



Foto: Juan Clariget

Novillos con equipo de medición de metano durante el experimento.

# EMISIONES DE METANO DE NOVILLOS EN FASE DE TERMINACIÓN ALIMENTADOS CON DIETAS CONTRASTANTES EN LOS NIVELES DE FIBRA

MV. Daniel Santander<sup>1,2</sup>, Ing. Agr. MSc. Juan Clariget<sup>2</sup>, DMV PhD Georget Bancho<sup>2</sup>, Lic. MSc. Claudia Simón<sup>1</sup>, Bach. Julieta Mariotta<sup>1</sup>, Ing. Agr. PhD Verónica Ciganda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Investigación en Producción y Sustentabilidad Ambiental

<sup>2</sup>Programa de Investigación en Producción de Carne y Lana

Contemplando los aspectos productivos y la sostenibilidad ambiental de nuestros sistemas, INIA alcanza resultados promisorios en el estudio combinado de la productividad animal y el efecto mitigador de las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico de una dieta forrajera de mayor calidad respecto a una de menor calidad en bovinos en fase de terminación.

## INTRODUCCIÓN

El cambio climático, y el consecuente calentamiento global, es un fenómeno provocado por el incremento de la concentración natural de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, los que provienen fundamentalmente de la actividad humana.

En nuestro país, el sector agropecuario es responsable de una importante proporción de las emisiones GEI nacionales, siendo el gas metano (CH<sub>4</sub>) el principal gas emitido.

Esto representa importantes desafíos dados los compromisos internacionales de mitigación asumidos por el país y la importancia del sector cárnico en la economía nacional.

El CH<sub>4</sub> corresponde al producto final del proceso de fermentación entérica de los rumiantes. Su producción ocurre principalmente en el rumen (~90 %), y en menor medida (~10 %) en el intestino grueso (Vlaming, 2008), a través de las fermentaciones de carbohidratos realizadas por un grupo de microorganismos. La mayor o menor producción de este gas se debe a factores tales

como: raza, crecimiento, nivel de producción, genética del animal, temperatura ambiental, siendo el factor más importante la cantidad y calidad del alimento ingerido por el animal (Clark *et al.*, 2011).

En Uruguay, los sistemas de producción de terminación bovina se dan mayoritariamente bajo dietas forrajeras (>80 %, Bervejillo, 2021), con una gran variación en la calidad, en especial a lo referido a su contenido de fibra. Sin embargo, a nivel nacional se carece de valores de emisión de CH<sub>4</sub> para esta fase del ciclo productivo que contemplen las diferencias en el valor nutritivo de la alimentación forrajera suministrada. Por este motivo, se planteó estudiar la productividad animal y el efecto mitigador de las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico en bovinos en fase de terminación, a través del manejo del contenido de fibra de la dieta forrajera suministrada.

## METODOLOGÍA

El experimento fue realizado en la Unidad del Lago de INIA La Estanzuela, Colonia durante 97 días entre los meses de abril y julio del año 2021. Este consistió en cuantificar las emisiones de CH<sub>4</sub> en 36 novillos Aberdeen Angus, con un peso promedio inicial de 437 ±7 kg, bajo un sistema de encierro y alimentados con dos dietas forrajeras.

La alimentación se desarrolló en comederos automatizados de la empresa @Intergado. Estos asocian la caravana del animal con una de sus puertas permitiendo controlar el acceso. El registro de acceso permitió evaluar el consumo diario de cada animal de forma periódica (Figura 1).

Las dietas fueron ofrecidas tres veces por día de modo *ad libitum* y consistieron en dos dietas en base a forrajes cosechados. Una de las dietas, considerada de alta calidad, presentaba un bajo contenido en fibra (BF) y consistió en 100 % de henolaje de alfalfa + *Dactylis glomerata* (AA+D); la segunda dieta, considerada de baja calidad, presentaba mayor contenido en fibra (AF) y consistió en un 70 % de henolaje de AA+D y un 30 % de heno de rastrojo de cebada.

**Cuadro 1-** Caracterización de las dietas baja en fibra (BF) y alta en fibra (AF), administradas a novillos Aberdeen Angus en fase de terminación.

	Dieta	
	Baja Fibra (BF)	Alta Fibra (AF)
Materia Seca, MS (% base fresca)	57,9	63,1
Ceniza, Cen (% MS)	12,3	12,0
Fibra Detergente Neutro, FDN (% MS)	49,1	54,3
Fibra Detergente Ácido, FDA (% MS)	33,2	39,2
Lignina, Lig (% MS)	7,4	8,2
Proteína Cruda, PC (% MS)	14,8	12,1
Energía Bruta, EB (Mcal/kg MS)	4,27	4,19



Foto: Juan Clariget

**Figura 1** - Sistema de alimentación por comederos automatizados.

Para estimar las emisiones de metano se utilizó la técnica de gas trazador hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) (Johnson *et al.*, 1994 adaptada por Gere y Gratton, 2010). Esta técnica consiste en suministrar, utilizando un lanza-bolo, una cápsula con gas SF<sub>6</sub> de liberación conocida a cada animal. Luego de un período de acostumbramiento los animales son equipados con una mochila y un arnés en donde se colocan dos tubos de acero inoxidable de 0,5 L al vacío, para la recolección del gas exhalado y eructado, y dos mangueras conectadas a los tubos, con un regulador de entrada de aire en su extremo posicionado cerca de las narinas del animal (Figura 2). Las mediciones fueron realizadas durante cinco días seguidos y las muestras del gas colectado se analizaron por cromatografía de gases.



**Figura 2** - Equipo de medición: A) Tubos de acero inoxidable y mochila de sostén; B) Manguera de flujo controlado y arnés de sujeción; C) Novillo con equipo completo de medición de metano (CH<sub>4</sub>).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestra el valor nutritivo de las dos dietas suministradas. Se puede observar cómo los valores de FDN, FDA y lignina son superiores para la dieta de baja calidad (AF). Si bien son valores esperados en dietas basadas en forraje, las diferencias de calidad entre estas tienen consecuencias productivas y ambientales.

En el Cuadro 2 se muestran los resultados de las distintas variables productivas analizadas. El primer aspecto para destacar es que los animales con dietas BF lograron más del doble de ganancias de peso que los animales AF. Estas diferencias se vieron reflejadas en el mayor peso vivo al final del período experimental. Esto tendrá implicancias en términos de kg de peso de la canal caliente, como también, en términos de un retraso en el tiempo de terminación de ese animal.

Los distintos consumos presentados por cada grupo están estrechamente relacionados con el contenido de FDN de la dieta suministrada (Mertens, 2010). A mayores contenidos de FDN, mayor tiempo de retención del alimento en rumen y por tanto un menor consumo de alimento.

Suministrar una dieta forrajera de alta calidad con bajos contenidos de fibra durante la fase de terminación no solo mostró importantes implicancias positivas en el aspecto productivo, sino también en la sostenibilidad ambiental del sistema.

**Cuadro 2-** Variables productivas, emisiones absolutas e intensidad de emisión de CH<sub>4</sub>, en novillos Aberdeen Angus alimentados con dietas contrastantes en sus niveles de fibra.

	Dieta		P
	Baja Fibra (BF)	Alta Fibra (AF)	
<i>Producción</i>			
PV inicial (kg)	440	434	N.S.
PV final (kg)	508	467	**
GMD (kg/d)	0,68	0,32	**
Consumo (kg MS/d)	9,9	8,2	**
<i>Emisión</i>			
CH <sub>4</sub> (g/d)	215	194	*
CH <sub>4</sub> (g/kg PVG)	327	632	**
CH <sub>4</sub> (g/kg MSI)	21,77	23,72	*
Ym (%)	6,7	7,5	*

PV: Peso Vivo; GMD: Ganancia media diaria; MS: Materia seca; PVG: Peso vivo ganado; Ym: Rendimiento de metano (Relación energía bruta consumida convertida en metano); N.S.: No diferencia significativa (P > 0,05); \*: P < 0,05; \*\*: P < 0,001.

A su vez, la cantidad de ingesta del alimento afecta los procesos de fermentación en el rumen, estando las emisiones de  $\text{CH}_4$  directamente relacionadas con el nivel de ingesta (Jonker *et al.*, 2017). Es decir, cuanto mayor es la materia seca ingerida, mayor será la emisión neta de metano (g/d). Esto explica lo que se observa en los animales del grupo BF, los que presentaron mayores emisiones absolutas a consecuencia de los mayores consumos de MS presentados.

Sin embargo, las emisiones en términos de intensidad, es decir la emisión de  $\text{CH}_4$  expresada por unidad de MS consumida, mostraron que los animales de la dieta BF presentaron una menor intensidad de emisión. En el mismo sentido, la intensidad de emisión de los animales BF expresada en relación a la ganancia de peso vivo, fue casi dos veces menor al compararse con los animales del grupo AF.

El Ym (methane yield, por sus siglas en inglés), unidad propuesta por el Panel Intergubernamental por el Cambio Climático (IPCC) como factor de emisión para desarrollar los inventarios de gases a nivel mundial, hace referencia a la eficiencia del uso del alimento por parte del animal expresando la emisión de  $\text{CH}_4$  por unidad de Energía Bruta (EB) ingerida. El valor de Ym obtenido para cada una de las dietas forrajeras evaluadas confirma que la calidad de la misma, definida según su contenido de FDN, puede generar importantes diferencias en cuanto a la eficiencia en el uso del alimento y por tanto a la emisión de  $\text{CH}_4$ . En este experimento el grupo BF presentó un valor de Ym = 6,7 %, cifra muy cercana a la propuesta por el IPCC (6,5 %) para animales alimentados con dietas basadas en forrajes. A su vez, el valor de Ym obtenido en el grupo de animales con dieta de AF (7,5 %) se ajusta a lo que se propone para animales alimentados con dietas forrajeras de baja calidad.

## CONSIDERACIONES FINALES

Suministrar una dieta forrajera de alta calidad con bajos contenidos de fibra durante la fase de terminación no solo mostró importantes implicancias positivas en el aspecto productivo, sino también en la sostenibilidad ambiental del sistema. Mayores GMD y PV finales en novillos en etapa de terminación fueron conseguidos por los animales alimentados con una dieta baja en fibra.

La utilización de una mejor calidad de dieta forrajera durante la fase de terminación es una alternativa viable de mitigación de emisiones de metano en la ganadería.



Foto: Daniel Santander

**Figura 3** - Corrales de encierro donde se realizó el experimento, ubicado en Unidad de Lago, INIA La Estanzuela.

Esta mejora en las variables productivas fue, además, acompañada por una menor intensidad en las emisiones de  $\text{CH}_4$  entérico expresadas por kg MS ingerido, por kg de PV ganado, así como por unidad de EB ingerida (Ym). Los resultados confirman que la utilización de una mejor calidad de dieta forrajera durante la fase de terminación es una alternativa viable de mitigación de emisiones de metano en la ganadería.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a la Unidad del Lago y al Laboratorio de Nutrición de INIA La Estanzuela. Además, agradecen especialmente a los estudiantes de La Carolina, Juan Vandelli y José Mesegues, por su valiosa colaboración.

## REFERENCIAS

- Bervejillo J. 2021. Comportamiento del sector carne vacuna. In: Anuario OPYPA. Montevideo: MGAP. [en línea]. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/comunicacion/publicaciones/anuario-opypa-2021/analisis-sectorial-cadenas-productivas/comportamiento>
- Clark H, Kelliher F, Pinares-Patiño C. 2011. Reducing  $\text{CH}_4$  Emissions from Grazing Ruminants in New Zealand: Challenges and Opportunities. *Asian-Australasian Journal Animal Science*. 24: 295-302.
- Gere, J. I., and Gratton, R. 2010. Simple, low-cost flow controllers for time averaged atmospheric sampling and other applications. *Latin American applied research*. 40(4): 377-381.
- Johnson, K., Huyler, M., Westberg, H., Lamb, B., & Zimmerman, P. 1994. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulfur hexafluoride tracer technique. *Environmental science & technology*. 28(2): 359-362.
- Jonker, A.; Molano, G.; Koolgaard, J.; Muetzel, S. 2017. Methane emissions from lactating and non-lactating dairy cows and growing cattle fed fresh pasture. *Animal Production Science*. 57: 643-648.
- Mertens, D. R. 2010. NDF and DMI-Has anything changed. In *Proc. Cornell Nutr. Conf.*, Syracuse, NY. Pp: 160-174.
- Vlaming, J. 2008. Quantifying variation in estimated methane emission from ruminants using the  $\text{SF}_6$  tracer technique. Thesis Doctoral. Palmerston North, New Zealand, Massey University. 186 p.