



Foto: Área Productores, Conaprole

ESTRATEGIAS PARA LA REDUCCIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO: metodología de abordaje para sistemas de producción lechera

Ing. Agr. PhD Jean Hercher-Pasteur¹
Ing. Agr. PhD Alejandro La Manna²
Ing. Agr. PhD Verónica Ciganda¹
Ing. Agr. PhD Yoana Dini³
Ing. Agr. MSc. Gabriel Olegginí⁴

¹Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente - INIA
²Sistema Lechero - INIA
³Área Calidad, Innovación y Sustentabilidad - CONAPROLE
⁴Gerente de Área Productores - CONAPROLE

INIA y Conaprole trabajan juntos en el análisis de la huella de carbono de los sistemas de producción lecheros y en la elaboración de una metodología para desarrollar estrategias para su reducción.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un desafío global. Según el IPCC, reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 45 % para 2030 es crucial para limitar el calentamiento global a 1,5 °C. En Uruguay, el sector ganadero y lechero, responsables

del 53 % de las emisiones del país (INGEI 1990-2020), precisan tomar acciones concretas para reducir su huella de carbono y contribuir a la neutralidad para 2055. A su vez, las reglamentaciones ambientales y los mercados están en rápida evolución llamando al sector a adaptarse proactivamente a las nuevas tendencias. Recientemente, Conaprole, a través

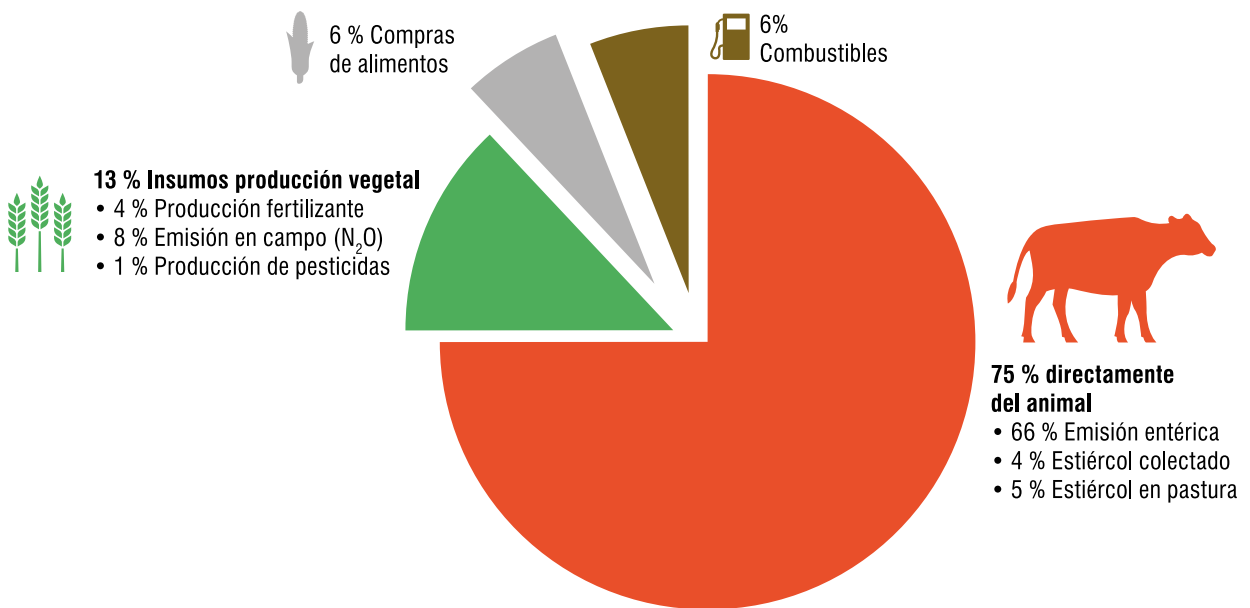


Figura 1 - Distribución de las fuentes de emisiones de GEI para una muestra representativa de tambos remitentes de Conaprole.

del Área Productores, realizó una actualización del cálculo de la Huella de Carbono para una muestra representativa de tambos, lo que ha sido foco de estudio de la cooperativa desde el 2012. A partir de este trabajo se inició la segunda etapa para identificar buenas prácticas para reducir estas emisiones. Desde INIA, la reducción de las emisiones netas de GEI de los sistemas de producción agropecuaria es uno de los desafíos ambientales priorizados. En este sentido, el Área de Recursos Naturales, Producción y Ambiente y el Sistema Lechero trabajan en conjunto en estas temáticas, a través del proyecto internacional INTEGRITY (<https://integrity-agrisystems.com/>). Este proyecto aborda la sustentabilidad de sistemas productivos integrados (vegetal-animal), con énfasis en la circularidad de flujos de nutrientes, carbono, biomasa y energía.

En este marco, se ha establecido una colaboración entre INIA y Conaprole para analizar en detalle la huella de carbono de los sistemas de producción lecheros y la elaboración de una metodología para desarrollar estrategias de reducción de la misma, pudiendo traducirse en el futuro próximo en una guía para la mitigación de las emisiones de GEI.

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN EL SECTOR LECHERO

¿Qué gases son emitidos en el tambo?

Los GEI más relevantes asociados con las actividades de los tambos son el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O). Las emisiones de estos gases se expresan en dióxido de carbono equivalente (CO₂eq.) para facilitar la comparación y evaluación del impacto climático de

los distintos GEI ya que, considerando un período de tiempo de 100 años, el CH₄ y el N₂O son 35 y 273 veces más potentes que el CO₂, respectivamente.

Las emisiones de los gases mencionados pueden estar asociadas al funcionamiento del tambo (emisiones directas), como por ej., las emisiones de la fermentación entérica del rodeo, de la gestión del estiércol y residuos, y de la maquinaria utilizada, o asociadas a la producción de insumos o servicios movilizadas (emisiones indirectas), como por ej., fertilizantes, combustibles o alimentos.

Según la Figura 1, en los sistemas de leche pastoriles analizados, las principales emisiones provienen de la fermentación entérica (66 %), lo que concuerda con la bibliografía (Mazzetto *et al.*, 2022, Opya, 2022). No obstante, las emisiones relacionadas a la producción de cultivos y forrajes y al uso de suelo pueden ser relevantes (13 %), al igual que la compra de alimentos (6 %) y el uso de combustibles (6 %).

Relación entre productividad y emisiones de GEI

La productividad de un sistema lechero (kg leche/ha) está compuesta por dos variables principales: la producción individual (kg leche/animal) y la carga animal (animales/ha). En este sentido, los valores de emisiones GEI de un sistema lechero pueden ser distintos según la variable de referencia que se utilice para expresar la emisión:

- Si es por unidad de producto (CO₂eq./kg leche), la variable con mayor efecto es la producción individual: cuanto mayor es la producción individual, menores serán las emisiones por unidad de producto.

En los sistemas de leche pastoriles analizados, las principales emisiones provienen de la fermentación entérica del rumen (66 %).

- Si es por unidad de superficie ($\text{CO}_2\text{eq./ha}$), la variable con mayor efecto es la carga animal: cuanto mayor es la carga, mayores serán las emisiones por unidad de superficie.

En general, cuanto menos productivo es el sistema, mayores son las emisiones por unidad de producto ($\text{kg CO}_2\text{eq./kg}$ de leche). Sin embargo, cuando para las mismas condiciones las emisiones se expresan por unidad de superficie ($\text{kg CO}_2\text{eq./ha}$), los valores disminuyen.

Según lo expresado anteriormente, en término de emisiones, es posible aseverar que es más beneficioso mejorar la productividad a través de un aumento de la producción individual que aumentando la carga animal. Sin embargo, aumentar la productividad individual solamente aumentando el consumo de materia seca, puede generar más emisiones totales, ya que el efecto de "dilución" sobre las emisiones por litro de leche, no se sostiene indefinidamente. En este sentido, incluso, pueden generarse impactos a nivel local, tanto a nivel de comunidades como del ambiente (p. ej. ecotoxicidad por incremento de los efluentes generados) siempre que el incremento de la productividad no se realice de forma controlada y ordenada (Darré *et al.*, 2021).



Foto: Alejandro La Manna

Figura 2 - Disponer de sombra reduce el estrés térmico del rodeo y tiene un efecto directo en la mejora productiva. Adicionalmente, disponer de sombra natural permitirá cumplir estas funciones y permite a su vez capturar carbono.

¿CÓMO ELABORAR LA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI A NIVEL DEL TAMBO?

La metodología propuesta está organizada en cuatro etapas modulares, con el objetivo de facilitar al productor a implementar las prácticas que pueden reducir las emisiones de GEI según el sistema de producción establecido y los objetivos planteados. La metodología es aplicable a diferentes sistemas de producción, recursos naturales, técnicos y económicos. Algunas prácticas son sencillas de implementar y otras, en cambio, podrían implicar cambios estructurales en el mediano a largo plazo para ser viables.

En la primera etapa, las buenas prácticas apuntan a maximizar la eficiencia de los procesos productivos (manejo de la alimentación, reproducción y/o precocidad de las hembras, sanidad y confort animal, Figura 2). Un aspecto clave a abordar es la calidad de la dieta, siendo primordial la alta digestibilidad de la fibra y el nivel de proteína. Estas acciones enlistadas anteriormente pueden reducir las emisiones sin afectar la producción de leche.

La segunda etapa, plantea estrategias para reducir las pérdidas y las emisiones directas de los procesos de producción, centrándose en las emisiones entéricas, la gestión de efluentes y las emisiones relacionadas al suelo y la producción vegetal. En este sentido, la utilización de algunas tecnologías, por ej., de modificación de los procesos del rumen a través de aditivos alimentarios, los que tendrían un potencial de baja de las emisiones entéricas entre 5 % y 25 %. Asimismo, la reducción en el uso de fertilizante de síntesis, favorece la disminución de las emisiones y los costos operativos. A su vez, podría requerir la introducción de una mayor proporción de leguminosas en la rotación y de una adecuada valorización de los efluentes animales.

La tercera etapa busca reducir las emisiones y pérdidas a través de estrategias de optimización y de integración de los procesos productivos. A nivel espacial, esto sería maximizar las áreas productivas y minimizar las áreas de circulación y de infraestructura.

La metodología propuesta está organizada en cuatro etapas, con el objetivo de facilitar al productor a implementar las prácticas que pueden reducir las emisiones de GEI según el sistema de producción establecido y los objetivos planteados.



Figura 3 - Resumen de las cuatro estrategias de abordajes de mitigación de HdC.

Optimizar, por ej., la circulación de maquinaria e implementos en la distribución de los alimentos puede tener un impacto significativo en la baja del consumo de combustibles. Por otro lado, maximizar la colecta de efluentes y valorizar los flujos internos puede reducir las pérdidas en nutrientes al ecosistema y reducir las emisiones relacionadas a la fabricación de fertilizante.

Por último, la cuarta etapa consiste en desarrollar estrategias de secuestro de carbono para alcanzar la neutralidad y promover los servicios ecosistémicos, como por ejemplo la plantación de árboles con rol de servicios para el tambo (sombra, abrigo), valorizando, entre otros, las áreas de desperdicios. El suelo, además, puede también considerarse como una importante fosa para el secuestro de carbono, dependiendo de su nivel actual de carbono orgánico y de algunas propiedades físicas y químicas determinantes de su potencial de secuestro.

CONSIDERACIONES FINALES

En síntesis, se han descrito una serie de buenas prácticas de manejo a nivel del tambo que permiten

Las prácticas a implementar dependerán del tipo de sistema de producción, sus objetivos y las posibilidades técnicas y económicas de cada empresa.

reducir y capturar las emisiones, manteniendo o inclusive mejorando el nivel de eficiencia y productividad de los sistemas, haciéndolos más resilientes y sustentables.

Las prácticas para implementar dependerán del tipo de sistema de producción, sus objetivos y las posibilidades técnicas y económicas de cada empresa.

RECONOCIMIENTO

Este estudio se enmarca en los trabajos del proyecto Integrity, que cuenta con el apoyo financiero de la convocatoria en conjunto de ERA-Nets SusCrop (Grant N° 771134), FACCE ERA-GAS (Grant N°696356), ICT-AGRI-FOOD (Grant N° 862665), SusAn (Grant N° 696231), y del MPI de Nueva Zelanda (AGRESEARCH LIMITED, NZAGRC).

BIBLIOGRAFÍA

Ministerio del Ambiente de la República Oriental del Uruguay, 2023. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero 1990-2020.

Huella de carbono parcial de la lechería uruguaya, Anuario de OPYPA, 2022. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2022/estudios/huella-carbono-parcial-lecheria-uruguaya>.

Darré, E., Llanos, E., Astigarraga, L., Cadenazzi, M., Picasso, V., 2021. Do pasture-based mixed dairy systems with higher milk production have lower environmental impacts? A Uruguayan case study. *New Zeal. J. Agric.*

Mazzetto, A.M., Falconer, S., Ledgard, S., 2022. Mapping the carbon footprint of milk production from cattle: A systematic review. *J. Dairy Sci.*