52,0		4127	2806	5447
Pastizal media loma															
Pastizal "overos"															
PP base Agropiro															
PP base Festuca															
PP Gram+Tréboles															
PP Alfalfa+Gram															
VI Avena															
VI Raigrás															
VV Maíz															
VV Sorgo															
Silaje Maíz															
Silaje Sorgo															
Diferido Sorgo/Maíz															
Rollo Alfalfa															
Rollo Avena															
Rollo Agropiro															
Rollo Moha															
Rollo PP Base Festuca															
Rollo PP Gram+Legum															
Rollo Soja rastrojo															
Rollo Maíz Rastrojo															
Rollo Buena calidad															
Rollo Regular calidad															
Rollo Mala calidad															
Maíz entero															
Maíz procesado															
Sorgo															
Trigo															
Cebada															
Avena															
Soja*(desactivar)															
Girasol**															
Afrechillo Trigo Pellet															
Gluten Feed Maíz															
Afrechillo Arroz															
Pulpa Citrus															
Semilla Algodón***															
Girasol Pellet															
Pellet Soja															
balanceado 13-15%PB															
balanceado 15-18%PB															
balanceado 18-20%PB															
Balanceado destete precoz															

Anexo. 7 Planilla de carga: alimentación

ALIMENTACION	
Por favor, incorpore la información de los recursos del último ejercicio	
<u>Cría: vacas</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Cría: REPOSICIÓN etapa 1*</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Cría: REPOSICIÓN etapa 2*</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Cría: REPOSICIÓN etapa 3*</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Cría: TOROS</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Recría de machos</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Recría de HEMBRAS PARA ENGORDE</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Engorde de MACHOS</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Engorde de vacas REFUGO</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	
<u>Engorde de HEMBRAS</u>	
Recurso 1 (%)	
Recurso 2 (%)	
Recurso 3 (%)	
Recurso 4 (%)	

Anexo. 8 Planilla de carga: labores culturales

Tabla de consumo de combustible por labores para la zona

A modo de ejemplo

Fuente: elaboración propia con información de contratistas de la zona, Cámara Argentina de Contratistas Rurales y Revista Márgenes Agropecuarios
Tractor base: 120-140 HP

A modo de ejemplo

Recurso forrajero/cultivo	Tipo de siembra	Tipo de labor	Cantidad de labores /ha	Consumo de combustible (l/ha)	Total (l/ha)	SUPERFICIE (ha)	Detalles
Pasturas (1er año implantación)	SD	Aplicación Control bbcho					
		Siembra + fertilización (P)					
		Aplicación Control malezas					
Siembra Avena	SD	Aplicación Control bbcho					
		Siembra + fertilización (P)					
		Aplicación Control malezas					
Siembra Maíz	SD	Aplicación Control bbcho					
		Siembra + fertilización (P)					
		Fertilización al voleo (urea)					
		Aplicación Control malezas					

Anexo. 9 Planilla de carga: insumos

INSUMOS		
A modo de ejemplo		
Pasturas		
Vida útil (años)		
Semilla (kg/ha)		
Fert Fosfato (DAP) kg/ha		
Glifosato (l/ha)		
2,4 D (l/ha)		
Dicamba/Picloram (l/ha)		
2,4 DB (l/ha)		
Flumetsulan		
Disco		
Cantidad (ha)		

Anexo. 10 Planilla de carga: energía

Consumo de combustible y energía. En caso de no tener info, se estima con INTA Olavarria

A modo de ejemplo

	Total	Comentarios
Gasoil (lt/año)		
Nafta (lt/año)		
Gas (kg/año)		
Energía eléctrica (Kw/año)		
Leña (kg /año)		

Anexo.14 Planilla de uso del suelo en el calculador de HC

Section 4: Feed Cultivation or Purchase		On-farm cultivation	
		Do you implement best management practices?	
Feed Types			
Type	If purchased		
	Quantity purchased (kg/yr)	Area (superficie) ha	Yield in DM (productividad MS) kg/yr for a normal year (if known)
Alt name	Natural pasture (pastizal natural)		
Barro blan	Barro blanco o bajo alcalino		
Bajo dulce	Bajo dulce		
Media lom	Media loma	283,24	
Overo	Overo	1249,76	
Cultivated	Cultivated pastures (Pasturas cultivadas)		
Base agro	Base agropiro	464,28	
Base festu	Base festuca		
Loma gran	Loma gramíneas + leguminosas		
Base alfalf	Base alfalfa		
Annual cro	Annual crops (Verdeos anuales)		
Avena	Avena	338,72	
Promocion	Promocion raigras	350,4	
Centeno	Centeno		
Triticale	Triticale		
Maiz para	Maiz para pastoreo		
Sorgo para	Sorgo para pastoreo		
Sorgo/Mai	Sorgo / maiz diferido	99,28	
Cereales d	Cereales de invierno		

Anexo.15 Planilla de resultados del calculador de HC

		Value	Units
Farm utilities	Diesel	0,10	kgCO ₂ e/kg Lw
	Natural gas	0,03	kgCO ₂ e/kg Lw
	Gasoline (petrol)	0,00	kgCO ₂ e/kg Lw
	Fuel oil	0,00	kgCO ₂ e/kg Lw
	Electricity	0,00	kgCO ₂ e/kg Lw
Animal emissions	Manure management (methane)	0,15	kgCO ₂ e/kg Lw
	Enteric fermentation (methane)	11,29	kgCO ₂ e/kg Lw
	Direct & indirect N2O (manure & urine)	1,31	kgCO ₂ e/kg Lw
On-farm crop/pasture emissions	Natural pasture	0,72	kgCO ₂ e/kg Lw
	Cultivated pasture	0,30	kgCO ₂ e/kg Lw
	Cultivated grains or silages	0,97	kgCO ₂ e/kg Lw
Purchases	Purchased feed (embedded emissions)	0,31	kgCO ₂ e/kg Lw
	Purchased animals (embedded emissions)	0,06	kgCO ₂ e/kg Lw
	Total	15,24	kgCO₂e/kg Lw
	Total kg producidos	445.447	kgPV
	Total kg vendidos	426.821	kgPV
	Producción de carne	153	kgPV/ha
	Consumo de MS	10.241.217	kgMS total
	Oferta de MS	10.366.137	kgMS total
	Balance forrajero	124.920	kgMS total
	% campo natural	53%	
	% pasturas	16%	
	% verdeos	32%	
	E.V./ha	1,00	

