



Foto: Pablo Rovira

Dispositivo GreenFeed para determinación de emisiones de metano ubicado en la parcela de sorgo forrajero.

DETERMINACIÓN DE EMISIONES DE METANO CON UNIDADES GREENFEED EN NOVILLOS PASTOREANDO CAMPO NATURAL Y SORGO FORRAJERO EN VERANO

DCV. MSc. PhD. Gonzalo Fernandez Turren¹,
Victoria Araujo², Candela De Los Santos²,
Ing. Agr. PhD. Pablo Rovira¹,
Ing. Agr. PhD. Walter Ayala²

¹Sistema Ganadero Extensivo - INIA

²Estudiante, UTU - Escuela Agraria Melo "Alcides F. Pintos"

³Director Regional INIA Treinta y Tres

Las emisiones de metano provenientes de la ganadería son uno de los principales componentes de las emisiones de gases de efecto invernadero en nuestro país. Estudiar estrategias nutricionales que permitan mejorar la producción animal y mitigar las emisiones de metano es uno de los principales objetivos. En este artículo se presentan los principales resultados obtenidos al evaluar el efecto del pastoreo de sorgo forrajero como estrategia de mitigación de emisiones en sistemas pastoriles.

INTRODUCCIÓN

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producto de la ganadería de carne representan un 15 % de las emisiones a escala global (Gerber *et al.*, 2013). De acuerdo con el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) de 2019, el sector agropecuario

representa el 73 % de las emisiones brutas totales de Uruguay, pero a la vez es responsable del 100 % de las remociones de GEI del país. En particular, la producción de carne vacuna genera 45,7 % de los GEI por emisiones de metano (CH₄) derivadas de la fermentación entérica y el 20 % de óxido nitroso (N₂O) proveniente de la orina y las heces de los animales.

Las emisiones de metano derivadas de la fermentación entérica están afectadas por la cantidad y calidad de los alimentos ingeridos, así como por características propias del animal (Johnson and Johnson, 1995). Las opciones de mitigación de emisiones de metano incluyen inhibición de la actividad de metanógenas con taninos, defaunación ruminal de protozoarios, redireccionamiento de H_2 para la producción de CH_4 a otras vías con fumarato, nitratos y sulfatos, manipulación de la relación forraje: concentrado y mejora de la performance animal para disminuir la producción de metano por unidad de producto. En Uruguay, los estudios buscan cuantificar su magnitud y la incidencia de diferentes fuentes de alimentación y categoría vacuna, entre otros aspectos. A partir de 2023, se implementaron bajo pastoreo los primeros estudios en la región Este de Uruguay con el objetivo de comparar la intensidad de emisiones de GEI de novillos para carne bajo pastoreo directo de campo natural o sorgo forrajero.

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del pastoreo de sorgo forrajero sobre las emisiones de metano absolutas (g/d) y la intensidad de emisión, referida a la cantidad de metano emitida por cada kilogramo de peso ganado en novillos para carne.

El trabajo se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres - Uruguay (latitud 33° 15' S, longitud 54° 29' O) entre enero y marzo de 2023. 16 novillos de raza carnicera de 1-2 años (293 ± 32 kg PV) fueron asignados (1,33 animales/ha) al azar a dos tratamientos de alimentación: campo natural (CN, n=8); sorgo forrajero (SF, n=8). El periodo experimental fue de 64 días (21 días de acostumbramiento y 43 días

Se evaluó el efecto del pastoreo de sorgo forrajero sobre las emisiones de metano absolutas (g/d) y la intensidad de emisión, referida a la cantidad de metano emitida por cada kilogramo de peso ganado en novillos para carne.

de mediciones). En ambos tratamientos los animales realizaron pastoreo continuo de las pasturas asignadas.

Emisiones de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) con unidades GreenFeed

Las emisiones (CH_4 y CO_2) fueron registradas utilizando el sistema GreenFeed (C-Lock Inc., Rapid City, SD, USA), que midió el flujo directamente durante periodos cortos cuando los animales accedieron voluntariamente a los dispositivos (Hirstov *et al.* 2015). El registro se realizó durante todo el periodo experimental asignando una unidad GreenFeed a cada tratamiento. Los equipos fueron programados para ofrecer 34 g de concentrado (20 % PB, 27 % FDN) cada 30 segundos hasta ocho veces en cada periodo de alimentación y hasta cuatro periodos de alimentación por día, de manera de obtener un patrón de visitas diarias distribuido a lo largo de las 24 horas que permitiera analizar la variación diaria de las emisiones.



Fotos: Pablo Rovira

Figura 1 - Visita de un novillo al equipo durante el experimento y descarga de suplemento.

Cuadro 1 - Disponibilidad inicial (kg MS/ha) y composición química del forraje disponible durante el periodo experimental.

	Campo natural	Sorgo forrajero
Disponibilidad (kg MS/ha)	2896	4895
Altura (cm)	10,2	57,9
Composición química (% MS)		
Materia seca	78,7	24,2
Proteína bruta	5,15	6,32
Fibra detergente neutro	79,3	68,2
Fibra detergente ácido	49,6	38,4
Energía metabolizable (Mcal/kg MS)	1,68	2,09

Cabe señalar, que el patrón diurno de emisiones está relacionado con el patrón de consumo, por lo que es relevante realizar un muestreo distribuido a lo largo de las 24 horas.

Los equipos fueron calibrados al inicio del ensayo, y luego automáticamente cada tres días. La intensidad de emisión de CH₄ (g CH₄/kg GPV) fue calculada para cada animal según las emisiones diarias de CH₄ y las ganancias diarias de peso vivo (GPV). Los datos fueron analizados a través de un análisis de varianza usando el procedimiento MIXED de SAS. Se utilizó un modelo estadístico que incluyó el efecto fijo del tratamiento (CN o SF) y el número de réplicas de animales por tratamiento (n = 8). Se declararon diferencias significativas para P<0,05.

RESULTADOS

La disponibilidad de forraje fue mayor para sorgo forrajero (SF) con respecto al campo natural (CN), 4895 vs 2896 kg MS/ha, respectivamente. El SF presentó mayor contenido de PB (6,3 vs 5,2 %) y menor contenido de FDN (68 vs 79 %) y FDA (38 vs 50 %) respecto al CN (Cuadro 1). Es importante mencionar que el trabajo coincidió con la sequía del verano 2023,

lo que impacto en los atributos de las pasturas y por lo tanto en la producción animal.

Las emisiones absolutas (g/d) de CH₄ y CO₂ fueron mayores en los animales que consumieron SF (P < 0,05). Sin embargo, cuando se estimó la intensidad de emisiones (g CH₄ /kg GPV), los animales SF presentaron una menor intensidad de emisión comparado con CN (P<0,05; Cuadro 2). Los resultados de emisiones de CO₂, podrían estar relacionados a un mayor consumo de nutrientes, lo que se reflejó en las notorias diferencias de ganancia diaria entre tratamientos (0,623 vs 0,063 kg PV/d).

El pastoreo de sorgo forrajero durante el verano puede ser una estrategia de mitigación de la intensidad de emisiones de GEI en sistemas ganaderos basados en campo natural.

Cuadro 2 - Ganancia diaria de peso vivo y emisiones de gases de efecto invernadero de novillos alimentados con campo natural (CN) o sorgo forrajero (SF).

	CN	SF	EEM	P-valor
Ganancia diaria (kg/d)	0,063	0,623	0,09	<0,01
CO ₂ (g/d) *	4626	6729	151,6	<0,01
CH ₄ (g/d) *	133	180	5,67	<0,01
Intensidad de emisión (CH ₄ /GPV)	670	241	91,6	<0,05

*Datos obtenidos a partir de cuatro animales/tratamiento

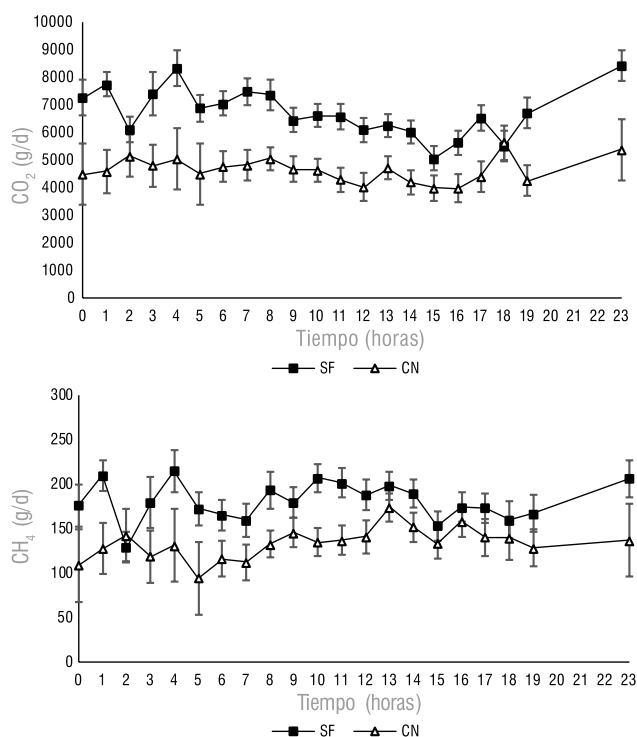


Figura 2 - Variación durante 24 horas (0 a 23 h) de las emisiones de CO₂ (A) o CH₄ (B) en novillos alimentados con campo natural (CN) o sorgo forrajero (SF). Se observaron diferencias significativas en los horarios 0, 8, 10 y 11 (P<0.05), y tendencia a diferencia en 4, 5, 6, 7 y 12 h en las emisiones de CH₄ y CO₂ entre tratamientos.

Se observaron diferencias significativas en los horarios 0:00, 8:00, 10:00 y 11:00 (P < 0,05), y tendencia a diferencia a las 4:00, 5:00, 6:00, 7:00 y 12:00 h en las emisiones de CH₄ y CO₂ (Figura 2). Las diferencias entre tratamientos sugieren que una mayor disponibilidad de forraje, con una mejora en la calidad de la pastura

a través del uso de verdeos de verano, permitiría un mayor consumo de nutrientes y una reducción en la intensidad de emisiones por una mejora en el desempeño productivo. Estos resultados coinciden con los efectos reportados por Dini *et al.* (2017) utilizando otra técnica para las determinaciones de emisiones de metano (SF₆) en vaquillonas pastoreando forrajes de calidad contrastante, lo que reafirma el potencial de la estrategia nutricional utilizada.

CONCLUSIONES

El pastoreo de sorgo forrajero durante verano puede ser una estrategia de mitigación de la intensidad de emisiones GEI en sistemas pastoriles basados en campo natural.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres y a Pablo Vaz y Mauro Figueroa por el apoyo técnico con las Unidades GreenFeed.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dini, Y., Gere, J.I., Cajarville, C., Ciganda, V. (2017). Using highly nutritious pastures to mitigate enteric methane emissions from cattle grazing systems in South America. *Animal Production Science*, 58:2329-2334. <https://doi.org/10.1071/AN16803>
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome. <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>
- Hristov, A.N., Oh, J., Giallongo, F., Frederick, T.W., Zimmerman, P.R. (2015). The use of an automated system (GreenFeed) to monitor enteric methane and carbon dioxide emissions from ruminant animals. *Journal of Visualized Experiments* 103: 52904. <https://doi.org/10.3791/52904>.
- Johnson, K.A., Johnson, D.E. (1995). Methane emissions from cattle. *Journal of Animal Science*, 73:2483-2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>



Figura 3 - Dispositivo GreenFeed para determinación de emisiones de metano ubicado en parcela de campo natural.