

3 Informe
de resultados

**Producción y
Huella de Carbono
en 41 establecimientos
ganaderos zonales**



Foto: Federico Miri
EEA INTA Balcarce

Paulo Recavarren
Francisco Caldentey
Claudia Faverín

MESA DE INNOVACIÓN GANADERA DE OLAVARRÍA

3ER INFORME DE RESULTADOS

Paulo Recavarren¹; Francisco Caldentey² y Claudia Faverín³

¹AER INTA Olavarría; ²AER INTA Azul; ³Consultor Privado-Profesor Adjunto FCEyN, UNMDP

La Huella de Carbono en Ganadería: Clave para la Sostenibilidad y el Futuro del Sector Agropecuario

La huella de carbono hasta la tranquera en ganadería es un indicador que representa la cantidad total de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos a lo largo del proceso productivo de la actividad ganadera, expresada generalmente en kilogramos de dióxido de carbono equivalente (kgCO₂e) por unidad de producto (como carne o leche). Estos gases incluyen principalmente:

1. Metano (CH₄): 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.
2. Óxido nitroso (N₂O): 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.
3. Dióxido de carbono (CO₂): 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.

Los resultados se expresan en kg de dióxido de carbono equivalente (kgCO₂e) que es una unidad de medida que se utiliza para comparar el impacto de los GEI en el clima. Se calcula multiplicando la cantidad de cada GEI por su potencial de calentamiento global. Finalmente, a este valor se lo refiere a los kilos de carne producidos por el establecimiento (kgPV).

¿Cómo se calcula?

En este trabajo se consideran todas las emisiones hasta la tranquera del establecimiento (salidas de animales para venta) incluyendo:

- Emisiones directas: 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 el establecimiento.
- Emisiones indirectas: Uso de insumos agrícolas, transporte de productos, o compra de alimentos producidos fuera del establecimiento.

Importancia de la huella de carbono

Calcular y reducir la huella de carbono en ganadería es clave para:

Identificación de fuentes de emisiones: Permite conocer las principales fuentes de gases de efecto invernadero (GEI) dentro del sistema productivo y facilitar el diseño de estrategias para mitigar las emisiones.

Mejora en la sostenibilidad: Ayuda a evaluar la eficiencia ambiental de las prácticas de manejo, fomentando la adopción de técnicas que reduzcan el impacto ambiental sin comprometer la productividad.

Cumplimiento de compromisos internacionales: Contribuye a alcanzar objetivos de reducción de GEI establecidos en acuerdos globales y a cumplir con metas nacionales de desarrollo sostenible.

Competitividad en mercados internacionales: La estimación y reducción de la huella de carbono pueden ser una carta de presentación en mercados que exigen productos con menor impacto ambiental, mejorando el acceso y la aceptación de los productos ganaderos.

Toma de decisiones informada: Proporciona datos cuantitativos para orientar políticas públicas, programas de incentivos y estrategias de adaptación al cambio climático en el sector agropecuario.

Sensibilización y mejora continua: Fomenta la conciencia entre productores y otros actores de la cadena productiva, promoviendo una gestión más responsable de los recursos.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas ganaderos, tanto a nivel global como en Argentina, enfrentan nuevos desafíos. Además de aumentar la producción para satisfacer una creciente demanda de proteínas animales, es fundamental garantizar el bienestar económico y social, y cuidar el medio ambiente. Para responder a estas demandas sociales y cumplir los compromisos internacionales y comerciales relacionados con el calentamiento global, es necesario implementar prácticas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Cualquier estrategia para abordar esta problemática requiere un enfoque co-innovador que incluya el análisis, el consenso y la cooperación de los distintos actores vinculados a la producción de carne vacuna.

ANTECEDENTES

El INTA aborda la relación entre ganadería y cambio climático desde hace más de una década, trabajando en red con organismos nacionales (Universidades, CONICET, IPCVA, AAPA) e internacionales (Global Alliance, CIAL, WWF). Durante este tiempo, se avanzó en la estimación de huella de carbono (HC) y en el diseño de estrategias para mitigar los efectos del cambio climático.

Actualmente, el INTA trabaja para responder a la creciente demanda de información sobre la HC de los sistemas ganaderos, promovida por frigoríficos, empresas alimenticias y organizaciones que necesitan datos confiables para diferenciar sus productos. Este contexto está definido por normativas internacionales, como la exigencia de certificar establecimientos libres de deforestación para exportar carnes a la Unión Europea y las regulaciones de "mecanismos de ajuste en la frontera del carbono" para alimentos y otros productos.

Se han evaluado hasta la fecha en 41 establecimientos ganaderos indicadores productivos y ambientales, ubicados en el sudeste y sudoeste bonaerense. Se analizó el uso de diferentes

calculadores de HC y se propusieron estrategias de manejo adaptadas a los sistemas locales. Este trabajo identifica grandes oportunidades para mejorar la sostenibilidad de la ganadería regional.

OBJETIVOS

Esta propuesta busca identificar y evaluar los factores críticos que afectan la producción de carne (PC) y la HC en los establecimientos ganaderos de la región. Los objetivos específicos incluyen:

1. Cuantificar la huella de carbono en sistemas ganaderos locales.
2. Evaluar modelos productivos con capacidad de mitigación y adaptación al cambio climático.
3. Proponer estrategias de manejo y uso de tecnologías que permitan a los productores mejorar continuamente sus establecimientos y facilitar el acceso a mercados de bonos de carbono.

METODOLOGÍA: CÁLCULOS DE HUELLA DE CARBONO

- El INTA comenzó hace aproximadamente 10 años con la estimación de emisiones de sistemas ganaderos.
- La HC se expresa como intensidad de emisión (kg CO₂ equivalente/kg peso vivo (PV producido) y emisiones por hectárea (kg CO₂equivalente/ha).
- Se utiliza un prototipo del calculador desarrollado entre WWF e INTA, ajustado para sistemas locales tras dos años de desarrollo.
- Los datos utilizados son confidenciales y se integran a investigaciones académicas, como la tesis de Manuel Ortiz (UCA) y proyectos nacionales de investigación del INTA

RESULTADOS (al 20/01/2025)

Se realizaron a la fecha estimaciones en 41 establecimientos zonales: 22 campos de cría, 4 de cría-recría, 11 de ciclo completo, 1 de cría + cabaña, 1 de recría y 2 feed lot. Los resultados obtenidos, que a continuación se detallan, se presentan según sistema productivo.

1. Sistemas de Cría

1.1 Caracterización productiva

- Superficie promedio: 738 ha.
- Recursos forrajeros: 74,3% pastizales naturales, 16,6% pasturas perennes, 8,4% verdes anuales y 0,7% reservas.
- Rodeos: 100% razas británicas puras o cruza Aberdeen Angus x Hereford.
- Producción promedio: 99,5 kg/ha/año (rango: 62-150 kg/ha/año).

El peso promedio de las vacas de rodeo general fue 436 kg/cab, la edad al destete 7 meses y su peso 183,3 kg las hembras y 189,7 kg los machos. Distintos indicadores productivos pueden apreciarse en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Indicadores de producción (promedio, coeficiente variación (CV%), mínimo y máximo) en 22 establecimientos de cría

	Promedio	CV (%)	Mínimo	Máximo
Superficie Ganadera (ha)	738	57,1	110	4500
Vientres servicio (cab/ha)	0,59	25,5	0,41	1,00
Tasa destete (%)	80,7	7,9	65,0	91,2
Gdpv* terneros al pie	0,744	12,7	0,563	0,881
Gdpv recría hembras reposición	0,312	42,8	0,155	0,575
Prod. Carne (kg/ha)	99,5	22,2	62	150
Eficiencia de Stock**	0,30	11,9	0,22	0,37

**Gdpv: ganancia de peso vivo; **kg de ternero destetado (peso corregido a los 6 meses de edad) /peso de la vaca*

1.2 Huella de carbono

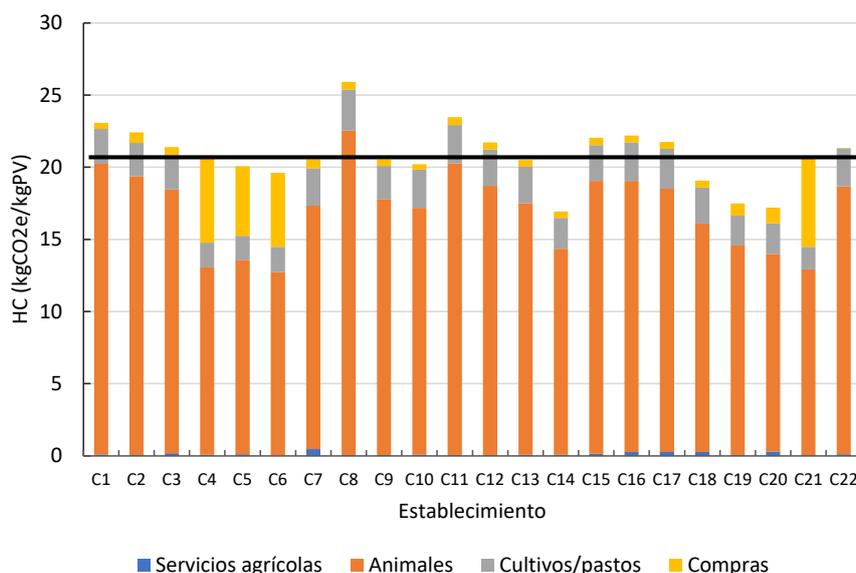
- Promedio: 20,86 kgCO₂e/kg PV (rango: 16,93-25,92).
- Principales fuentes de emisión: metano y óxido nitroso de la orina (81% del total).
- Relación HC y productividad: Mejores prácticas pueden aumentar la eficiencia productiva y reducir emisiones.

La principal fuente de emisiones en los sistemas de cría provino de los animales, principalmente por la generación de metano y la excreción de orina en el suelo, como se observa en el Cuadro 2 y el Gráfico 1. Por otro lado, los servicios agrícolas, que incluyen labores como la siembra y el mantenimiento de diversos recursos forrajeros, representaron la fuente de menor impacto, lo que resulta coherente con el hecho de que estos sistemas se basan principalmente en pastizales naturales. En orden de importancia, la segunda fuente de emisión correspondió a las emisiones y remanentes de pastoreo de los recursos forrajeros. Finalmente, las emisiones derivadas de las compras (como animales y alimentos) tuvieron una pequeña contribución, pero un impacto significativo en aquellos establecimientos que dependen de la reposición externa, adquiriendo vaquillonas y vacas preñadas, como es el caso de los campos 4, 5, 6 y 21 (Gráfico 1).

Cuadro 2. Fuentes de emisión (promedio, coeficiente variación (CV%), mínimo y máximo) en 22 establecimientos de cría

	Promedio	CV (%)	Mínimo	Máximo
Servicios agrícolas (kgCO ₂ e/kg PV)	0,13	83,6	0,01	0,48
Animales (kgCO ₂ e/kg PV)	16,96	16,3	12,73	22,47
Cultivos/pastos (kgCO ₂ e/kg PV)	2,33	16,1	1,57	2,86
Compras (kgCO ₂ e/kg PV)	1,43	138,4	0,04	6,12
Huella Carbono (kgCO ₂ e/kg PV)	20,86	10,0	16,93	25,92

Gráfico 1. Fuentes de emisión (barras de colores) y promedio de huella de carbono (línea negra) en 22 establecimientos de cría vacuna



2. Sistemas de Cría-Recría

2.1 Caracterización productiva

- Superficie promedio: 653 ha.
- Recursos forrajeros: 64,0% pastizales naturales, 12,3% pasturas perennes, 18,5% verdeos anuales y 5,3% reservas.
- Ganancias diarias de peso: 0,480 kg/cab.día los machos y 0,485 kg/cab.día las hembras.
- Producción promedio: 147 kg/ha/año (rango: 107-192 kg/ha/año).

Todos los rodeos estaban compuestos por razas británicas, y la proporción de terneros y terneras recriadas varió entre el 50% y el 100% los machos y entre 0 y 70% las hembras. Durante la etapa de cría, el promedio de vientres en servicio fue de $0,59 \pm 0,15$ cab/ha, con una tasa de destete del $83,9 \pm 0,9\%$ y una edad al primer servicio de $18 \pm 3,6$ meses.

En la etapa de recría, las hembras ingresaron con un peso promedio de 196 kg/cab y egresaron con 271 kg/cab. Por su parte, los machos iniciaron la recría con un peso promedio de 200 kg/cab y la finalizaron con 298 kg/cab. La información completa sobre la evolución de la recría de hembras y machos se detalla en el Cuadro 3.

Cabe mencionar que la cantidad de establecimientos analizados es limitada, por lo que no es posible inferir indicadores productivos relacionados con la huella de carbono.

Cuadro 3. Indicadores productivos (promedio, coeficiente variación (CV%), mínimo y máximo) en 4 establecimientos de cría-recría

	Hembras				Machos			
	Promedio	CV(%)	Mínimo	Máximo	Promedio	CV(%)	Mínimo	Máximo
Peso entrada (kg/cab)	196	10,8	180	226	200	9,3	190	228
Edad entrada (meses)	7,4	2,0	7,2	7,5	7,4	2,0	7,2	7,5
Duración ciclo (días)	148	29,2	100	184	201	11,4	174	230
Edad salida (meses)	12,3	12,6	10,5	13,6	14,1	6,3	13,0	15,2
Ganancia peso (kg/cab.día)	0,485	33,2	0,279	0,636	0,480	34,7	0,299	0,700
Peso salida (kg/cab)	271	15,0	214	301	298	7,5	280	330

2.2 Huella de carbono

- Promedio: 16,66 kgCO₂e/kg PV (rango: 12,57-17,60).
- Principales fuentes de emisión: metano y excreción de orina (85% del total).

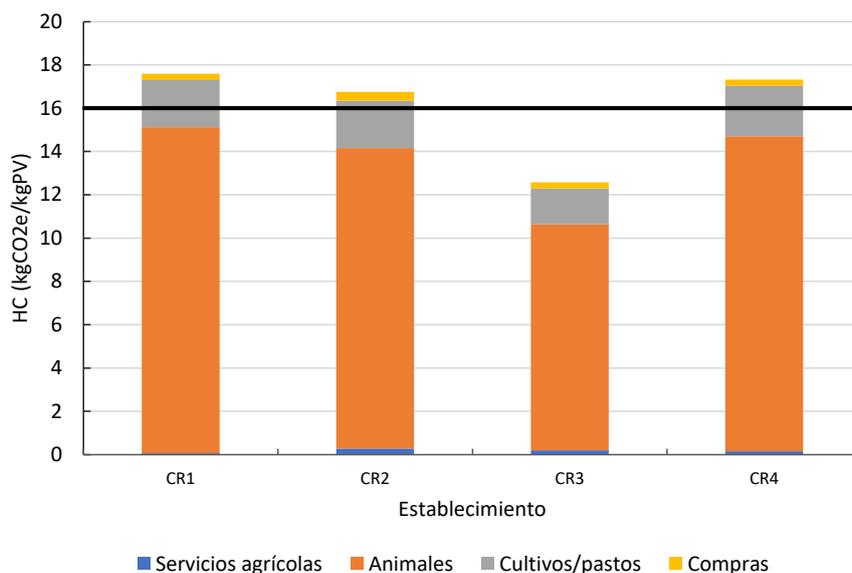
La principal fuente de emisiones en los sistemas de cría-recría provino de los animales, principalmente a través de la generación de metano y la excreción de orina en el suelo, lo que representó más del 84% del total de las emisiones, según se observa en el Cuadro 4 y el Gráfico 2. Por otro lado, los servicios agrícolas, que incluyen labores como la siembra y el mantenimiento de distintos recursos forrajeros, fueron la fuente de menor impacto, lo cual es coherente con el hecho de que estos sistemas se basan en pastizales naturales.

En segundo lugar, en orden de importancia, se ubicaron las emisiones generadas por los recursos forrajeros.

Cuadro 4. Fuentes de emisión (promedio, coeficiente variación (CV%), mínimo y máximo) en 4 establecimientos de cría-recría vacuna

	Promedio	CV (%)	Mínimo	Máximo
Servicios agrícolas (kgCO ₂ e/kg PV)	0,18	52,97	0,06	0,28
Animales (kgCO ₂ e/kg PV)	13,48	15,54	10,42	15,06
Cultivos/pastos (kgCO ₂ e/kg PV)	2,09	13,77	1,67	2,33
Compras (kgCO ₂ e/kg PV)	0,32	20,71	0,28	0,42
Huella Carbono (kgCO ₂ e/kg PV)	16,06	14,64	12,57	17,60

Gráfico 2. Fuentes de emisión (barras de colores) y promedio de huella de carbono (línea negra) en 4 establecimientos de cría-recría vacuna



3. Sistemas de Ciclo completo

3.1 Caracterización productiva

- Superficie promedio: 1456 ha.
- Ganancias diarias de peso: 0,771 kg/cab.día los machos y 0,782 kg/cab.día las hembras.
- Peso de faena: 424 kg/cab los novillos y 362 kg/cab las vaquillonas
- Producción promedio: 152 kg/ha/año (rango: 102-231 kg/ha/año).

Hasta la fecha, se realizaron análisis productivos y se estimó la huella de carbono en 11 establecimientos de Olavarría y la zona, donde, además del ciclo completo, se lleva a cabo actividad agrícola, de la cual solo se considera aquella asociada a la alimentación animal. Todos los rodeos están compuestos por razas británicas, y la proporción de machos de producción propia engordados varía entre el 50% y el 100%. En 3 de los 10 campos no se engordan las hembras y se venden como terneras de destete o vaquillonas recriadas.

La etapa de recría es, en todos los casos, de base pastoril, utilizando pasturas, verdeos anuales y en algunos casos silajes. Solo 2 de los establecimientos (CC3 y CC9) realizan el ciclo completo 100% pastoril, mientras que, en los 8 restantes, la terminación se realiza a corral, con una duración de entre 60 y 95 días. En estos casos, la base de la dieta está compuesta por grano de maíz producido en el mismo establecimiento. El Cuadro 5 presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Cuadro 5. Indicadores productivos (promedio, coeficiente variación (CV%), mínimo y máximo) en 11 establecimientos de ciclo completo

	Promedio	CV(%)	Mínimo	Máximo
Superficie (ha)	1456	49,0	530	2920
<u>Vaquillonas</u>				
Ganancia peso (kg/cab.día)	0,780	24,4	0,422	1,017
Peso Faena (kg PV)	362	3,8	346	380
<u>Novillos</u>				
Ganancia peso (kg/cab.día)	0,771	14,1	0,540	0,898
Peso Faena (kg PV)	424	10,9	354	490
Producción (kg/ha.año)	152	23,6	102	231
Huella Carbono (kgCO ₂ e/kg PV)	17,63	14,3	15,07	23,22

En el Cuadro 6 pueden observarse con mayor grado de detalle distintos indicadores para las etapas de recría y engorde para vaquillonas y novillos en los establecimientos.

Cuadro 6. Indicadores de las etapas de recría y engorde para hembras y machos (promedio, coeficiente variación (CV%), mínimo y máximo) en 11 establecimientos de ciclo completo

	<u>Hembras</u>				<u>Machos</u>			
	Promedio	CV(%)	Mínimo	Máximo	Promedio	CV(%)	Mínimo	Máximo
<u>Etapas recría</u>								
Peso entrada (kg/cab)	185	12,9	155	220	194	11,0	160	235
Edad entrada (meses)	6,6	9,1	5,5	7,5	6,8	9,0	5,5	7,5
Duración ciclo (días)	208	24,0	112	265	205	34,7	92	357
Edad salida (meses)	13,5	12,2	10,7	15,3	13,6	15,8	10,1	17,4
Ganancia peso (kg/cab.día)	0,460	19,0	0,341	0,600	0,545	24,0	0,310	0,731
Peso salida (kg/cab)	279	12,0	243	332	305	11,5	250	351
<u>Etapas engorde</u>								
Peso entrada (kg/cab)	258	4,0	245	270	313	16,7	250	438
Edad entrada (m)	13,0	15,9	10,7	15,3	13,6	15,8	10,1	17,4
Duración ciclo (días)	96	21,7	76	131	93	22,7	55	120
Edad de faena (m)	16,2	15,9	13,7	19,4	16,7	12,1	13,0	20,1
Ganancia peso (kg/cab.día)	1,122	19,7	0,733	1,267	1,191	19,9	0,782	1,477
Peso de faena(kg/cab)	362	3,8	346	380	424	10,9	354	490

2.2 Huella de carbono

- Promedio: 17,63 kgCO₂e/kg PV (rango: 15,07-23,22).
- Principales fuentes de emisión: metano y excreción de orina (81% del total).

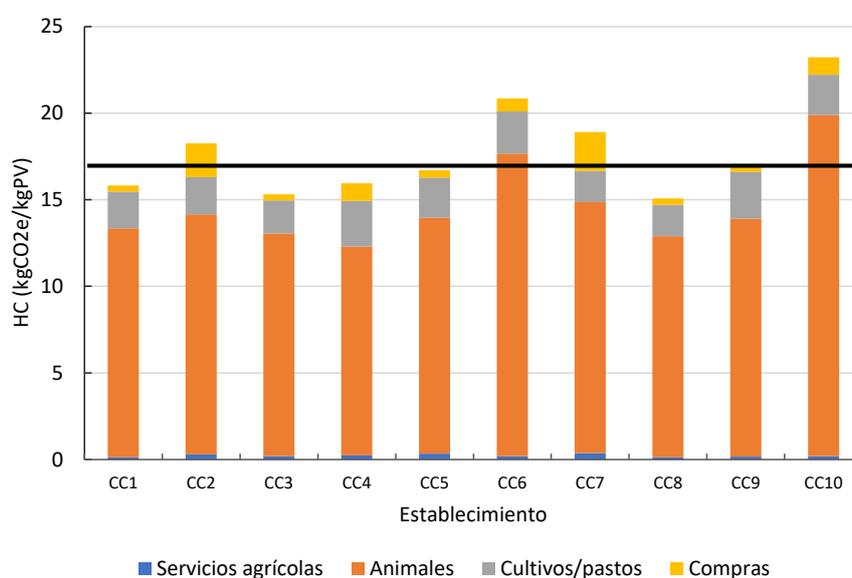
Al igual que en los sistemas de cría y cría-recría, el 81% de las emisiones en los establecimientos de ciclo completo provienen de los animales, principalmente del metano generado por la fermentación entérica y del óxido nitroso originado a partir de la orina (Cuadro 7 y Gráfico 3).

En estos sistemas, las emisiones asociadas a los forrajes implantados (pasturas y verdes) adquieren mayor relevancia. Asimismo, se incrementan las emisiones derivadas de la compra de alimentos producidos fuera del establecimiento, como subproductos de la industrialización de granos y núcleos proteicos/vitamínicos utilizados en la formulación de las raciones para el engorde a corral.

Cuadro 7. Fuentes de emisión (promedio, coeficiente variación (CV%), mínimo y máximo) en 11 establecimientos de ciclo completo

	Promedio	CV (%)	Mínimo	Máximo
Servicios agrícolas (kgCO ₂ e/kg PV)	0,22	33,74	0,13	0,36
Animales (kgCO ₂ e/kg PV)	14,28	15,91	12,07	19,69
Cultivos/pastos (kgCO ₂ e/kg PV)	2,20	14,30	1,81	2,70
Compras (kgCO ₂ e/kg PV)	0,92	71,79	0,34	2,24
Huella Carbono (kgCO ₂ e/kg PV)	17,63	14,31	15,07	23,22

Gráfico 3. Fuentes de emisión en 11 establecimientos de ciclo completo de Olavarría y zona



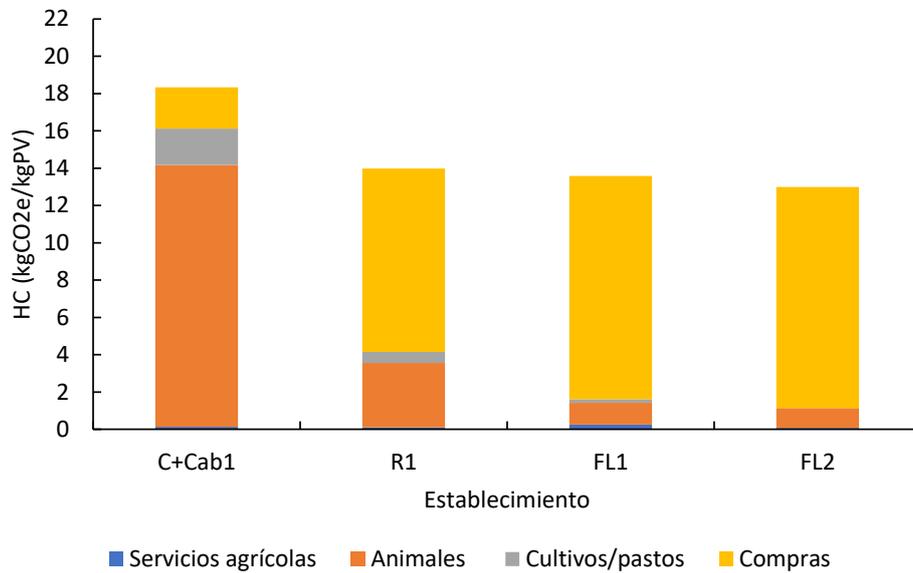
4. Otros Sistemas productivos

Se recopiló información de 2 establecimientos de cría-recría (CR), 1 de cría+cabaña (C+Cab), 1 de recría (R) y 2 feedlot (FL) ubicados en Olavarría y sus alrededores, donde se estimaron indicadores productivos y la huella de carbono. Sin embargo, la cantidad limitada de establecimientos en cada sistema impide un análisis más amplio y detallado.

En todos los casos, los rodeos están conformados por razas británicas y sus cruza. La principal fuente de emisión en los sistemas CR y C+Cab fueron las emisiones animales, junto con las derivadas de la compra de alimentos para la preparación de los toros en C+Cab. En los sistemas R y FL, la mayor fuente de emisiones fue el ingreso de animales (compras), como se muestra en el Gráfico 4.

En los sistemas de R y FL, las emisiones generadas durante el proceso productivo son bajas debido a que se trabaja con animales jóvenes que consumen dietas de alta calidad y tienen una elevada eficiencia en la conversión de alimento en carne.

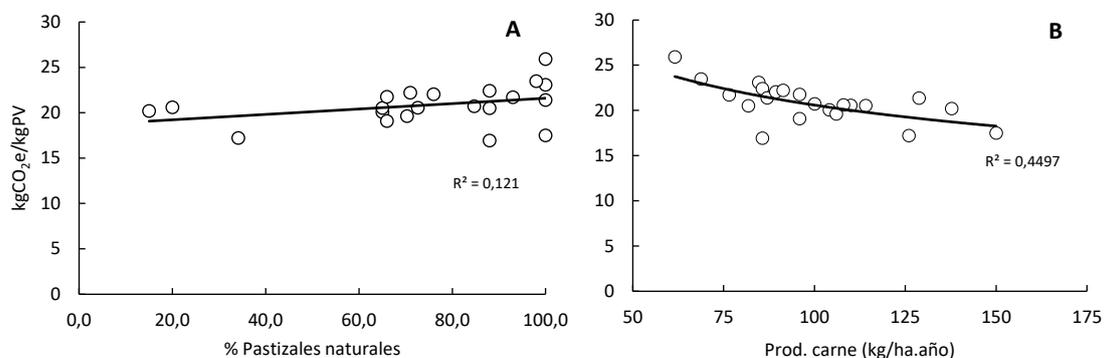
Gráfico 4. Fuentes de emisión 1 establecimiento de cría+cabaña (C+Cab), 1 de recría (R), y 2 feed lot (FL) de Olavarría y zona

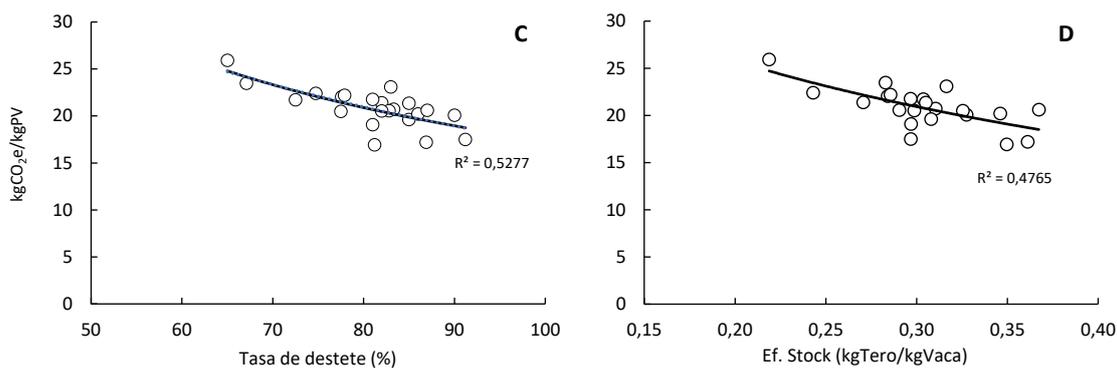


DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La disponibilidad de datos productivos detallados y de alta calidad, que reflejen las características de los campos en estudio, es esencial para estimar la huella de carbono (HC). Estos datos permiten identificar prácticas y estrategias de manejo que optimicen los resultados productivos y, al mismo tiempo, reduzcan el impacto ambiental. Por ejemplo, en los campos de cría, se observa que las variaciones en la proporción de los recursos forrajeros en la dieta del rodeo no generan un impacto significativo en las emisiones (Gráfico 5A). En cambio, **el incremento en la producción de carne, logrado mediante mejoras en la tasa de destete y en la eficiencia del stock, reduce considerablemente la huella de carbono** (Gráficos 5B, 5C y 5D).

Gráfico 5. Relación entre Proporción de pastizales naturales (A); Producción de carne (B); tasa de destete (C) y Eficiencia Stock (D) y la Huella de Carbono en 22 establecimientos de cría vacuna.

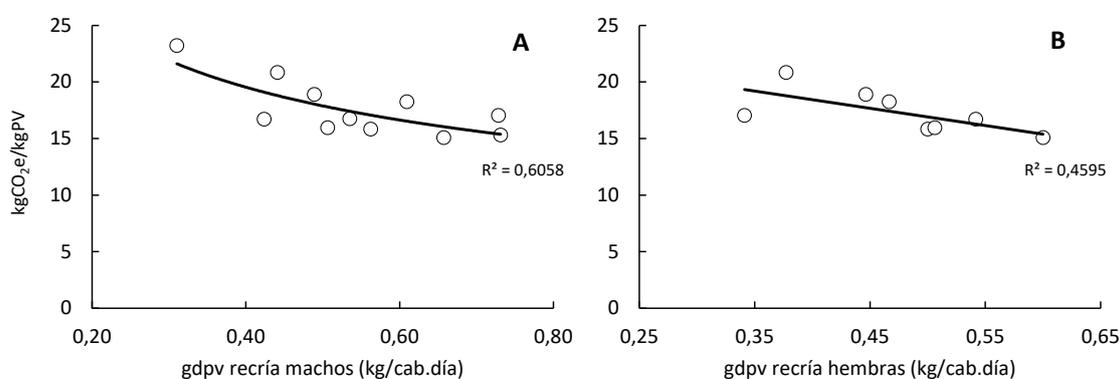




El análisis de los sistemas de ciclo completo sugiere que la **ganancia de peso diaria durante la etapa de recría** es el indicador productivo más relevante en términos de HC, especialmente en novillitos (10 campos) y en menor medida, en vaquillonas (8 campos). Específicamente, a mayor ganancia diaria de peso en esta etapa, se observa una **disminución en la HC por kilo de carne producido**, como muestran los Gráficos 6A y 6B.

Por otro lado, las variaciones en la ganancia diaria de peso durante la etapa de terminación, así como la duración de este período, no generaron un impacto significativo en las emisiones. Tampoco se observaron efectos relevantes en indicadores de la etapa de cría, como la tasa de destete, ni en parámetros como el peso de entrada, el peso a faena de machos y hembras, o la producción total de carne. Esto sugiere que la optimización de la recría tiene el mayor potencial para reducir la HC en estos sistemas.

Gráfico 6. Relación entre Ganancia diaria de peso de novillitos (A) y vaquillonas (B) en establecimientos de ciclo completo



Un breve resumen de avances en la conformación de la Mesa

Hasta el momento, la constitución formal de la mesa ha enfrentado dificultades debido a la falta de representantes institucionales dispuestos a participar activamente. Sin embargo, contamos con el respaldo de referentes nacionales e internacionales en áreas clave como producción ganadera, cambio climático y mercados ambientales, tales como Víctor Tonelli, Claudia Faverín y Alejandra Cámara, quienes han apoyado la propuesta desde sus inicios. Agradecemos a los productores y asesores ganaderos que han estado comprometidos con este proceso y esperamos una reflexión sobre este contexto, así como la identificación de posibles formas de implementación que faciliten la consolidación de la mesa y el fortalecimiento de las acciones en estos temas.