

IDENTIFICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO APLICABLES A SISTEMAS GANADEROS DEL NOROESTE DE CÓRDOBA

Roldán, M. G.¹; García, F.¹; Patt, J.²; Ruolo, M. S.^{1,3}; Martínez Ferrer, J.⁴; Salvador, M. L.⁵

¹Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Producción Animal. Córdoba, Argentina.

²Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Córdoba, Argentina

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales. Unidad de Estudios Agropecuarios (INTA-CONICET)

⁴Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Estación Experimental Agropecuaria Manfredi. Córdoba, Argentina.

⁵Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Desarrollo Rural. Córdoba, Argentina.

guaroldan@agro.unc.edu.ar

RESUMEN

A nivel nacional, la ganadería contribuye con el 27,9% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI), constituyéndose en el subsector con mayor participación individual en el inventario de gases de Argentina. Si bien existen variadas alternativas reportadas en la bibliografía para su reducción, no todas las estrategias son accesibles a nivel técnico o económico para los productores, ni adecuada a cualquier ambiente o realidad productiva. Este trabajo pretende realizar una primera aproximación a la identificación de estrategias de mitigación de GEI que se adapten a los sistemas ganaderos del arco noroeste de la provincia de Córdoba. Para eso se inició caracterizando los sistemas productivos, se recopilaron estrategias de mitigación propuestas en la bibliografía y en taller de discusión se seleccionaron aquellas aplicables a la realidad productiva local. Dadas las bajas eficiencias productivas de la mayoría de estos sistemas, existe un amplio margen de acción en busca de optimizar la productividad de los sistemas y disminuir así la intensidad de emisión, es decir emisión de GEI por unidad de producto. Como primer resultado se sugieren una serie de intervenciones relacionadas a tecnologías de procesos que permitirían disminuir la brecha productiva de los sistemas, y que, sin las mismas, es impensable cualquier otra estrategia más sofisticada. La identificación de estrategias de mitigación de GEI adaptadas aplicables a regiones que concentran la producción ganadera extensiva en la provincia de Córdoba, permitirá brindar información y recomendaciones para orientar políticas públicas, planes y/o programas de extensión y capacitación acordes para el desarrollo de la ganadería sustentable y alineada con los acuerdos suscriptos por el país en materia de mitigación de emisión de GEI.

Palabras clave: Gases de efecto invernadero, Mitigación, Cambio climático, Ganadería, Estrategias.

INTRODUCCIÓN

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), ha manifestado que el calentamiento del planeta Tierra es inequívoco, que la influencia humana en el sistema climático es clara, y que las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son las más altas de la historia (IPCC, 2014). El impacto sobre nuestro planeta ha alcanzado tal magnitud que un informe reciente, firmado por más de 11 mil investigadores de todo el mundo, nos alerta sobre una emergencia climática (Ripple *et al.* 2019).

Debido a la contribución de GEI asociadas a los rumiantes, varios informes recientes sobre dietas y sistemas alimentarios han generado un gran debate

sobre el papel de los alimentos de origen animal en la dieta humana (CEDEF, 2019). Sin embargo, no debe obviarse que la producción ganadera representa una importante función en varias dimensiones relacionadas a la seguridad alimentaria y al desarrollo territorial (FAO, 2012); y que los rumiantes tienen la capacidad única de convertir alimentos fibrosos que no pueden ser aprovechados directamente por el hombre, en productos alimenticios de gran valor nutricional (Opio *et al.* 2013).

Sin embargo, debe considerarse qué impacto genera la producción sobre el ambiente para que resulte sostenible a la vez de aceptado por los consumidores. En este contexto urge identificar estrategias y/o formas de producción que respondan a estos desafíos. Así,

pensando en el balance global neto de carbono de un sistema (diferencia entre lo que el sistema emite y lo que se captura), los esfuerzos deberían enfocarse tanto en reducir las emisiones como en potenciar la captura. En términos de emisiones, el óxido nitroso, el metano y el dióxido de carbono son los principales GEI que emite el sector ganadero; donde los dos primeros implican además una pérdida de nitrógeno y energía (Gerber *et al.* 2013). En este sentido, las estrategias utilizadas para reducir la emisión de estos gases pueden resultar beneficiosas tanto desde el punto de vista ambiental, como nutricional (mediante la mejora en la eficiencia de uso del alimento) y con ello, la productividad (Ungerfeld, 2018).

A nivel nacional, la ganadería contribuye con el 27,9% de las emisiones totales de GEI, de los cuales, más de la mitad se debe a la fermentación entérica (SGAyDS, 2019). Si bien existen variadas alternativas para reducir la emisión de GEI de la ganadería reportadas en la bibliografía (Beauchemin *et al.* 2008; Eckard *et al.* 2010; Hristov *et al.* 2013; Montes *et al.* 2013; Ribeiro Pereira *et al.* 2015, etc.), no todas son accesibles a nivel técnico o económico a todos los productores, ni son necesariamente adecuadas en cualquier ambiente. El objetivo es identificar estrategias de mitigación de GEI

que se adapten a los sistemas ganaderos del arco noroeste de la provincia de Córdoba.

Este trabajo está enmarcado en los siguientes proyectos de investigación de SeCyT “Evaluación multicriterial de la sustentabilidad y balance de gases de efecto invernadero en sistemas productivos ganaderos modales del noroeste de la provincia de Córdoba” (Proyecto Consolidar N° 33620180100139CB, financiado por SeCyT – UNC) y “Estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero en sistemas ganaderos del noroeste de Córdoba” (Proyecto Formar N° 33820190100023CB, financiado por SeCyT-UNC). Ambos proyectos buscan generar información sobre la contribución de la ganadería local a la emisión de GEI, a la vez del desarrollo de estrategias que permitan mejorar el desempeño de sistemas ganadero en materia ambiental. La identificación de estrategias de mitigación constituye una de las etapas iniciales para la estimación del potencial de mejora en relación a la emisión de GEI de los sistemas ganaderos locales (**Figura 1**). Como producto final se espera obtener información que contribuya a orientar políticas públicas, planes y/o programas de extensión y capacitación, etc., destinados al desarrollo de la ganadería en sistemas sustentables y alineados con los acuerdos suscriptos por el país.



Figura 1. Esquema general con las etapas de investigación en el que se enmarca este trabajo (recuadro naranja)

Principales limitantes de los sistemas productivos ganaderos del arco noroeste de Córdoba

Los sistemas de producción ganaderos de la región son diversos y existe una gran brecha productiva entre sistemas de punta y de menor productividad. Entendiendo que la optimización u ordenamiento del sistema es condición necesaria para la implementación de estrategias de mitigación más sofisticadas, el primer

paso fue identificar las principales limitantes productivas que afrontan aquellos sistemas ganaderos de baja productividad. El análisis se basó en la información proveniente de encuestas socio-productivas realizadas por investigadores-extensionistas de la Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA) que trabajan en la región. Para complementar esta información se utilizó la modelización de los sistemas productivos propuesta por

el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) (**Tabla 1**), la cual se basa en las principales limitantes de los sistemas según región y escala de los sistemas (en número de vientres).

Las principales limitantes identificadas fueron: falta de registros, ausencia de diagnósticos reproductivos,

servicios continuos, ausencia de manejo diferencial de categoría, predominancia de recursos naturales para la alimentación animal, ausencia de implementación de sistemas de pastoreo en pasturas implantadas y recría ocasional, entre otras.

Tabla 1. Principales limitantes a la productividad en la cría bovina de la región noroeste de la provincia de Córdoba según su escala (en número de vientres).

Escala	Limitantes
1 a 100	Inadecuado manejo forrajero
101 a 500	Inadecuado manejo forrajero e inadecuada implementación de plan sanitario
501 a 1000	Dificultad para adecuarse a la ley bosques
Mayor a 1000	Dificultad para adecuarse a la ley bosques

Fuente: Ministerio de agricultura, ganadería y pesca (MAGyP) https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_sectorial/

Tabla 2. Estrategias de mitigación recopiladas de la bibliografía y agrupadas según tipo.

ESTRATEGIAS	Referencia
ALIMENTACIÓN Y NUTRICIÓN	
<i>Mejoras en la composición de la dieta y la calidad del forraje</i>	
Selección de especies forrajeras y sus proporciones	
Inclusión de grano en la dieta	Islam et al. (2019), Hristov et al. (2013)
El forraje de alta calidad	
Procesamiento del alimento	
Introducción de leguminosas	Andeweg y Reisinger (2013)
Suplementación	
Granos de destilería y subproductos de la industria del biodiesel	Oosting et al. (1994, 1995); Owen et al. (2012)
Uso de urea	Hristov et al. (2013)
Uso de calcio, P, Cu y Zn en alimentos de baja calidad	Andeweg y Reisinger (2013)
Uso de sustitutos	
La suplementación con ensilajes de maíz y/o de leguminosas	Andeweg y Reisinger (2013)
SANIDAD ANIMAL	
Incremento de la vida productiva y mantener una buena sanidad de los animales	Hristov et al. (2013)
Reducir la mortalidad y la morbilidad	Andeweg y Reisinger (2013)
MANEJO DE PASTURAS	
Prácticas de pastoreo y manejo de pasturas	Andeweg y Reisinger (2013) Hristov et al. (2013)
Implementación de sistemas silvopastoriles	Murgueitio et al. (2016)
GENÉTICA Y MEJORAMIENTO	
Seleccionar animales eficientes y robustos	Hegarty (2002); Buddle et al. (2010); Hegarty and McEwan (2010); Hegarty et al. (2010); Martin et al. (2010); Wall et al. (2010)
Selección de animales de baja producción de metano	Andeweg y Reisinger (2013)
MANEJO DE LA HACIENDA	
Ajuste de carga	Udo et al. (2011); Hristov et al. (2013)
Aumento de la fertilidad	Mourits et al.(2000); Zi (2003); Berman (2011)
Aumento de la productividad	
Reducción de la edad a la faena de los animales y del número de días que el ganado está alimentado en el corral de engorde	Hristov et al. (2013)
Finalización en engordes a corral	Clemens y Ahlgrimm (2001)
Recría y engorde sobre pasturas con suplementación	Cohen et al. (2004)
Grano como suplemento para el ganado en el pasto	

Revisión de estrategias de mitigación de gases de efecto invernadero disponibles en la bibliografía

Se realizó una búsqueda bibliográfica para recopilar las estrategias de mitigación de emisión de GEI propuestas hasta el momento). Se sistematizó la información recabada, las estrategias fueron agrupadas por tipo (Tabla 2). Filtradas según aquellas estrategias que serían aplicables a los sistemas ganaderos de la región de trabajo. Se confeccionó así una lista de estrategias seleccionadas y/o re-adaptadas las cuales fueron clasificadas según tipo de intervención (nutricional, manejo de pastura, sanidad, etc.).

Con la lista de estrategias de mitigación preseleccionadas como insumo, se realizó un taller interno con los participantes de los proyectos para discutir la factibilidad de aplicación de cada estrategia en condiciones productivas. Para el análisis se consideró: las condiciones climáticas de la región, las limitantes productivas descriptas previamente, el conocimiento que cada integrante del proyecto tiene sobre la realidad socio-productiva de los sistemas de la región considerando las características de los sistemas ganaderos, la experiencia en el lugar y la idiosincrasia de los productores. Se evaluó la escala de aplicación de la estrategia (animal o sistema).

Las bajas eficiencias productivas que presentan la mayoría de los sistemas ganaderos del Noroeste de la provincia de Córdoba, brindan un amplio margen de acción en busca de disminuir la intensidad de emisión, es decir, la emisión de GEI por unidad de producto. En este sentido, se considera que debido a las características socio-productivas y económicas, la incorporación de tecnologías de procesos, muchas de ellas sencillas (como el uso de registros), que permitirían ajustar y mejorar el manejo del sistema, impactaría positivamente en términos productivos y ambientales.

Producto de este primer taller de discusión en el que se tuvieron en el que se tuvieron en cuenta las consideraciones expresadas, se identificaron una serie de estrategias (Tabla 3) que apuntan a mejorar la eficiencia productiva como vía para disminuir la intensidad de emisión de GEI.

En términos de “cómo” lograr la implementación de estas estrategias -y las que puedan surgir en futuros espacios de intercambio y discusión-, se pensó como principal herramienta la capacitación a campo (*in situ*), y de modo de intercambiar de manera práctica la justificación y las acciones a llevarse a cabo en torno a las tecnologías propuestas.

Tabla 3. Estrategias seleccionadas en el taller de discusión interno y agrupadas según escala y tipo

Tipo	Escala	Animal	Sistema
Alimentación y nutrición animal			<ul style="list-style-type: none"> - Manejo adecuado del diferido Ajuste de carga en época de invierno - Adecuación del manejo de pastura (frecuencia e intensidad de pastoreo) con el objetivo de producir mayor cantidad de hojas. -Suplementación en aquellos sistemas que sea factible (principalmente silaje) -Análisis de stock de C en suelo
Estrategias Reproductivas			Estacionamiento de servicio
Manejo sanitario	Revisación pre servicio		Cumplimiento de plan sanitario básico
Manejo genético	Determinar criterios básicos de selección de reproductores		

CONCLUSIONES

En el abanico de posibilidades, las estrategias relevadas dan cuenta de la importancia de usar tanto tecnologías de procesos como de insumos. Considerando las limitantes productivas, se destaca la necesidad de acomodar cuestiones de manejo básicas. Por ello, las estrategias sugeridas para un inicio no requieren

intervenciones tecnológicas novedosas, sino tecnologías de procesos que permitirían una optimización de la productividad en la mayoría de los sistemas productivos, y que, sin las mismas, sería impensable cualquier otra estrategia más sofisticada

Por último, las políticas en materia de emisión de GEI a nivel nacional e internacional apuntan a lograr la carbono neutralidad, así como lo afirma las

Contribuciones Determinadas Nacionales de Argentina y otros países como horizonte al año 2050. Este trabajo, en el marco de los proyectos de SeCyT, persigue el objetivo de generar información para contribuir a la estrategia de descarbonización nacional, información que resulta a su vez valiosa para mejorar la competitividad de los sistemas productivos locales.

AGRADECIMIENTOS

A los docentes e investigadores, Ing Agr. Patricia Ricci, Francisco Carranza, Edith Farías y Leonardo Fortuzzi, por su participación y aportes en el taller de discusión.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andeweg, K., & Reisinger, A. 2014. Reducing greenhouse gas emissions from livestock: Best practice and emerging options. New Zealand Agricultural Greenhouse Gas Research Centre.
- Beauchemin K. A., Kreuzer M., O'Mara F., McAllister T. A. 2008. Nutritional Management for Enteric Methane Abatement: A Review. *Aust. J. Exp. Agric.* 48 (1–2), 21–27. <https://doi.org/10.1071/EA07199>.
- Berman, A. 2011. Invited review: Are adaptations present to support dairy cattle productivity in warm climates?. *Journal of dairy science*, 94(5), 2147-2158.
- Buddle, B. M., Denis, M., Attwood, G. T., Altermann, E., Janssen, P. H., Ronimus, R. S., ... & Wedlock, D. N. 2011. Strategies to reduce methane emissions from farmed ruminants grazing on pasture. *The Veterinary Journal*, 188(1), 11-17.
- CEDEF, 10 de octubre de 2019. Percepción de la carne cultivada en Argentina y la región. Recuperado el 16 de noviembre de 2019 de <https://cedef.org.ar/2019/10/10/percepcion-de-la-carne-cultivada-en-argentina-y-la-region/>
- Clemens, J., & Ahlgrimm, H. J. 2001. Greenhouse gases from animal husbandry: mitigation options. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 60(1)
- Cohen, R. D. H., Stevens, J. P., Moore, A. D., Donnelly, J. R., & Freer, M. 2004. Predicted methane emissions and metabolizable energy intakes of steers grazing a grass/alfalfa pasture and finished in a feedlot or at pasture using the GrassGro decision support tool. *Canadian journal of animal science*, 84(1), 125-132.
- Eckard R. J., Grainger C. and de Klein C. A. M. 2010. Options for the abatement of methane and nitrous oxide from ruminant production: A review. *Livest. Sci.* 130, 47–56. DOI: 10.1016/j.livsci.2010.02.010
- FAO. 2012. Ganadería Mundial 2011 - La Ganadería En La Seguridad Alimentaria; FAO: Rome.
- Gerber P. J., Hristov A. N., Henderson B.; Makkar H., Oh J., Lee C., Meinen R., Montes F., Ott T., Firkins J., et al. 2013. Technical Options for the Mitigation of Direct Methane and Nitrous Oxide Emissions from Livestock: A Review. *Animal* 7 (2), 220–234. <https://doi.org/10.1017/S1751731113000876>.
- Hegarty R. S., Alcock D., Robinson D. L., Goopy J. P., Vercoe P. E. (2010) Nutritional and flock management options to reduce methane output and methane per unit product from sheep enterprises. *Animal Production Science* 50, 1026-1033.
- Hegarty, R. S., & McEwan, J. C. 2010. Genetic opportunities to reduce enteric methane emissions from ruminant livestock. In *Proceedings of the 9th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*, Leipzig, Germany (pp. 1-6).
- Hegarty, R.S., 2002. Strategies for mitigating methane emissions from livestock-Australian options and opportunities. In *Proceedings of the 1st International Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture* (pp. 31-34). London: Elsevier Health Sciences.287-300.
- Hristov A. N., Oh J., Firkins J. L., Dijkstra J., Kebreab E., Waghorn G., Makkar H. P. S., Adesogan A. T., Yang W., Lee C.; et al. 2013. SPECIAL TOPICS-Mitigation of Methane and Nitrous Oxide Emissions from Animal Operations: I. A Review of Enteric Methane Mitigation Options. *J. Anim. Sci.* 91 (11), 5045–5069. <https://doi.org/10.2527/jas2013-6583>
- Islam, M., & Lee, S. S. 2019. Advanced estimation and mitigation strategies: a cumulative approach to enteric methane abatement from ruminants. *Journal of animal science and technology*, 61(3), 122.
- Martin, C., Morgavi, D. P., & Doreau, M. 2010. Methane mitigation in ruminants: from microbe to the farm scale. *Animal*, 4(3), 351-365.
- Ministerio de agricultura, ganadería y pesca (MAGyP). 2020. Informe de Actualización anual de cría bovina. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_sectorial/
- Montes F., Meinen R., Dell C., Rotz A., Hristov A. N., Oh J., Waghorn G., Gerber P. J., Henderson B., Makkar H. P. S. and Dijkstra J. 2013. SPECIAL TOPICS-Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from animal operations: II. A review of manure management mitigation options. *J. Anim. Sci.* 91, 5070–5094. DOI: 10.2527/jas.2013-6584
- Mourits, M.C.M., Galligan, D.T., Dijkhuizen, A.A. y Huirne, R.B.M. 2000. Optimization of dairy heifer management decisions based on production conditions of Pennsylvania. *J. Dairy Sci.* 83: 1989–1997.
- Murgueitio Restrepo, E; Barahona Rosales, R.; Flores Estrada, M. X.; Chará Orozco, J. D. y Rivera Herrera, J.E. 2016. Es Posible Enfrentar el Cambio Climático y

- Producir más Leche y Carne con Sistemas. Ceiba. Volumen 54(1):23-30. DOI: 10.5377/ceiba.v54i1.2774
- Oosting, S. J., Van Bruchem, J., & Chen, X. B. (1995). Intake, digestion and small intestinal protein availability in sheep in relation to ammoniation of wheat straw with or without protein supplementation. *British journal of nutrition*, 74(3), 347-368.
- Oosting, S. J., Vlemmix, P. J. M., & Van Bruchem, J. (1994). Effect of ammonia treatment of wheat straw with or without supplementation of potato protein on intake, digestion and kinetics of comminution, rumen degradation and passage in steers. *British Journal of Nutrition*, 72(1), 147-165.
- Opio C., Gerber P., Mottet A., Falculli A., Tempio G., MacLeod M., Vellinga T., Henderson B., Steinfeld H.. 2013. Greenhouse Gas Emissions from Ruminant Supply Chains- A Global Life Cycle Assessment, FAO; Rome
- Owen, E., Smith, T., & Makkar, H. (2012). Successes and failures with animal nutrition practices and technologies in developing countries: A synthesis of an FAO e-conference. *Animal Feed Science and Technology*, 174(3-4), 211-226.
- Ripple W. J., Wolf C. and Newsome T. M. 2019. World Scientists' Warning of a Climate Emergency. *Biosci. Mag.* 2000, 1–20. DOI: 10.1093/biosci/biz088
- Ribeiro Pereira L. G., Machado F. S., Campos M. M., Júnior G., Tomich R., Reis L. G. and Coombs C. 2015. Enteric methane mitigation strategies in ruminants: A review. *Rev. Colomb. Ciencias Pecu.* 28, 124–143. DOI: 10.17533/udea.rccp.v28n2a02
- SGAyDS. 2019. Tercer Informe Bienal de Actualización de Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático (CMNUCC). Argentina. <https://unfccc.int/documents/201965>
- Udo, H. M. J., Aklilu, H. A., Phong, L. T., Bosma, R. H., Budisatria, I. G. S., Patil, B. R., & Bebe, B. O. 2011. Impact of intensification of different types of livestock production in smallholder crop-livestock systems. *Livestock science*, 139(1-2), 22-29.
- Ungerfeld E. M. 2018. Inhibition of rumen methanogenesis and ruminant productivity: A meta-analysis. *Front. Vet. Sci.* 5, 1– 13. DOI: 10.3389/fvets.2018.00113
- Wall, E., Simm, G., & Moran, D. 2010. Developing breeding schemes to assist mitigation of greenhouse gas emissions. *Animal*, 4(3), 366-376.
- Zi, X. D. 2003. Reproduction in female yaks (*Bos grunniens*) and opportunities for improvement. *Theriogenology*, 59(5-6), 1303-1312.