

AP 1 Correlación entre indicadores ambientales y económico-productivos de la ganadería en Patagonia NorteHara SM^{1*}, Faverin C², Tiftonell P^{1,3,4}¹IFAB, INTA-CONICET EEA Bariloche; ² INTA EEA Balcarce, UNMDP; ³AiDA, CIRAD; ⁴Groningen Inst. of Evolutionary Life Sc. The Netherlands

*E-mail: hara.sofia@inta.gov.ar

*Correlation between environmental and economical-productive indicators in North Patagonia livestock farming***Introducción**

La ganadería en Patagonia norte (PN) es la principal fuente de alimento e ingresos de familias rurales y provee servicios ecosistémicos. Sin embargo, el sector enfrenta desafíos dados por la estacionalidad y variabilidad en los ingresos, y dificultades y costos elevados en el acceso a insumos. Estos factores incrementan su vulnerabilidad a la desertificación y el cambio climático, problemáticas de las que es parcialmente responsable. Por lo tanto, es crucial promover integral la sustentabilidad ambiental y económico-productiva en la región. El objetivo es describir la relación entre indicadores ambientales y económico-productivos para identificar estrategias que fomenten la sustentabilidad integral de sistemas ganaderos nor-patagónicos.

Materiales y Métodos

El área de estudio abarca 44.700 km² en el SE de PN. Tiene un amplio gradiente ambiental (300-3000 mm año⁻¹), incluyendo cuatro áreas ecológicas (Figura 1). Se realizaron 70 encuestas a productores (Hara *et al.*, 2022), de las cuales se obtuvieron i) tasa de señalada en ovinos, ii) producción de peso vivo (PPV), iii) intensidad de emisión de CH₄ entérico por ha y PV (IEME_ha e IEME_PV, respectivamente), iv) diversidad de productos (e.g. carne y fibra por especie), y v) cantidad de forraje importado (FI). IEME se estimó según tier 1 de IPCC, en tanto que FI, con el número y categoría de animales y uso del forraje, donde 1 FI = suplemento para 1 oveja o chiva madre. Para ovinos y caprinos, se asignó 1 y 1/3 FI a madres y crías suplementadas a campo, respectivamente y 3 FI, en confinamiento. Para bovinos, se multiplicaron dichos valores por 7. La sumatoria de FI se dividió por el stock ganadero en equivalente ovino (EO=954 Mcal año⁻¹ EM) (Gerardin *et al.*, 2011). Se realizó un análisis de correlación Spearman entre todas las variables (cor.test) en RStudio.

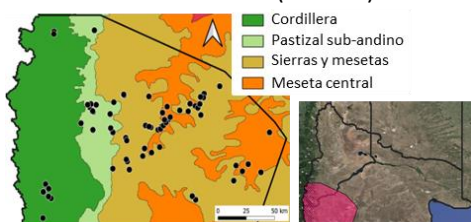


Figura 1. Patagonia norte: Áreas ecológicas y localización de los 70 establecimientos encuestados.

Resultados y Discusión

La PPV tuvo una correlación negativa ($P < 0,05$) con IEME_PV y positiva ($P < 0,05$) con la diversidad de productos (Figura 2). Esto señala una sinergia entre producción, mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y diversidad en eventuales ingresos y alimentos para las familias rurales. Esta sinergia se amplifica con la obtención de dos productos por animal (e.g. carne y fibra en ovinos y caprinos, especies predominantes en PN), donde se diluyen las emisiones GEI por producto y se incrementan y diversifican los ingresos económicos. Si bien PPV

se asoció con mayor IEME_ha, en principio esto no sería alarmante dados los bajos niveles de emisión esperados en PN por la reducida carga animal presente en la zona.

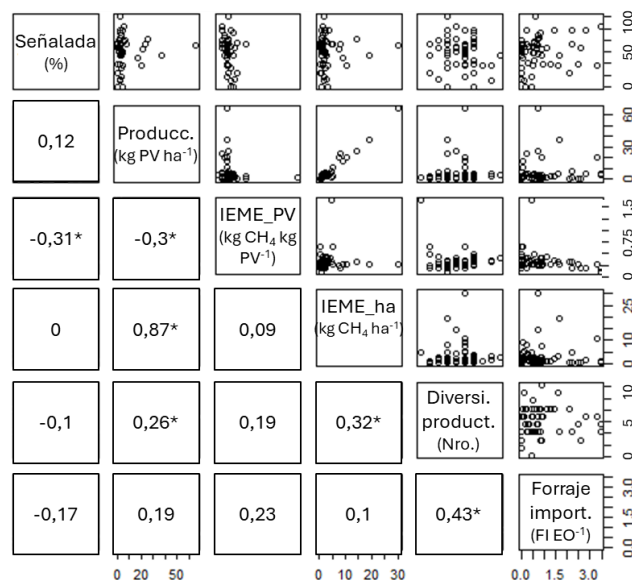


Figura 2. Correlación entre indicadores ambientales y económico-productivos (IEME: intensidad de emisión CH₄ entérico; FI: forraje importado; EO: Equivalente ovino). * denota significancia al nivel $p=0,05$.

Una estrategia probada en la región para incrementar eficiencias es la suplementación de madres en el último tercio de gestación. Llamativamente, FI no tuvo correlación significativa con los indicadores productivos evaluados (Figura 2). Esto podría deberse a la heterogeneidad de los sistemas estudiados en condiciones ecológicas disímiles. Futuros estudios focalizados por área ecológica y tipo de productor son necesarios para profundizar en la relación entre el FI, la producción animal, la mitigación de las emisiones de GEI y la diversificación de productos.

Conclusiones

Los resultados presentados señalan el potencial de los sistemas ganaderos de PN de contribuir simultáneamente a la sustentabilidad económico/productiva y ambiental bajo manejos eficientes.

Agradecimientos

A los productores y extensionistas que facilitaron la realización de las encuestas. Los resultados corresponden a la tesis doctoral de Hara, S. (FCA-UNMDP).

Bibliografía

Hara S *et al.* (2022) Agric. Ecosyst. Environ. **324**, 107704.
Gerardin C *et al.* (2011). Requerimientos y equivalencias entre especies. En: Siffredi GL *et al.* (Eds), Guía para la Evaluación de Pastizales para las áreas ecológicas de Sierras y Mesetas Occidentales y de Monte de Patagonia Norte, 2da Ed., Ediciones INTA, Bariloche Argentina, 64–68.

AP 2 Availability of tools to assess sustainability indicators of mixed crop-livestock systems in three continents.**Communication**Leite FFGD^{1*}, Faverin C¹, Vibart R²¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ruta 226 km 73,5, cc 276, Balcarce, 7620, Buenos Aires, Argentina,²AgResearch Ltd., Grasslands Research Centre, Tennent Drive, Private Bag 11008, Palmerston North 4442, New Zealand

*E-mail: fernandafgdleite@gmail.com

*Disponibilidad de herramientas para evaluar indicadores de sostenibilidad en sistemas mixtos de cultivo-ganadería en tres continentes. Comunicación***Introduction**

Tools vary in objectives, levels of representation, systems boundaries, and sustainability indicators they employ, which can be used to characterize production systems across different geographical areas. These tools can often be used to guide better farm management and help generate recommendations, for which efficient data recording and analysis are important.

In 2022, a three-year project was set in motion to evaluate the ability of mixed crop-ruminant livestock systems to achieve potential increments of carbon (C) sequestration, nutrient circularity, and sustainability in diverse agro-climatic regions, called INTEGRITY. Thus, the objective of this study was to identify tools able to assess indicators from mixed systems in INTEGRITY-participant countries across three continents (South America, Europe and Oceania).

Material and Methods

A survey with indicators was shared amongst experts on sustainable mixed crop-livestock systems that are participants of INTEGRITY. Along with this survey, participants were asked to rank these indicators and list the farm-scale tools (equations, calculators, models) used to quantify/calculate them. Two options were provided for tool selection: those used by farmers and farm consultants, and those used for research exclusively. Full survey responses were received from eight INTEGRITY partner countries (Argentina, Brazil, Finland, France, Ireland, New Zealand, Northern Ireland, Uruguay).

Results and Discussion

Most tools are used to quantify indicators in the environmental dimension (Table 1). Most environmental tools in Europe and New Zealand have been developed and adapted to local conditions. In contrast, models used in South America are often adapted from other countries and/or remain to be locally updated. Most of the tools were used for research purposes, mainly to assess the indicators GHG emissions, N and P balance, and C footprint (Table 1).

In the economic dimension, farm accountancy calculators (spreadsheets and accountancy tools) are often used to quantify the indicators, and in most cases are created or facilitated by the farm accountant/consultant. No tools were identified to assess the social dimension, and it is the dimension with the fewest indicators related to it. Consequently, it is crucial to complement the evaluation with a comprehensive approach from social sciences that can identify standards within specific contexts and local settings (Janker & Mann, 2020).

Globally, many farm-scale tools are available to quantify indicators of sustainability. Selecting the most suitable tool for use relies on the intended purpose for which it was built and its suitability to represent the system, its associated natural

resources, climate, and management characteristics (Crosson *et al.*, 2011).

Table 1. Tools available to assess sustainability indicators.

Country	Tools and Indicators
Argentina	LCA at farm level: GHG emissions; System Dynamics: GHG emissions; Agro-Eco-Index®: N and P balance, pesticide contamination risk, soil erosion risk, SOC stocks, GHG emissions, e-Dairy: Economic indicators (farm profit, cost of production, return on assets)
Brazil	AgroTag: Land use and GHG emissions, LCA at farm level: GHG emissions, C footprint, EAGGLE: GHG emissions
Finland	CARBO (Valio): Dairy C footprint, LCA applied at farm level: Meat LCA model, Yasso20: Soil organic C sequestration, Farm management information systems (FMIS): Nitrogen and P balances, Syke (Finnish Environment Institute): Quality condition of water bodies or ground water
France	CAP'2ER®: GHG emissions, Ominea: GHG emissions, INRATON: GHG emissions, ruminant diet formulation, FarmSim: GHG emissions
Ireland	LIFE BEEF CARBON: Beef farm C footprints, Moorepark Dairy System Model (MDSM): Physical and financial indicators
New Zealand	Overseer: GHG, N leaching losses, P losses, nutrient budgets, Farmax: GHG emissions, GHG balance, economic indicators, Beef and Lamb New Zealand (B+LNZ) GHG Calculator: GHG emissions, LCA applied at farm level: C footprint
Northern Ireland	AgRE Calc: C footprint, Cool Farm Tool: GHG emissions, biodiversity, and water use, Farm Carbon Calculator: C footprint, CAFRE Nutrient Calculators: N loading and crop nutrients, manure storage, N max for grasslands, P balance
Uruguay	Agroenergy: Fossil energy use, EMAG: GHG emissions, Ecosystem Integrity Index: Plant diversity, risk of erosion, stream condition

LCA: Life Cycle Assessment

Conclusion

More tools should embrace mixed systems and also indicators from the economic and social sustainability dimensions. South American countries could develop tools based on their local conditions, as they are often adapted from other countries and may fail to accurately capture local insights.

Acknowledgements

The author(s) acknowledge the financial support of the Joint Call of the Cofund ERA-Nets SusCrop (Grant N° 771134), FACCE ERA-GAS (Grant N° 696356), ICT-AGRI-FOOD (Grant N° 862665) and SusAn (Grant N° 696231). Funded by the NZ Government to support the Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases (GRA). We thank all the country partners who contributed to this survey.

Bibliography

Crosson P *et al.* (2011) Anim Feed Sci Technol **166**, 29-45.
Janker J & Mann S (2020) Environ, Develop and Sustain, **22**, 1671–1691.

AP 3 Emisiones de metano entérico de la ganadería bovina de carne en la región semiárida central de Argentina

Guzmán ML^{1,2}, Colazo JC^{1,2}, Cerón-Cucchi ME³, Nieto MI⁴, Nieto AC⁴, Gere JI⁵

¹INTA EEA San Luis. ²-Fac. Ing. Cs Agro., UNSL. ³ INTA-CONICET Ins. Pat. Vet. ⁴ INTA EEA. ⁵ UTNBA Unidad de Inv. y Des. Ing.

*E-mail: guzman.laura@inta.gob.ar

Enteric methane emissions from beef cattle farming in the central semiarid region of Argentina

Introducción

La producción de metano (CH₄) por los rumiantes corresponde a un proceso natural digestivo, constituyendo una pérdida de energía al animal, aumentando las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La mayoría de los experimentos que se han desarrollado en nuestro país, se han enfocado en la región pampeana donde se concentra aproximadamente el 70 % de la actividad ganadera. Sin embargo, extrapolar esos datos al resto de nuestro país, que se caracteriza por tener una gran diversidad ecogeográfica, es sumamente impreciso. El objetivo del trabajo fue determinar los factores de conversión (FC) de la emisión de CH₄ entérico en la invernada de bovinos *Aberdeen Angus* (AA) en la región del semiárido central, considerando esta información clave para mejorar las estimaciones del inventario nacional de GEI y promover la sustentabilidad de los sistemas productivos de la zona.

Materiales y Métodos

El ensayo se realizó en la EEA INTA San Luis, por un periodo de 150 días en dos etapas consecutivas: la primera en la recría (E1), y la segunda de terminación (E2). Se utilizaron 36 novillitos AA de 183,5 ± 20 kg de peso vivo (PV), los que se distribuyeron al azar en cuatro corrales en E1, a los cuales se le impusieron dos tratamientos en base a calidades contrastantes del heno de alfalfa, TS= Heno de alfalfa superior (categoría Premium/Superior) y TI= Heno de alfalfa inferior (categoría Segunda/Tercera), recibiendo *ad libitum* una dieta compuesta por 100% heno de alfalfa (*Medicago sativa*). En E2, se unificaron los tratamientos para su terminación, agregando grano de maíz (*Zea mays*) entero hasta llegar al 80% a la dieta (TT), entregado en dos tiempos: 8 y 14 hs. Durante el monitoreo de las emisiones de CH₄ entérico, se llevó a cabo un pesaje diario del alimento ofrecido, así como la cantidad residual de los mismos para la determinación de consumo de materia seca (CMS), y se recolectaron muestras de los alimentos entregados para posterior análisis de calidad nutricional (Tabla 1) por NIRS.

Tabla 1. Calidad nutricional de las dietas de recría y terminación para los tratamientos. TS: Superior calidad alfalfa, TI: Inferior calidad alfalfa, TT: Terminación con maíz

	Etapa 1: Recría		Etapa 2: Term.
	Tratamientos		
	TI	TS	TT
%FDN	44±6	36±5	14±1
%FDA	35± 5	22±5	-
%TND	55±5	60±2	80±0,5
%PB	16±2	22±4	11,5±1
EM Mcal kg MS ⁻¹	1,5	2,1	3,0

%FDN: Fibra detergente neutro. %FDA: Fibra detergente ácido. %TND: Total nutrientes digestibles. %PB: Proteína bruta. EM: Energía Metabolizable.

Se empleó la técnica de trazado por SF₆ (Jonhson *et al.*, 1994) en 8 animales (2 por corral/ 4 por tratamiento). El sistema de muestreo se calibró para la recolección de la muestra en un periodo integrado de 4 días. El diseño estadístico para E1, fue

un DCA con dos repeticiones (se tomó al corral como la unidad experimental). Los resultados se analizaron a través del paquete estadístico InfoStat (2020), estableciendo el nivel de significancia en 5%.

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se muestra las variables productivas y su relación con la emisión de CH₄.

Tabla 2. Resultados productivos medios con sus desvíos en relacionados con la emisión de CH₄ entérico en la recría y terminación de novillos *Aberdeen Angus*.

	Etapa 1: Recría 90d		Etapa 2: Term. 30d
	Tratamientos		
	TI	TS	TT
CMS kg.d ⁻¹	8,1±0,4	7,4±0,4	8,0±0,2
APV kg.d ⁻¹	0,5±0,0 ^a	0,7±0,1 ^b	1,0±0,1
CH ₄ g.d ⁻¹	219,6±31,0	182,0±9,9	187,7±26,5
FC gCH ₄ kg CMS ⁻¹	26,9±3,2	24,5±2,3	23,4±3,4
IE gCH ₄ APV ⁻¹	431,8±49,2 ^a	239,5±15,5 ^b	180,5±36,7

CMS: Consumo de MS. APV: Aumento de peso vivo. CH₄: emisión de CH₄ por día. FC: Factor de conversión CH₄. IE: Intensidad de la emisión. Letras diferentes muestran diferencias significativas.

Del análisis de la relación entre emisión de CH₄ (g d⁻¹) y composición nutricional de la dieta (E1) se observa una correlación positiva con el contenido de fibra (r=0,60) y negativa con digestibilidad de los nutrientes (r=-0,54) y energía Metabolizable r=-0,72). Respecto de la relación entre emisión de CH₄ y la respuesta animal, la correlación fue positiva para CMS (r=0,72) y negativa para la APV (r=-0,77), obteniéndose el mayor FC en la recría, y dentro de ellas la de TI y 13,20 % menos en la etapa de terminación. Esto puede explicarse por el impacto de la dieta, donde la dieta demenor calidad debido a la baja digestibilidad de los nutrientes y su elevado contenido de fibra habrían favorecido los procesos metanogénicos en el rumen.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran que la emisión de CH₄ no se modifica pero si la intensidad de la emisión al estar asociada a la ganancia de peso vivo (gCH₄.kgAPV⁻¹). Los factores de conversión de metano obtenidos en este trabajo, podrán ser utilizados en la elaboración del inventario nacional de GEI permitiendo desarrollar políticas ambientales mejor dirigidas.

Bibliografía

Jonhson *et al* (1994). Environ Sci Technol. 28(2):359-362. Infostat (2020). <http://www.infostat.com.ar>

AP 4 Emisiones de N₂O a partir de excretas bovinas en un sistema pastoril y un sistema silvopastoril del Chaco SecoBanegas N^{1,2*}, Viruel E, Grucci V¹, Beltrán M³, Cambareri S⁴, Cosentino V^{3,5}¹Instituto de Investigación Animal Chaco Semiárido (IIACS-CIAP-INTA). ²Facultad de Agronomía, Zootecnia y Veterinaria (FAZyV-UNT). ³Instituto de Suelos (CIRN-INTA). ⁴EEA Balcarce (INTA) ⁵CONICET.

*E-mail: banegas.natalia@inta.gov.ar

*N₂O emissions from bovine excreta in a grazing system and in a silvopastoral system of Dry Chaco***Introducción**

En sistemas ganaderos, la mayor contribución de N₂O se produce a partir de las excretas animales dado su alto contenido en N. Sólo una pequeña fracción (5-30%) del N de los recursos forrajeros se retiene en los productos derivados de la actividad, mientras que el resto retorna al sistema principalmente como orina y heces, pudiendo perderse posteriormente como N₂O. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la emisión de N₂O a partir de las excretas generadas en un sistema pastoril y en uno silvopastoril bovino del Chaco Seco.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó de diciembre de 2022 a marzo de 2023 en un sistema pastoril con *Chloris gayana* cv Finecut (*C.gayana*) (PP), y en un sistema silvopastoril con *C. gayana* y *Prosopis alba* (SP). En un diseño en bloques completos al azar, con 3 tratamientos: orina (O), heces (H) y suelo (S, sin aplicación de orina ni heces) y 3 repeticiones. Las heces y la orina de bovinos Bradford se aplicaron frescas en cámaras estáticas de 0,792 m², y en una superficie alrededor de la cámara de 1m². Se aplicó 26,7 kg/m² de heces y 15 l/m² de orina. La emisión de N₂O se muestreó una vez al día entre las 9 y 13 h (Cosentino *et al.*, 2012). La frecuencia de muestreo fue máxima al inicio del ensayo y disminuyó con el tiempo. Los muestreos se realizaron con cámaras estáticas no ventiladas. La concentración de N₂O fue determinada por cromatografía gaseosa. Se tomaron muestras para determinación de humedad gravimétrica y de densidad aparente a 0-10 cm para el cálculo de porcentaje de poros llenos con agua (EPSA); y se registró la temperatura de suelo. Se estimó la emisión de N₂O acumulada en los 93 días de medición para ambos sistemas. Para ello, se tomaron todos los muestreos realizados a lo largo del ensayo y se obtuvieron los valores faltantes por interpolación entre dos valores muestreados consecutivos (Dorich *et al.*, 2020). El método de cálculo del flujo de N₂O fue por regresión lineal. Se realizó un análisis de variancia y una prueba Tukey ($p \leq 0,05$) de las emisiones de N₂O acumuladas para detectar diferencias significativas entre tratamientos en el programa Infostat.

Resultados y Discusión

En ambos sistemas (PP y SP) la emisión de N₂O acumulada presentó valores significativamente mayores en el tratamiento de orina con respecto a heces y suelo ($<0,0001$) (Figura 1), probablemente debido a la incorporación de N en formas rápidamente disponibles al suelo.

Las emisiones de N₂O se vieron influenciadas por los factores ambientales temperatura del suelo y contenido hídrico (en relación directa con el porcentaje del EPSA). En período de evaluación (93 días), se observó que los valores de EPSA fueron significativamente mayores en PP con respecto a SP ($P < 0,001$). De igual manera, con respecto a la temperatura de suelo los mayores valores se registraron en el sistema pastoril con respecto al silvopastoril ($P < 0,0001$) (Tabla 1). Los valores más altos de emisión de N₂O en PP en el período de estudio posiblemente se deban a la acción conjunta de elevada

temperatura y EPSA en el suelo que conducen a un aumento en el tamaño de las zonas anaeróbicas del suelo.

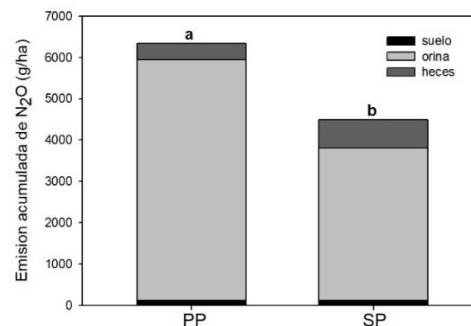


Figura 1. Emisión de N₂O acumulada (g/ha) en el sistema pastoril (PP) y sistema silvopastoril (SP) a partir del aporte desde los tratamientos. Las distintas letras corresponden a diferencia significativa entre los tratamientos.

Tabla 1. Valores medios de porcentaje de espacio poroso saturado de agua (EPSA) y temperatura de suelo (T° suelo) en los sistemas pastoril (PP) y silvopastoril (SP). Las distintas letras en cada columna corresponden a diferencia significativa ($P < 0,0001$) entre los sistemas.

Sistema	EPSA (%)	T° suelo
PP	65,5 ± 19,6 a	24,1 ± 1,9 a
SP	59,1 ± 14,6 b	22,1 ± 1,3 b

La mayor anaerobiosis está dada por el aumento en la tasa de respiración microbiana, lo que resulta en un mayor volumen de suelo desprovisto de oxígeno, favoreciendo la desnitrificación. Sumado a esto, la alta temperatura del suelo provoca un aumento en la actividad microbiana y un aumento en la solubilidad del gas, causando una mayor pérdida de N₂O a la atmósfera antes de ser reducido a N₂ (Dalal *et al.*, 2010).

Conclusiones

El tratamiento orina fue el que presentó mayor valor de emisión de N₂O en ambos sistemas, encontrándose en PP el máximo valor para el período en estudio. La mayor emisión de N₂O del sistema pastoril se asoció con los mayores niveles de EPSA y temperatura de suelo e este sistema respecto del silvopastoril.

Bibliografía

Cosentino *et al* (2012). Rev Bras Cienc Solo., 36:1814-9
 Dalal *et al* (2010) Agric Ecosys Environ 36:273-281.
 Dorich (2020) Curr Opin Environ Sustain 47:13-20
 Conant *et al* (2010) J Environ Qual, 9:1186-202.

AP 5 Eficiencia en producción, huella de carbono y factibilidad financiera de la cría bovina del SO de Buenos AiresSciotti M^{1*}, Chagas de Lima L², Cristeche E¹, Recavarren PM¹, De Faccio Carvalho PC², Faverín C¹³¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) ²Universidad Federal de Río Grande del Sur ³Universidad Nacional de Mar del Plata

*E-mail: sciotti.mariano@inta.gov.ar

*Production efficiency, carbon footprint and financial viability of cow-calf farming in southwest Buenos Aires***Introducción**

El sector agropecuario enfrenta el desafío de satisfacer la demanda de alimentos, adaptarse a los efectos del cambio climático y contribuir a la reducción del impacto ambiental (Rearte *et al.*, 2014). Este sector contribuye con el 22% de las emisiones totales de gases de efecto invernadero (GEI) en Argentina, siendo los sistemas de cría bovina para carne, los de mayor contribución (MAyDS, 2022). Mejorar la eficiencia productiva de estos sistemas, particularmente los de la región pampeana por su representatividad dentro del stock nacional, es importante para reducir externalidades ambientales. Adicionalmente, la evaluación financiera es crucial al proponer mejoras, ya que permite determinar las condiciones necesarias para que las estrategias recomendadas sean factibles y beneficiosas a largo plazo. El objetivo del trabajo fue estimar la producción, la huella de carbono (GEI por unidad de producto) y la relación inversión-beneficio neto de propuestas de mejora tecnológica en un sistema representativo de cría del SO de la Provincia de Buenos Aires.

Materiales y Métodos

Para realizar el ejercicio de modelación, se propuso un sistema de cría de nivel tecnológico medio del SO (CMT), cuya representatividad regional es del 40% (MAyDS, 2022). Se plantearon otros escenarios con propuestas de mejora tecnológica recomendadas para este tipo de sistemas por el servicio de extensión de INTA, consensuadas con expertos, asesores y productores locales (Tabla 1). Las mismas estuvieron enfocadas principalmente al aumento de la eficiencia de índices productivos.

Se utilizó la herramienta Cool Farm Tool (Hillier *et al.*, 2011) para el cálculo de producción de carne y huella de carbono "hasta la tranquera" para un año estabilizado (rodeo en equilibrio). Para la evaluación financiera de las inversiones requeridas se utilizó el Simulador Financiero Forestal Ganadero de INTA (Tomsic *et al.*, 2022), v.2.5. Los costos incrementales cubrieron los rubros de alimentación, sanidad, reproducción, reposición de toros, mano de obra y asesoramiento técnico. Los ingresos se estimaron en función a los kilos vendidos de cada categoría y su precio de mercado. Los valores se tomaron a precios en pesos corrientes del 10-2023. La relación beneficio

neto-inversión (Gittinger, 1983), definida como la razón entre el valor actual del beneficio neto acumulado al año de estabilización y la inversión realizada, fue un indicador utilizado para comparar financieramente las propuestas de mejora tecnológica con el escenario base.

Resultados y Discusión

Las tecnologías propuestas incrementaron hasta en 26% la producción de carne y permitieron disminuir la huella de carbono hasta en 17% (Tabla 1). Las inversiones realizadas para alcanzar dichos niveles productivos incrementan los beneficios que se obtendrían solamente en tres escenarios. El caso excepcional es aquel en que se incorpora la fertilización sin adelantar el entore. El costo asociado a la compra y aplicación de fertilizante sumado al cambio poco considerable en la producción conducen a un resultado financiero negativo.

Conclusiones

Los hallazgos del estudio muestran el papel fundamental de la optimización de procesos para garantizar la sostenibilidad futura de los sistemas ganaderos. El manejo del pastoreo es clave, como así también las técnicas reproductivas, y prácticas que reduzcan el gasto energético asociado a los animales de baja productividad.

Agradecimientos

A Mitigate+: Research for Low Emissions Food Systems y Global Research Alliance on Agricultural Greenhouse Gases- Programa CLIFF-GRADS es financiado por el Fondo Fiduciario del CGIAR, y a los proyectos PI097 y PI117 de INTA.

Bibliografía

- Gittinger JP (1983) Ed TECNOS, 1983 375-379.
Hillier J *et al.* (2011) *Env Mod & Softw* **26(9)**, 1070-1078.
MAyDS (2022) Cuarto IBA de la República Argentina.
Rearte *et al.* (2014) *Meat Sci* **98(3)**, 355-360.
Tomsic *et al.* (2022) Simulador Financiero Forestal Ganadero. Guía para el usuario.

Tabla 1. Descripción de los escenarios propuestos y sus resultados en términos de producción de carne, huella de carbono y relación beneficio neto-inversión.

Escenarios	Producción de Carne (kg peso vivo/ha/año)	Huella de Carbono (kgCO ₂ eq/kg peso vivo)	Beneficio Neto-Inversión (ratio)
CMT ¹	104	22,81	-
CMT ¹ +BPMP ²	111	21,38	2,72
CMT ¹ +BPMP ² +G ³	112	20,74	1,69
CMT ¹ +BPMP ² +G ³ +F ⁴	116	21,31	0,59
CMT ¹ +BPMP ² +G ³ +F ⁴ +15m ⁵	132	18,87	1,47

¹CMT: sistema de cría de nivel tecnológico medio (MAyDS, 2022); ²BPMP: buenas prácticas de manejo del pastoreo; ³G: incorporación de características genéticas animales deseables; ⁴F: utilización de fertilizantes de síntesis química; ⁵15m: primer entore a los 15 meses de edad

AP 6 Aditivos en dietas forrajeras: desempeño productivo y ambiental de novillos en terminación

Santander D¹, Nurys M², Alecrim F³, Clariget J¹, Banhero G¹, Mariotta J¹, Saravia A¹, Ciganda VS^{1*}

¹Instituto de Investigación Agropecuaria, INIA La Estanzuela, Colonia (Uruguay). ²Haramaya University, Dire Dawa (Ethiopia). ³Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro (Brazil).

*E-mail: vciganda@inia.org.uy

Additives in forage diets: productive and environmental performance of finishing steers

Introducción

El metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) son los principales gases de efecto invernadero emitidos por el sector ganadero en Uruguay. La emisión de ambos gases es considerada, además, como una ineficiencia en el uso de nutrientes ingeridos por el animal; el CH₄ como pérdida de energía (2-14%), y el exceso de nitrógeno (N) presente en excretas, ocasionado por una baja eficiencia en el uso del N-proteico, con potencial de transformarse en N₂O. El uso de aditivos en las dietas de rumiantes ha sido testeado como una posible herramienta para reducir las emisiones en dietas basadas en concentrados. Sin embargo, aún no son claros sus efectos sobre dietas forrajeras. Este trabajo tuvo por objetivo evaluar el efecto de tres aditivos sobre el desempeño productivo y ambiental de bovinos de carne bajo una dieta forrajera.

Materiales y Métodos

El experimento fue realizado en INIA La Estanzuela, Colonia, Uruguay, durante el 2023. Se utilizaron 32 novillos Aberdeen Angus de 18 meses y 451 kg de peso vivo (PV) promedio, estabulados en tres corrales, bajo un sistema de registro individual de alimentación automatizado y con una dieta *ad libitum* de henolaje de alfalfa y *Dactylis glomerata*. Los animales se bloquearon por PV y se asignaron aleatoriamente a cuatro tratamientos (n=8); control (T0), aditivo ionóforo de liberación lenta (T1), aditivo de extracto de taninos (T2), y aditivo mezcla de extracto de taninos, aceites esenciales y bioflavonoides (T3). Estos aditivos fueron administrados en el alimento durante 67 días y sus dosis fueron: T1=0,3 g/día, T2=0,3%/kg MS, y T3=0,35 g/100 kg PV (dosis de T2 y T3 según recomendación de los fabricantes). Las emisiones de CH₄ entérico fueron medidas utilizando la técnica de gas trazador SF₆ en dos períodos (P) de 5 días: a los 20 (P1) y 60 días (P2) después de iniciados los tratamientos. La eficiencia de uso proteico se cuantificó a través de un balance de N a partir del consumo y la colecta puntual de orina y heces. La ganancia de peso (GMD) fue determinada por pesajes cada 14 días. El efecto del tratamiento aditivo (T) en el tiempo (P) sobre las variables medidas se analizaron estadísticamente utilizando un modelo lineal múltiple (MLM). Se consideró el corral, el T, el P y la interacción P*T (arreglo 4*2) como efectos fijos, y el bloque como efecto aleatorio.

Resultados y Discusión

El P tuvo efecto en todas las variables medidas (Tabla 1). El mayor consumo durante el P2 resultó en mayores emisiones absolutas de CH₄ con respecto al P1. Los T tuvieron efecto en la intensidad de emisión (g CH₄/ kg GMD), debido a las diferencias obtenidas en GMD (kg de PV/día), la que resultó en (de mayor a menor): T3=1,32; T1=1,26; T2=1,12; y T0=1,12 (valores no presentados en tabla).

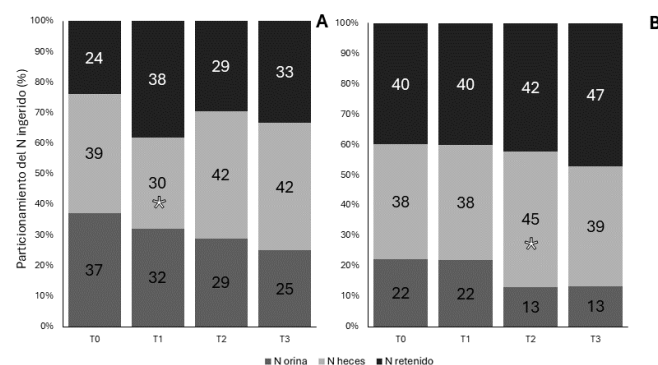


Figura 1. Balance de nitrógeno (N) de novillos alimentados con dieta voluminosa después de 20 días (A) y 60 días (B) de suministración de aditivos como tratamientos (T). *significa interacción (P*T) (P<0,05).

El balance de N (Figura 1) fue afectado por el T y P en la mayoría de las variables. El mayor % de N retenido fue para T1 y T3 en el P1 y P2, respectivamente. La menor excreción de N en orina en ambos P ocurrió en T2 y en T3. La ocurrencia de interacción (P*T) para el % de N en heces, indica que el efecto del aditivo se vio influenciado por el P en el que fue evaluado.

Conclusiones

La inclusión de aditivos bajo las condiciones experimentales (dietas forrajeras/voluminosas) no tuvieron efectos sobre las emisiones absolutas de CH₄, pero si sobre la GMD y por ende sobre la intensidad de emisión. Los resultados del balance de N mostraron efectos sobre el N excretado, con relevancia ambiental, siendo el T3 el que presentó la mejor performance productiva y ambiental.

Agradecimientos

A las empresas proveedoras de aditivos *Silvateam* y *VetosEurope*.

Tabla 1. Valores promedio de variables de performance productiva y emisión de metano (CH₄) entérico de novillos alimentados bajo dieta voluminosa con inclusión de aditivos como tratamientos (T) después de 20 d (P1) y 60 d (P2) de suministración. Letras distintas indican diferencias significativas (P<0,05) entre tratamientos. MSI: materia seca ingerida. GMD: ganancia media diaria.

Variable	Periodo 1				Periodo 2				p-valor		
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	P	T	P*T
MSI (kg/d)	10,3 ^C	10,6 ^{BC}	10,7 ^{ABC}	10,9 ^{ABC}	11,8 ^A	11,4 ^{AB}	10,8 ^{ABC}	11,4 ^{AB}	0,0082	0,7596	0,2779
CH ₄ (g/d)	120 ^C	146 ^{BC}	145 ^C	117 ^C	195 ^A	214 ^A	184 ^{AB}	193 ^A	<0,0001	0,264	0,4965
CH ₄ /MSI (g/kg)	11,3 ^C	14,6 ^{ABC}	14,1 ^{BC}	11,2 ^C	16,8 ^{AB}	18,3 ^A	17,3 ^{AB}	16,8 ^{AB}	<0,0001	0,1741	0,7196
CH ₄ /GMD (g/kg)	110 ^{DE}	128 ^{CD}	138 ^{BC}	91 ^E	176 ^A	169 ^A	163 ^{AB}	141 ^{BC}	<0,0001	0,0019	0,2044

AP 7 El pastoreo de Cultivos de Cobertura multiespecies en agroecosistemas en transición regenerativa y circularRodríguez AA^{1,2*}, Jankovic V¹, Gamundi JC¹, Rótolo GC¹¹ EEA INTA Oliveros. Oliveros, Santa Fe, Argentina. ² CONICET. Rosario, Santa Fe, Argentina

*E-mail: rodriguez.aranza@inta.gov.ar

*Multispecies Cover Crops grazing in regenerative and circular agroecosystems***Introducción**

El desacoplamiento de la agricultura y la ganadería ha llevado a la especialización de los sistemas agropecuarios con consecuencias ambientales negativas. El enfoque de la agricultura circular y regenerativa propone, entre otros principios, la integración agrícola-ganadera. El objetivo propuesto fue evaluar y comparar el desempeño del pastoreo de Cultivos de Cobertura (CC) multiespecies con respecto a no pastoreado como forma de integración de la agricultura y la ganadería en agroecosistemas experimentales con enfoque circular y regenerativo en la región pampeana.

Materiales y Métodos

El experimento se desarrolló en la EEA Oliveros, con suelos Argiudoles típicos, temperaturas medias 10°C (min.) y 24°C (máx.) y precipitaciones medias 1036 mm anuales. El período analizado es la campaña agrícola 2021/22. Consideramos 4 tratamientos (T): CC no pastoreado/maíz (T1), CC pastoreado/maíz (T2), CC no pastoreado/soja (T3) y CC pastoreado/soja (T4), distribuidos en 3 bloques al azar. Los CC están compuestos por 8 especies (pertenecientes a 3 familias botánicas: Gramíneas, Leguminosas y Brassicáceas). Las mediciones realizadas fueron: i. biomasa aérea (t MS.ha⁻¹) en los momentos antes del pastoreo (a.p.) que fueron 108 (T1y2) y 112 (T3y4) días desde la siembra (dds) y al momento de terminación de los CC (final) a los 160 (T1y2) y 187 (T3y4) dds, ii. calidad según digestibilidad de la materia seca (DIVMS,%), iii. composición de especies (proporción de cada especie, %), iv. diversidad aportada (Índice de Shannon) y v. densidad de malezas (pl.m⁻²). Se utilizaron novillos británicos en terminación de 400 kg de peso vivo (pv) promedio. El peso de cada animal se consideró a la entrada y salida de cada T (T2, T4), en horario matutino, sin desbaste y con 6 días previos de acostumbramiento a la dieta con el mismo CC. Para el T2 las franjas diarias fueron de 1,33 ha y se usaron 70 animales. Para el T4, la superficie promedio de las franjas fue de 0,77 ha por día y se usaron 41 animales. En cada franja estuvieron en pastoreo 2.7 (T2) a 2.3 (T4) días, con una duración de 12 (T2) a

14 (T4) días. Después del pastoreo se determinó la distribución de heces (n°/m²), y su composición de nitrógeno (%N), fósforo (%P) y carbono orgánico total (%C). El cultivo de maíz y soja sucesores fueron cosechados con máquina experimental y el peso se ajustó a humedad estándar para determinar rendimiento (t.ha⁻¹). Se realizó el análisis de datos en Excel y la varianza estadística (ANOVA) en Rstudio.

Resultados y Discusión

La carga instantánea fue de 57 y 53 animales.ha⁻¹.día⁻¹, en T2 y T4, respectivamente. La ganancia de peso vivo diaria (GPD) fue de 1,21(±0.20) kg. animal. día⁻¹ para T2 y de 1,20 (±0.08) kg animal. día⁻¹ para T4. La eficiencia de cosecha del CC fue 19% (T2) y 60 % (T4) con una digestibilidad (DIVMS) de 68% y 62%, respectivamente. Las heces devolvieron 12 a 26 kg.ha⁻¹ de N, 3 a 7 kg.ha⁻¹ de P y 176 y 380 kg.ha⁻¹ de C para T2 y T4, respectivamente. La distribución de heces más escasa y heterogénea de T2 se debió a la mayor distancia a las aguadas. El CC pastoreado no alcanzó a recuperar la biomasa con respecto a T1 y T3 y la mayor biomasa de T3 y T4 se explica por la mayor duración del CC (27 dds más, Tabla 1). Los rendimientos de los cultivos sucesores no tuvieron diferencias entre los T con y sin pastoreo. Los cultivos sucesores presentaron bajo rendimiento en general, afectado por las escasas precipitaciones (800 mm). La diversidad medida fue media en todos los tratamientos. El pastoreo modificó la composición de especies del CC al final del período, aumentando la proporción vicia y disminuyendo las gramíneas. La densidad de malezas no mostró diferencias significativas al momento de terminación de los CC.

Conclusiones

El pastoreo de CC multiespecies permitió integrar la ganadería con una alta calidad del recurso forrajero ofrecido, una alta GDP y si bien, redujo la biomasa aérea, mantuvo la diversidad vegetal, sin afectar el rendimiento del cultivo posterior.

Tabla 1. Resultados de desempeño del cultivo de cobertura (CC) multiespecie según las variables medidas. Todas las variables están referidas a la producción por hectárea. Se muestran los valores promedios ± E.E. Letras diferentes indican diferencias significativas entre Tratamientos (entre T1 y T2 y entre T3 y T4) (P<0,05).

Tratamiento	Biomasa aerea a.p. (t MS.ha ⁻¹)	Biomasa aerea final (t MS.ha ⁻¹)	Composición de especies antes del pastoreo (a.p.)	Composición de especies al final del CC	Diversidad final de los CC (Índice de Shannon)	Densidad de malezas a.p. (n° pl.m ⁻²)	Densidad de malezas final (n° pl.m ⁻²)	Rendimiento del cultivo sucesor (t.ha ⁻¹)
T1. CC - MAIZ	2.2 ± 0.2 A	5.7 ± 0.4 A	Av 21%, Cnt 9%, Clz 1%, Rbno 1%, Trg 29%, Trt 10%, Vc 30%	Av 37%, Rbno 2%, Trg 10%, Trt 28%, Vc 34%	1,43 ± 0,04 A	7 ± 3 A	5 ± 2 A	2.8 ± 0.4 A
T2. CC/P - MAIZ	2.6 ± 0.2 A	3.5 ± 0.4 B	Av 37%, Clz 1%, Trg 10%, Trt 23%, Vc 29%	Av 19%, Cnt 1%, Clz 1%, Trg 21%, Trt 14%, Vc 43%	1,31 ± 0,04 A	17 ± 3 A	3 ± 2 A	3.3 ± 0.4 A
T3. CC - SOJA	2.8 ± 0.2 A	9.6 ± 0.3 A	Av 26%, Cnt 4%, Clz 3%, Rbno 13%, Trg 15%, Trt 13%, Vc 27%	Av 23%, Ctn 3%, Rbno 29%, Trg 2%, Trt 17%, Vc 27%	1,60 ± 0,04 A	27 ± 1 A	12 ± 2 A	2.3 ± 0.09 A
T4. CC/P - SOJA	2.7 ± 0.2 A	5.4 ± 0.3 B	Av 24%, Cnt 3%, Clz 2 %, Rbno 19%, Trg 9%, Trt 16%, Vc 27%	Av 2%, Cnt 3%, Clz 1%, Rbno 27%, Trg 3%, Trt 8%, Vc 39%	1,57 ± 0,04 A	34 ± 1 B	18 ± 2 A	2.5 ± 0.09 A

Nota: los momentos de muestreos corresponden a: a.p.= antes del pastoreo (108 y 112 dds), final= al momento previo a la interrupción del crecimiento de los CC (entre 160 a 187 dds). Las abreviaturas de las especies corresponden a: Av= Avena, Cnt= Centeno, Clz= Colza, Rbno= Rabano, Trg= trigo, Trt= Triticale, Vc= Vicia

AP 8 Validación del modelo RothC para coberturas de pasturas y bosques nativos en la región del Chaco SecoFilip ID^{1,2*}, Banegas N³, Nasca JA⁴, Sacido M⁵, Faverin C^{6,7}, Vibart R⁸¹CIT-Formosa CONICET. ²INTA EEA Las Breñas. ³IIACS-INTA. ⁴Terratio. ⁵FCA-UNR. ⁶FCEyN-UNMDP. ⁷IPADS-Balcarce. ⁸AgResearch Grasslands Research Centre, Palmerston North, New Zealand.

*E-mail: filip.ivan@inta.gob.ar

Validation of the RothC model for pasture and native forest covers for the Dry Chaco region

Introducción

En Argentina, el sector ganadero contribuye con ~20,8% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) (MAyDS, 2023). Sin embargo, los sistemas ganaderos podrían ser sumideros de carbono (C) al considerar el secuestro de C en la cobertura vegetal y en el suelo (Viglizzo *et al.*, 2019). La dinámica del carbono orgánico del suelo (COS) es compleja. Los modelos de simulación, como el Rothamsted Carbon Model (RothC), son útiles para cuantificar y entender la dinámica del COS. El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad predictiva del modelo RothC para estimar cambios en el COS en un sistema pastoril con Grama Rhodes (GR) y el Bosque Nativo (BN), coberturas representativas de la región del Chaco Seco.

Materiales y Métodos

Los datos de COS utilizados para la validación corresponden a experimentos conducidos en el Instituto de Investigación Animal del Chaco Semiárido (IIACS) con GR y BN (sucesión ecológica secundaria representado por *Zizyphus mistol*, *Geoffroea decorticans*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Ruprechtia laxiflora*), en 4 y 5 sitios experimentales respectivamente, durante 4 años con muestreos anuales, de 0-300 mm, en suelo Haplustol. El clima es subtropical sub-húmedo, con una media anual de precipitación de 924 mm y un coeficiente inter-anual de variación del 35%. El potencial de evapotranspiración medio anual es 1379 mm, y la temperatura media anual 19° C, en un rango de 26°C en enero a 13°C en julio. Los molisoles representan el orden de suelo predominante en la región.

Se utilizó el modelo RothC v.26.3 (Rothamsted Research; RRes, 2007) con los parámetros por default. El modelo tiene cuatro compartimientos activos de COS, los cuales cuantifican diferentes componentes: material vegetal degradable (DPM), material vegetal resistente (RPM), masa microbiana (BIO), y materia orgánica humificada (HUM). Además, el modelo incluye un compartimiento inerte de materia orgánica (IOM) que es resistente a la degradación. El modelo RothC divide los residuos vegetales entrantes en DPM y RPM según la relación DPM/RPM específica del material vegetal. Para nuestro estudio, adoptamos los valores sugeridos de la relación DPM/RPM para pasturas mejoradas (1,44) y bosques tropicales (0,25). El RothC, de paso mensual, utiliza variables climáticas: temperatura media del aire T (°C), precipitación (mm) y evapotranspiración (mm), de suelo (contenido de arcilla (%) y profundidad (cm) y C que aportan las raíces y residuos aéreos del cultivo. Los datos climáticos y de suelo fueron tomados en el sitio de estudio. Los aportes de C anual fueron 3,5 y 3,1 Mg C ha⁻¹ para GR y BN, respectivamente. La evaluación de la habilidad predictiva del RothC se realizó usando la raíz del error cuadrático medio de predicción (RECM; Mg ha⁻¹), el coeficiente de determinación (R²) y el coeficiente de correlación de concordancia (CCC). Todos los análisis fueron realizados en el Model Evaluation System v 3.2.4 (Texas A&M University) (Tedeschi, 2006).

Resultados y Discusión

Los valores medios (\pm desvío estándar) de COS (Mg ha⁻¹) para GR (59,7 \pm 15,6) y BN (48,2 \pm 14,6) se encuentran dentro del rango

de valores reportados para la región (Tabla 1). Los valores positivos en el desvío medio para la cobertura de suelo GR y BN indican una consistente subestimación del valor medio del COS. Para GR, el valor del desvío (~2,8% respecto del valor medio observado) indica una leve subestimación respecto a la media observada. Esto, junto con 96% de la variación explicada por el modelo y un CCC próximo a 1, indican una adecuada precisión del modelo. Similar tendencia se observó en BN, con el valor del desvío (~0,6% respecto del valor medio observado), R² y CCC próximo a 1, que indican una adecuada precisión del modelo. La menor partición del error al desvío y mayor al componente aleatorio sugiere una robusta predicción. El RothC tendría una predicción más robusta en coberturas de BN respecto de GR en base a los datos utilizados en esta validación.

Tabla 1. Carbono orgánico del suelo (COS) (Mg ha⁻¹ de 0 – 300 mm de suelo) bajo dos coberturas de suelo predicho por el Rothamsted Carbon Model

Indicadores	Cobertura de suelo	
	¹ GR (n=104)	² BN (n=57)
Media observada (O)	59,7	48,2
Media predicha (P)	57,9	48,5
Desvío medio (O-P)	1,7	0,3
³ RECM	4,9	3,5
Descomposición del error	% desvío	12,4
	% pendiente	63,7
	% aleatorio	23,9
⁴ R ²	0,96	0,95
⁵ CCC	0,94	0,97

¹GR: Grama Rhodes. ²BN: bosque nativo. ³RECM: raíz del error cuadrático medio de predicción. ⁴R²: coeficiente de determinación. ⁵CCC: coeficiente de correlación de concordancia.

Conclusiones

El modelo RothC predijo adecuadamente el COS de 0–300 mm de suelo bajo coberturas de GR y BN en la región del Chaco Seco.

Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto 2023-PD-L02-I097-Emisiones de gases de efecto invernadero y captura de carbono en sistemas agropecuarios y forestales por financiar este trabajo.

Bibliografía

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable (MAyDS) (2023). <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/cambio-climatico/internacionales>.
- RRes (2007). Rothamsted Carbon Model (RothC). Rothamsted Research. <https://www.rothamsted.ac.uk/rothamsted-carbon-model-rothc>.
- Tedeschi LO (2006) Agric Syst **89**, 225–247.
- Viglizzo EF *et al.* (2019) Sci Total Environ **661**, 531–542.

AP 9 Evaluación de propiedades de suelo en establecimientos lecheros del Oeste bonaerense. Comunicación

López Seco E^{1*}, Maekawa M², Demateis F², Barraco M³¹EAA INTA Manfredi; ²AER INTA Trenque Lauquen; ³EAA INTA General Villegas

*E-mail: lopezseco.emilia@inta.gob.ar

Evaluation of soil properties in dairy farms from Western Buenos Aires. Communication

Introducción

La producción lechera en Argentina se encuentra hace varias décadas en un marcado proceso de intensificación, impulsada por cambios significativos en las prácticas de manejo (Lazzarini *et al.* 2019). Esta transformación genera una creciente presión sobre los recursos naturales, entre ellos el suelo, recurso crucial para asegurar la sostenibilidad y la rentabilidad a largo plazo de los establecimientos lecheros. El monitoreo regular de las propiedades físico químicas del suelo mediante muestreos ofrece la oportunidad de identificar cambios en su composición, detectar desequilibrios nutricionales y evaluar la eficacia de las prácticas de manejo. El objetivo del presente estudio fue caracterizar las propiedades químicas y físicas de suelos de lotes pertenecientes a establecimientos lecheros en la región oeste bonaerense, evaluar la influencia de las rotaciones sobre los mismos y proponer posibles medidas de mejora.

Materiales y Métodos

Los muestreos se realizaron en 14 lotes productivos de establecimientos lecheros con más de 20 años de historia tampera pertenecientes a los partidos de Trenque Lauquen y General Villegas, provincia de Buenos Aires. La rotación de todos los lotes escogidos poseía al menos un periodo de producción de pasturas en los últimos diez años. Seis de los lotes escogidos se encontraban al momento del muestreo con pastura y ocho con rotaciones de cultivos anuales. La textura de los suelos analizados fue franca-arenoso y arenosa-franca. Para el análisis químico se realizaron muestras compuestas de diez piques por lote, de 0 a 20 cm de profundidad para determinar: materia orgánica (MO), nitrógeno total (Nt), fósforo extractable (P), pH, conductividad eléctrica (CE), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y cationes: calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y sodio (Na). El índice de materia orgánica se calculó mediante de la fórmula propuesta por Quiroga *et al.* 2006 ($IMO = \%MO / (\%arcilla + \%limo) * 100$). Para el análisis físico se evaluó la dureza del suelo a través de resistencia mecánica (RP) hasta los 40 cm e infiltración básica (IB). Los resultados se analizaron con el programa estadístico Infostat, mediante Prueba T-Student y medidas resumen.

Resultados y Discusión

Los lotes que se encontraban en el momento muestreo con pasturas no mostraron diferencias significativas con aquellos que se encontraban con cultivos anuales dentro de la rotación al momento del muestreo, en ninguna de las variables analizadas

(p-valor>0,05). Los niveles de P encontrados mostraron una amplia variabilidad: 111% (Tabla 1). En cuatro establecimientos los valores de P fueron menores a 20 ppm, valor requerido para una adecuada productividad de pasturas de alfalfa (Basigalup, 2007), mientras que los valores más elevados fueron de aquellos establecimientos que realizan encierres de animales y rotan esos espacios con los lotes de producción de cultivos. En cuanto al pH, los valores encontrados en todos los casos indicaron condiciones de moderada a ligera acidez, encontrándose todos por debajo de 6,9, valor adecuado para una optimizar la nodulación y disponibilidad de nutrientes. Los valores de CE no mostraron problemas de sales, siendo en todos los casos menor a 2 ds m⁻¹. En cuanto al porcentaje de bases del complejo de intercambio catiónico se observaron valores adecuados de K, Mg y Na, pero en 10 de los lotes se encontraron valores inferiores a 50% de Ca. El índice de materia orgánica se encontró en valores adecuados, por encima de 5 en todos los lotes excepto uno, con valor de 3,9.

Los muestreos de propiedades físicas mostraron que la infiltración básica (mm h⁻¹) fue adecuada para el tipo de suelo de la zona, superando los 100 mm h⁻¹ en 13 lotes. En un lote la IB fue de 52 mm h⁻¹, valor bajo para las texturas evaluadas. La RP mostró en todos los casos valores adecuados para el crecimiento de las raíces (2 Mpa) excepto en un caso que se encontró en 3,2 MPa en la capa de 15 a 20 cm.

Conclusiones

En los casos en donde el IMO fue menor a 5, la RP mayor a 2 Mpa e IB menor a 100 mm.h⁻¹ se deben planificar prácticas de manejo que aumenten en ese lote la producción de raíces para el aporte de materia orgánica y estructura de suelo. Es necesario monitorear periódicamente los niveles de calcio y pH para no provocar limitaciones en estas dos variables.

Bibliografía

- Basigalup DH (2007). Ed. INTA. 479 p.
Lazzarini B *et al.* (2019). Applied Animal Science. 35.
Quiroga A *et al.* (2006). Soil and Tillage Research. V.90. Issues 1-2. Pages 63-68.

Tabla 1. Variables químicas y físicas de suelo evaluadas en lotes de tambos del Oeste bonaerense. Se muestran las medidas resumen: media, coeficiente de variación (CV), mínimo (Mín.) y máximo (Máx.).

Medidas resumen	pH	CE (ds/m)	P (ppm)	Nt (%)	CIC (cmol.kg ⁻¹)	Ca (cmol.kg ⁻¹)	Mg (cmol.kg ⁻¹)	K (cmol.kg ⁻¹)	Na (cmol.kg ⁻¹)	IMO	IB (mm.h ⁻¹)	RP 15 cm (Mpa)
Media	5,9	0,48	44	0,14	12,6	5,7	2,3	3,8	0,15	8,3	197	1,19
CV (%)	5	75	111	20	18	20,9	34	31	43	29	49	55
Mín.	5,5	0,23	7,4	0,10	9,7	3,9	1,9	2,7	0,1	3,9	52	0,61
Máx.	6,4	1,41	151	0,21	16,4	7,9	3,9	6,5	0,3	13,3	328	3,40

Variables químicas: pH, conductividad eléctrica (CE), fósforo (P), nitrógeno total (Nt), capacidad de intercambio catiónico (CIC), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na) e índice de materia orgánica (IMO). Variables físicas: infiltración básica (IB), resistencia mecánica (RP)

AP 10 Efecto estacional sobre las emisiones de CH₄ y CO₂ de purines en un sistema de producción lecheraGere JI^{1,2*}, Fuhr E¹, Tieri MP³, Ceron Cucchi ME^{2,4}, Charlon V⁵, Griffa C³, Boglione R³, Schierano MC³, Panigati MC³¹UTN – FRBA ²CONICET ³UTN – FRRa ⁴IPvet INTA-CONICET ⁵INTA– EERa

*E-mail: jgere@frba.utn.edu.ar

*Seasonal effect of CH₄ and CO₂ emissions in slurry from a dairy production system***Introducción**

Las emisiones de gases de efecto invernadero de los sistemas de tratamiento de purines contribuyen a las emisiones del sector lechero, siendo necesaria la cuantificación de dichas emisiones.

En este trabajo, se tomó como base experimental de estudio un sistema de tratamiento de purines de tambo, para poder estudiar el efecto estacional sobre las emisiones de metano (CH₄) y dióxido de carbono (CO₂) y determinar sus relaciones con las características fisicoquímicas y las variables meteorológicas.

Materiales y Métodos

El ensayo se llevó a cabo en el tambo Robot perteneciente al INTA, Estación Experimental Agropecuaria (EEA) Rafaela ubicada en la provincia de Santa Fe. Este sistema consta de un sistema de separación de sólidos a través de un tamiz y dos lagunas, una anaeróbica y otra facultativa. Se realizaron campañas de monitoreo de las emisiones cada dos- tres meses, desde marzo de 2021 a marzo de 2022, para poder estudiar el efecto estacional sobre las emisiones de CH₄ y CO₂.

Las emisiones fueron monitoreadas por medio de la técnica de cámaras estáticas flotantes (Fusé *et al.*, 2016), en tres puntos del sistema: 5 m del inicio (1) de la laguna anaeróbica, a 5 m del inicio (2) y 5 m antes del final (3) de la laguna facultativa. En cada punto se extrajeron muestras de purines con el fin de realizar un análisis fisicoquímico de caracterización: pH, temperatura (T), conductividad, demanda bioquímica y química de oxígeno (DBO y DQO), fósforo, nitrato, amonio, sulfuros y sólidos totales y volátiles totales (ST y SVT); y se midieron los parámetros meteorológicos (T del aire y velocidad del viento). Se utilizaron los **“Indicadores de producción del Sistema de Ordeño Voluntario del Tambo Robot”** (OCLA 2024) para el cálculo de las emisiones referidas a la producción.

Se realizó un análisis de la varianza para estudiar la estacionalidad de las emisiones ($P<0,05$) y un análisis de correlación lineal para las correlaciones con las variables fisicoquímicas, empleando INFOSTAT.

Resultados y Discusión

Las lagunas se comportan como una fuente de CH₄ y CO₂, con una alta variabilidad estacional y espacial de los flujos medidos: para el CO₂ se tuvo un promedio de $1,17 \pm 0,74$ g/m²/h (con un máximo en marzo de 2021, verano, y un mínimo en julio de 2021, invierno), mientras que para el CH₄ se obtuvo un flujo promedio de $1,16 \pm 1,02$ g/m²/h, (con un máximo durante diciembre de 2021, verano, y un mínimo en marzo de 2022, otoño) (Figura 1).

La variabilidad estacional asociada a la temperatura del purin (T) en fuentes biogénicas es un resultado esperable. Sin embargo, las correlaciones de las emisiones con T tuvieron R² bajos (0,31 para el CH₄ y 0,51 para el CO₂) poniendo en evidencia que otros factores pueden tener efecto en estas emisiones. Por ejemplo, se encontró una relación fuerte entre la velocidad del viento y las emisiones de CH₄ (R²=0,61), ya que los eventos de viento fuerte impactan en la mezcla de las lagunas, impulsando eventos de alto flujo y mejorando el transporte de CH₄. Además, las relaciones entre las propiedades fisicoquímicas y las emisiones influyen de manera conjunta con las condiciones meteorológicas: las emisiones de CH₄ y CO₂ estuvieron positivamente relacionadas con ST, DQO y SVT, con R² que oscilan entre 0,5 y 0,76 para el CH₄ y 0,3 y 0,55 para el CO₂.

Respecto a la emisión referida a la producción, se obtuvo un valor de 211,12 kg /cab/año para el CH₄ y 238,74 kg /cab/año para el CO₂ (79 animales promedio según reporte del OCLA 2024). El valor obtenido para el CH₄ es cuatro veces mayor al calculado empleando las ecuaciones del Tier 1 (IPCC, 2006), donde se tiene un valor de 54,5 kg CH₄/cab/año.

Conclusiones

Las mediciones realizadas permitieron evaluar la influencia de los parámetros fisicoquímicos y meteorológicos que pueden asociarse a los flujos de CH₄ y CO₂ facilitando el estudio del comportamiento de los flujos y las variaciones estacionales. También se obtuvieron intensidades de emisión para el sistema de tratamiento estudiado, contribuyendo a la generación de valores locales, aplicables a la realidad geográfica y socio-productiva, los cuales permitirán ajustar con mayor precisión los valores de emisiones establecidos en los inventarios nacionales.

Bibliografía

- Fusé *et al.* (2016) *Environ Monit Assess* **188**:590.
 OCLA (2024). Observatorio de la cadena láctea argentina. www.ocla.org.ar
 IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol.4, Agriculture, Forestry and Land Use. Japón.

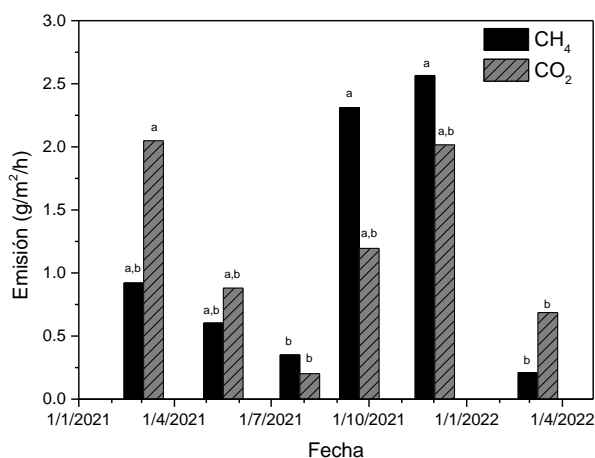


Figura 1. Flujos de CH₄ y CO₂ en cada una de las campañas de monitoreo. Letras distintas corresponden a diferencias estadísticamente significativas entre periodos ($P<0,05$).

AP 11 Huella de carbono hasta la tranquera y su variación en sistemas de cría de la Pampa DeprimidaFaverín C^{12*}, Recavarren P¹, Ortiz M³¹Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), ²FCEyN-UNMDP, ³FCA, UCA

*E-mail: faverin.claudia@inta.gob.ar

*Carbon footprint at the farm gate and its variation in cow-calf systems from the Flooding Pampas***Introducción**

La importancia de contar con información local es fundamental para la efectividad de los estudios sobre emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el sector ganadero. La participación activa de los productores en la recopilación de datos y en la evaluación de propuestas de eficiencia productiva y mitigación es esencial para garantizar la relevancia y viabilidad de las estrategias propuestas. Al trabajar estrechamente con los actores locales se facilita la identificación de prácticas específicas y factores contextuales que influyen en las emisiones de GEI. Esto permite diseñar intervenciones adaptadas a las condiciones y necesidades de cada región y promover la adopción de prácticas sostenibles por parte de los productores, fortaleciendo la resiliencia del sector agropecuario frente al cambio climático y contribuyendo a la reducción de la huella de carbono (HC) de la producción ganadera. El objetivo de este estudio fue estimar la variación en la HC (kg dióxido de carbono equivalente (CO₂e) por kg de peso vivo (PV)) en establecimientos de cría bovina de la Pampa Deprimida.

Materiales y Métodos

Se realizó un trabajo conjunto con 18 productores de establecimientos de cría bovina en la Cuenca del Salado y Depresión de Laprida sobre las prácticas agropecuarias durante un período de un año. La evaluación se realizó en el marco de la Mesa de Innovación de Olavarría (Recavarren *et al.*, 2024). Se trabajó con una encuesta para la recopilación de la información y un trabajo de acompañamiento e interacción con los productores para la obtención de indicadores productivos. Se recopiló información detallada sobre la estructura del establecimiento, el manejo de los rodeos, la alimentación y el manejo del pastoreo, el uso de la tierra y la gestión del estiércol. El número promedio de vientres fue de 423 vacas (mediana = 321, rango de 80 a 1133), la superficie promedio de los establecimientos de 763 ha (mediana = 583 ha, rango de 110 a 1700 ha), y carga animal de 0,74 (EV/ha) (mediana = 0,72, rango de 0,51 a 1,20 EV/ha).

Se utilizó una planilla Excel para el cálculo de la HC (kg CO₂e/kg PV), de las emisiones por ha (Eha) y de la producción de carne (PC) hasta la tranquera. Las estimaciones incluyeron las emisiones de metano (CH₄) de la fermentación entérica y del estiércol, óxido nitroso (N₂O) de los suelos (cultivos, forrajes, pastizales, rastrojos) y del estiércol, y dióxido de carbono (CO₂) derivado del uso de energía y de la producción de insumos y animales comprados. El límite se estableció hasta la tranquera y la PC incluyó los terneros destetados y las vacas de refugio. Se utilizó la metodología propuesta por el IPCC (2019) (Tier 2 para fermentación entérica y manejo de excretas; Tier 1 para aplicación de fertilizantes y excretas y residuos). Los potenciales de calentamiento global (PCG) de cada gas considerados fueron 28, 265 y 1 para el CH₄, N₂O y CO₂, respectivamente (IPCC, 2007).

Resultados y Discusión

Las Eha promedio fueron de 2165 kg CO₂e (entre 1400 y 3328 kg CO₂e), mientras que la PC promedio fue de 93,1 kg PV (entre

61,6 y 137,8 kg PV). La distribución de las emisiones por gas y por insumos/animales adquiridos, se presentan junto a la HC en la Figura 1. La HC promedio fue de 21,2 kg CO₂e/kg PV. El CH₄ entérico y de heces fueron la mayor fuente de emisión (77,2% en promedio) en comparación con las otras fuentes analizadas. Las emisiones de N₂O de orina y heces, fertilizantes aplicados y residuos de cultivo representaron la segunda fuente de emisión (16%) y las de CO₂ y de insumos externos al establecimiento fueron de 0,6% y 6,1%, respectivamente. En líneas generales, sistemas más eficientes (mejoras del rodeo: peso al destete, porcentaje de destete) tuvieron una menor HC, pero con una variación importante en las Eha atribuida a diferentes prácticas, tipo de alimentación, eficiencia y carga animal.

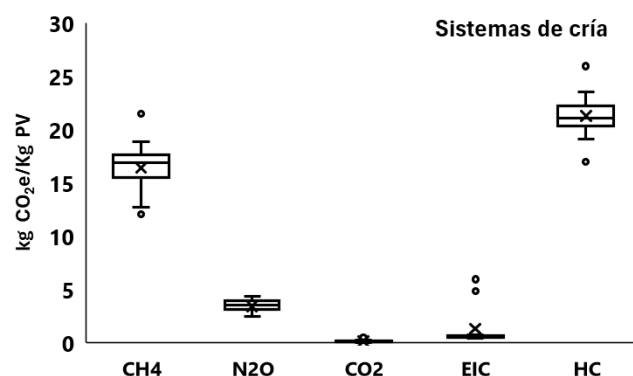


Figura 1. Distribución de las emisiones por gas, insumos (EIC) y huella de carbono de los establecimientos de cría. Media (—), mediana (x), percentiles 25 y 75 (recuadros)

Conclusión

En los establecimientos analizados, la mayor contribución a la emisión fue la del CH₄, seguido de la emisión de N₂O. La variabilidad en las HC, Eha y PC sugieren que hay un potencial significativo para mejorar las prácticas en los establecimientos con menor eficiencia. Las mejores prácticas y tecnologías podrían ser compartidas y adoptadas por más productores para reducir la HC y aumentar la productividad de manera sostenible.

Bibliografía

- IPCC (2007). Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment
- IPCC (2019). Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Agriculture, Forestry and Other Land Use, vol. 4. IPCC, Geneva, Switzerland (Chapter 10 and 11).
- Recavarren *et al.* (2024). 47 Congreso AAPA, 387 pp

AP 12 Anfibios caminadores asociados a lagunas en campos de la llanura aluvial del río Paraná con y sin carga ganaderaMesa L¹, Demartín R¹, Ghirardi R^{1,2}, Gutiérrez MF^{1,3}, Montalto L^{1,4}, López JA^{1,4*}¹INALI (CONICET-UNL) Santa Fe. ²Fac. Cs. Salud UCSF Santa Fe. ³Esc. Sup. Sanid. FCB UNL Santa Fe. ⁴Dpto. Cs. Nat. FHUC UNL Santa Fe.

*E-mail: yojalg@gmail.com

*Ground dwelling amphibians associated with ponds in fields of the Paraná River alluvial plain with and without cattle stock***Introducción**

El uso de la tierra en la llanura aluvial del río Paraná en Argentina ha cambiado significativamente en las últimas décadas, ya que la expansión de la producción de soja de tierras altas ha obligado a la reubicación del ganado, aumentando significativamente la densidad ganadera en estos humedales marginales (PROSAP 2009; Quintana *et al.* 2014). La ganadería en zona de islas produce impactos en diferentes componentes del ecosistema y grupos de organismos, incluidos los anfibios (Mesa *et al.* 2017, 2018, 2020; López *et al.* 2022). En este contexto nuestro objetivo fue analizar la diversidad de anfibios en campos ganaderos de la zona de islas del río Paraná Medio y compararla con la de áreas naturales protegidas de la región.

Materiales y Métodos

Durante el mes de diciembre de 2021 se instalaron trampas de caída para anfibios caminadores en la margen de 6 lagunas del valle aluvial del río Paraná. Una ubicada en la reserva natural 'Parque Provincial Cayastá' (RCayastá), en el Departamento Garay, Santa Fe. Las otras 5 ubicadas Departamento La Capital (Santa Fe) correspondían a 4 campos ganaderos en islas (Miní, Túnel, RN168km16 y UBA), y la reserva natural de la Universidad Nacional del Litoral (RECU). Se colocaron 48 trampas, 8 por sitio ubicadas a 1,5 m del margen del agua y separadas 5 m entre sí. Las trampas estuvieron activas durante 3 semanas durante las que fueron revisadas 3 veces.

Se analizó la riqueza (número de especies), diversidad (Shannon, Simpson), equidad (Pielou) y disimilitud (índice de Bray-Curtis) del ensamble de anfibios entre sitios. Se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) con la abundancia porcentual de las especies de anfibios por sitio. Todos los análisis se realizaron en R *version 4.2.2* con los paquetes *vegan* (Oksanen *et al.* 2020).

Resultados y Discusión

Los campos ganaderos tenían una carga animal entre media y alta; las reservas naturales no tenían ganado (Tabla 1). Se registraron cuatro especies de anfibios pertenecientes a tres familias (Microhylidae: *Elachistocheilus bicolor*; Bufonidae: *Rhinella dorbygnyi*; Leptodactylidae: *Leptodactylus luctator* y *Physalaemus albonotatus*). La mayor diversidad se encontró en el campo con menor carga ganadera (RN168km16), en tanto la menor diversidad se encontró en los campos con mayor carga ganadera (UBA y Mini) (Tabla 1). La mayor equidad se encontró en una de las reservas naturales (RCayastá), seguida por el campo de menor carga ganadera (RN168km16).

El ACP y el índice de disimilitud de Bray-Curtis mostraron que una de las reservas naturales (RECU) fue la que presentó el ensamble más diferente entre los ambientes (Tabla 2), debido a la presencia exclusiva de *P. albonotatus* en este sitio. En cambio, Mini y Túnel fueron los sitios con el ensamble más similar, seguidos por Mini y UBA, Túnel y UBA, RN168km16 y RCayastá (Tabla 2).

Existen antecedentes que señalan que la ganadería en islas puede afectar la ecología de los anfibios que habitan el valle aluvial del Río Paraná (López *et al.* 2015). Sin embargo, son necesarios estudios que involucren otras medidas de diversidad y temporadas de muestreo más amplias para dilucidar si los anfibios son buenos indicadores de impacto de la ganadería en humedales.

Tabla 1. Valores de riqueza, diversidad y equidad de especies de anfibios, y de carga ganadera en los sitios muestreados.

	Riqueza	Shannon	Simpson	Pielou	EV/ha
Miní	3	0,61	0,34	0,55	2,12
Túnel	3	0,64	0,36	0,59	1,22
RN168km16	3	1,01	0,62	0,92	1,20
UBA	3	0,27	0,13	0,25	2,12
RCayastá	2	0,68	0,49	0,98	0
RECU	3	0,66	0,36	0,60	0

EV/ha: carga animal expresada en equivalente vaca por hectárea.

Tabla 2. Valores de disimilitud del ensamble de anfibios entre sitios según el índice de Bray-Curtis.

Bray-Curtis	Miní	Túnel	RN168km16	UBA	Rcayastá
Túnel	0,02	-	-	-	-
RN168km16	0,33	0,32	-	-	-
UBA	0,14	0,15	0,47	-	-
RCayastá	0,24	0,25	0,15	0,36	-
RECU	0,79	0,79	0,79	0,80	0,79

Conclusiones

El muestreo preliminar muestra que los campos ganaderos del valle aluvial del río Paraná pueden albergar una diversidad de anfibios caminadores similar a las reservas naturales que protegen parches de este sistema de humedales. Sin embargo, las cargas elevadas de ganado podrían disminuir la equidad de los ensambles, favoreciendo la dominancia de una especie, en este caso *E. bicolor*.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por la Agencia Santafesina de Ciencia Tecnología e Innovación de la provincia de Santa Fe (PEICID 2022-008), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (Vincular 2023) y Fundación Williams.

Bibliografía

- López JA *et al.* (2015) *Herpet Conser Biol* **10**, 819-832.
 López JA *et al.* (2022) *South Am J Herpetol* **25**, 88-93.
 Mesa L *et al.* (2017) *Ecotox Environ Safety* **144**, 422-429.
 Mesa L *et al.* (2018) *Arch Envir Cont Toxicol* **75**, 316-326.
 Mesa L *et al.* (2020) *Sc Tot Envir* **70**, 135692.
 Oksanen *et al.* (2020) *Comm Ecol Package Version*, **2.5-3**.
 PROSAP (2009) *Min Agric Gan Pes Nac*.
 Quintana R *et al.* (2014) *Min Agric Gan Pes Nac*.

AP 13 Efecto del pastoreo sobre medianos y grandes mamíferos en el Chaco Seco

Cortez RD^{1*}, Agüero WD¹, Castellarini F², Oesterheld M³, Cibills A⁴, Blanco LJ¹

¹INTA EEA La Rioja, Chamental; ²IADIZA, CCT CONICET Mendoza; ³Conicet-UBA; ⁴USDA-NIFA

*E-mail: cortez.reyes@inta.gob.ar

Effect of grazing on medium and large mammals in the Dry Chaco

Introducción

En la actualidad, el impacto de la ganadería hace foco en aspectos como el balance de carbono, emisiones de gases de efecto invernadero, cambio climático y la biodiversidad. En diversos lugares del mundo, se está prestando atención a las razas bovinas “criollas”, debido a su potencial para reducir el impacto ambiental (Spiegel et. al. 2023). Este estudio tuvo como objetivo medir la actividad de medianos y grandes mamíferos autóctonos (MGMA) y su interacción con el pastoreo bovino.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el campo experimental “Los Cerrillos” de la EEA La Rioja del INTA (29°57’ S -65°52’ O). En un ensayo de pastoreo comparativo sobre pastizal natural, se evaluaron dos tratamientos (raza): Criollo Argentino (CR) y Angus (AA), en 4 potreros (unidad experimental n=2), de 550 ha cada uno. Cada potrero fue pastoreado por 15 a 20 vacas. Se distribuyeron 10 cámaras por potrero de la marca Bushnell (20 mp) y Cudde back (20 mp), teniendo en cuenta (Di Bitetti et al. 2020) distancia la aguada (DAG, Holechek, 1988): cerca (a menos de 1600 m) y lejos (más de 1600 m), y las tres comunidades vegetales (CV) predominantes (bajos, media loma y loma). Las mediciones se realizaron durante 2 épocas: reposo vegetativo (J-A-S) y crecimiento vegetativo (F-M-A) durante el período 2022-2023 (cámaras activas 180 días= 2 épocas x 90 días). Solo se contabilizaron como presencia aquellos registros separados por más de una hora, para estimar la abundancia relativa de MGMA y de bovinos. Las diferencias entre raza, época, DAG y CV, y sus interacciones, se analizaron mediante ANOVA. Las medias se compararon con test LSD Fisher (P<0,05).

Resultados y Discusión

Se registró un total de 8 especies de MGMA, de las cuales

Lycalopex gymnocercus (Zorro gris), Pecari tajacu (Chancho pecari) y Dolichotis patagonum(Liebre o Mara) fueron las especies con mayores registros. Los resultados del ANOVA (Tabla 1) para MGMA mostraron una interacción significativa entre los factores raza, época y comunidad vegetal (CV). Se observó un mayor movimiento de MGMA durante la época de reposo vegetativo en “bajos” pastoreados con vacas AA, y en “lomas” pastoreadas con vacas CR. En trabajos previos realizados en el Chaco Seco paraguayo, también observaron el efecto de las características estructurales y las variaciones estacionales de la vegetación sobre la abundancia de las principales especies de MGMA (Weiler et. al. 2020). En el caso de la presencia de bovinos, solo se detectó significancia en el factor comunidad vegetal (CV, P < 0,05, Tabla 1), siendo mayor en los bajos.

Conclusiones

Estos resultados de un solo periodo de análisis, indicaron que la abundancia de MGMA, varía de acuerdo a la interacción de múltiples factores, principalmente asociados a patrones espaciales (CV) y estacionales (época) de la vegetación. Estos son resultados preliminares, se continuarán las evaluaciones durante los próximos períodos.

Agradecimientos

Al personal de apoyo de campo de la EEA INTA La Rioja. Por el financiamiento: Asoc. Coop. INTA La Rioja y proyectos INTA i099, CIAC 940201.

Bibliografía

- Di Bitetti MS et al. (2020) J Nat Conserv 58, 125900.
- Holechek JL (1988) Rangelands 10, 11
- Spiegel S et al. (2023) J Arid Environ 216, 104980.
- Weiler A et al. (2020) Glob Ecol Conserv 23, e01103.

Tabla 1. Abundancia relativa de grandes y medianos mamíferos autóctonos (MGMA), y bovinos, según raza (Criollo Argentino: CR y Angus: AA), época (crecimiento, FMA o reposo vegetativo, JAS), distancia a la aguada (DAG: cerca<1600m y lejos>1600m) y comunidad vegetal (CV: bajos, media loma y loma). La interacción Raza*Época*CV fue significativa para MGMA (P<0.05; letras distintas comparan tratamientos en la fila inferior con alfa= 0.05).

Factor	Niveles	MGMA		Bovinos	
		Valor de P	Medias ± D.E.	Valor de P	Medias ± D.E.
Raza	CR	P >0,05	3,03 ± 2,44	P >0,05	13,64 ± 5,23
	AA		4,58 ± 1,72		8,76 ± 5,06
Época	FMA	P < 0,05	1,77 ± 0,62	P >0,05	11,72 ± 4,69
	JAS		4,85 ± 1,54		10,68 ± 6,79
DAG	Cerca	0,05 < P < 0,1	2,36 ± 1,83	P >0,05	12,5 ± 6,52
	Lejos		5,56 ± 4,91		9,53 ± 7,1
CV	Bajo	P < 0,05	5,45 ± 5,62	P < 0,05	24,02 ± 19,03
	Media loma		2,11 ± 1,55		11,49 ± 5,7
	Loma		3,9 ± 4,9		3,42 ± 2,75
Combinaciones Raza*Época*CV	CR*FMA*med_lom	P < 0,05	0,48 ± 0,057 A		
	AA*JAS*loma		1,43 ± 1,563 A		
	AA*FMA*med_lom		1,51 ± 0,304 A		
	CR*FMA*loma		1,6 ± 0,622 A		
	AA*FMA*bajo		1,72 ± 0,001 A		
	CR*JAS*med_lom		2,68 ± 2.121AB		
	CR*FMA*bajo		2,89 ± 1.619AB		
	AA*FMA*loma		3,42 ± 2.065AB		
	CR*JAS*bajo		3,44 ± 4.165AB		
	AA*JAS*med_lom		3,76 ± 0.141AB		
CR*JAS*loma	9,14 ± 9.108 BC				
AA*JAS*bajo	13,77 ± 3.755 C				

AP 14 Huella de carbono y estrategias de mitigación en un tambo en Santa Fe, Argentina: Estudio de caso. ComunicaciónTieri MP^{1*}, Herrera E², Delbon M^{1,3}, Gere JI^{2,3}¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela (UTNFRRA), ²Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires (UTNBA), ³Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

*E-mail: mpaztieri@gmail.com

*Carbon footprint and mitigation strategies in a dairy farm in Santa Fe, Argentina: Case study. Communication***Introducción**

La producción lechera, presenta un desafío en cuanto a su contribución a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la influencia de la implementación de estrategias de mitigación de GEI sobre la huella de carbono (HC) de la leche, en un tambo de la provincia de Santa Fe, Argentina.

Materiales y Métodos

A partir de la información recopilada durante el ciclo julio 2022-junio 2023 en un tambo en la Provincia de Santa Fe, se calculó la línea base de emisiones de GEI y HC. El tambo cuenta con una superficie de 56 ha y 113 vacas totales (104 en ordeño y 9 secas). La dieta es 70:30 en la relación forraje: concentrado.

Se definieron los límites del sistema de producción y se utilizó el Calculador de Programa Argentino Carbono Neutro (PACN) para el cálculo de la huella y el balance de carbono específico para el sector lácteo a partir de las normas ISO 14067 y las guías del IPCC (2006; 2019). Una vez obtenida la línea base del tambo estudiado, a partir de una revisión bibliográfica y del calculador de PACN, se simuló diferentes estrategias de mitigación en sistemas ganaderos y, posteriormente, se seleccionaron aquellas aplicables a sistemas lecheros de base pastoril y se las clasificó como estrategias de corto (2024), mediano (2026) y largo plazo (2030), según su facilidad de aplicación. Posteriormente, se realizaron simulaciones de escenarios, incorporando las estrategias de mitigación seleccionadas en el escenario base del tambo, a partir del uso del calculador de PACN.

Resultados y Discusión

Las estrategias seleccionadas fueron: utilizar alimentos que garanticen el uso de soja libre de deforestación (SLD); instalación de agua en la parcela (AP); instalar un sistema de separación de sólidos tipo tamiz (SS); invertir en la instalación de un sistema de 3 lagunas para el manejo de purines líquidos (MPL); aumentar la incorporación del carbono al suelo (ACS) a partir de un mayor aporte de residuos de los cultivos y el uso del estiércol como fertilizantes; uso de energía solar (ES) y reforestación (RF).

La implementación de estas estrategias tiene el potencial de reducción de las emisiones desde la línea base de 1157,30 t CO₂

eq a 858 t CO₂ eq (Tabla 1). Cada estrategia impactó de manera distinta: SLD permitió una reducción del 16,78% de las emisiones. La inclusión de AP aumentó las emisiones en un 1% respecto a SLD, pero se mantuvo por debajo de la línea base. La incorporación de SS redujo las emisiones en un 4,09% respecto a la estrategia anterior. La inversión en MPL disminuyó las emisiones en un 6,76%. La suma de ACS mostró una reducción insignificante del 0,01%. El aporte de ES redujo las emisiones en un 1,28%, y de RF, aunque no redujo la HC, se destacó por su capacidad para secuestrar carbono (-0,12 t CO₂ eq), mejorando el balance de emisiones en un 12,12%. En conjunto, estas estrategias lograron una reducción del 25,81%, situándose en la categoría de mitigación media (Newell Price *et al.*, 2011).

Conclusiones

La implementación de un conjunto de estrategias de mitigación en el sistema productivo analizado tiene un potencial significativo para reducir la huella de carbono.

Es importante destacar que cada estrategia contribuyó de manera particular a la reducción total. Si bien algunas, como la soja libre de deforestación y el manejo de purines líquidos, mostraron un mayor impacto, todas ellas, en conjunto, lograron una disminución considerable de la huella de carbono del sistema.

La estrategia RF, aunque no redujo directamente las emisiones, demostró ser una práctica fundamental para el secuestro de carbono a largo plazo, mejorando el balance de GEI y contribuyendo a la mitigación del cambio climático.

Bibliografía

IPCC (2006). IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use.

IPCC (2019). Refinement to the 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Recuperado de <https://www.ipcc-ggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.htm>

Newell Price JP *et al.* (2011). Proyecto Defra WQ0106. PACN (2023). Herramientas sectoriales Mesa Láctea (2023). Buenos Aires, Argentina.

Tabla 1. Resultados y análisis de oportunidades de reducción de Gases de Efecto Invernadero.

Secuencia de Incorporación de Estrategias de Mitigación	Año	Emisiones totales (tCO ₂ eq)	% de reducción emisiones	HC	% de reducción	Secuestro	Balance	% reducción balance	
								Por estrategia	Acumulado
Línea base (LB)	2023	1157,30		0,97		-0,04	0,93		
+Soja libre de deforestación (SLD)	2024	963,05	16,78%	0,81	16,49	-0,04	0,77	17,20%	17,20%
+Agua en la parcela (AP)	2024	972,71	15,95%	0,79	18,56	-0,04	0,75	2,60%	19,35%
+Separación de sólidos (SS)	2024	932,92	19,39%	0,76	21,65	-0,04	0,72	4,00%	22,58%
+Sistema de 3 lagunas para el manejo de los purines líquidos (MPL)	2026	869,84	24,84%	0,71	26,80	-0,04	0,67	6,94%	27,96%
+Aumento del aporte de carbono al suelo (ACS)	2026	869,78	24,84%	0,71	26,80	-0,04	0,67	0,00%	27,96%
+Uso de energía solar (ES)	2030	858,62	25,81%	0,70	27,84	-0,04	0,66	1,49%	29,03%
+Reforestación (RF)	2030	858,62	25,81%	0,70	27,84	-0,12	0,58	12,12%	37,63%

AP 15 Análisis de ciclo de vida para estimar el impacto ambiental de las explotaciones lecheras: estudio de caso.**Comunicación**Tierl MP^{1*}, Woloschin M¹, Ulmer J², Ochoa E²¹ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Rafaela (UTNFRRA). ² Cooperativa Guillermo Lehmann.

*E-mail: mpaztierl@gmail.com

*Life cycle assessment to estimate the environmental impact of dairy farms: case study. Communication***Introducción**

En la actualidad existe un creciente interés por el diagnóstico de los impactos ambientales de distintos productos y en particular por el de los alimentos. El análisis de ciclo de vida (ACV) brinda la posibilidad de obtener información acerca de la sustentabilidad de los sistemas productivos y sus impactos ambientales potenciales. Esta valoración permite asegurar una mejora continua en los procesos y/o productos, a través de la reducción o la mitigación de los impactos ambientales. El objetivo del presente trabajo fue desarrollar un ACV multi-impacto para un tambo ubicado en la provincia de Santa Fe, Argentina.

Materiales y Métodos

Se utilizó el método de ACV, basado en la norma ISO 14040, de un tambo en la Provincia de Santa Fe (TSF) que cuenta con una superficie de 167 ha y 353 vacas totales (263 en ordeño y 90 secas), con una producción diaria promedio de 18,51 kg/vaca y una dieta 69:31 respecto a su relación forraje: concentrado. Para el trabajo se recopiló información del ciclo julio 2022-junio 2023, bajo un alcance desde la cuna a la tranquera. La unidad funcional fue 1 kg de leche corregida por grasa y proteína (LCGP) y conforme a la metodología de LCA ISO 14.040/14.044 y las Regla de Categoría de Producto (PCR) específicas. Los impactos potenciales evaluados fueron: potencial de calentamiento global (PCG), que se conoce comúnmente como la huella de carbono o emisiones de GEI por producto, acidificación potencial (AP), eutrofización potencial (EP), formación fotoquímica de Ozono potencial (FFO), reducción potencial de la capa de ozono (RCO), agotamiento potencial de recursos abióticos materiales (ARM), agotamiento potencial de recursos abióticos combustibles (ARC) y potencial de escasez de agua (EA).

Se utilizaron diferentes métodos de evaluación del impacto del ciclo de vida como el IPCC (2019), CML y ReCiPE 2016 (Huijbregts *et al.*, 2017). Los resultados fueron comparados con perfiles de la leche cruda de Brasil (BR), Nueva Zelanda (NZ) y del Resto del mundo (RDM) de la base de datos Agri-footprint 6.3.

Resultados y Discusión

La leche producida en TSF tuvo menores impactos ambientales potenciales respecto a los perfiles que se encuentran en las bases de datos internacionales (Tabla 1). El TSF presentó menor PCG y FFO por kg LCGP, respecto a BR y REM, siendo la alimentación animal, la compra de alimentos y la gestión del estiércol responsables de la mayor contribución al PCG (39, 23 y 15% respectivamente) y a la FFO (11, 73 y 4% respectivamente). La EP y la AP del TSF fueron las menores, siendo el mayor impacto debido al uso de fertilizantes inorgánicos para la producción de balanceados (78% y 68%) y la fertilización inorgánica en el tambo (10% y 16%) para EP y AP, respectivamente. Respecto a la RCO, la compra de balanceado, el uso de la energía eléctrica y el uso de herbicidas fueron los de mayor impacto (75, 10 y 10%, respectivamente). Para ARC y ARM, la compra de balanceados impactó en gran medida (69 y 99%, respectivamente), siendo importante para el ARC el consumo de gasoil (11%) y luz (6%). La EA fue baja respecto a los otros países utilizados para la comparación. Esto se debe a que es una producción en secano. El mayor consumo de agua fue en la producción del balanceado (68%), uso de agroquímicos (28%) y limpieza instalaciones (3%).

Conclusiones

Este trabajo resalta la importancia de comenzar a evaluar otros impactos ambientales potenciales además del poder de calentamiento global en los sistemas productivos. Si bien las emisiones de GEI son significativas, también es importante considerar otros impactos ambientales locales. Esta amplia evaluación nos permite implementar medidas más efectivas para mitigar el impacto ambiental de la lechería, promoviendo así un enfoque más holístico y sostenible.

Bibliografía

IPCC (2019). Volume 4. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.htm>
Huijbregts *et al* (2017). *Int J Life Cycle Ass.* 22, 138-147.

Tabla 1. Impactos ambientales potenciales por kilogramo de leche cruda producida en un tambo de Santa Fe versus los de la leche del Resto del mundo, Nueva Zelanda y Brasil.

Impactos potenciales	Caso Santa Fe	Resto del mundo	Nueva Zelanda	Brasil
Potencial de calentamiento global (kg CO ₂ eq)	1,13	1,35	1,01	2,45
Agotamiento potencial de recursos abióticos fósiles (MJ)	2,53	2,33	1,52	3,81
Agotamiento potencial de recursos abióticos materiales (kg Sbeq)	7,44E-07	1,29E-06	1,62E-06	3,83E-06
Acidificación Potencial (g SO ₂ eq)	0,00367	0,0140	0,0159	0,0124
Eutrofización Potencial (g PO ₄ ³⁻ eq)	0,00161	0,00664	0,00894	0,00592
Reducción potencial de la capa de ozono (kg CFC-11eq)	5,68E-09	1,97E-08	1,10E-08	3,43E-08
Formación fotoquímica de Ozono potencial (g NMVOCeq)	0,00153	0,00335	0,000839	0,00416
Potencial de escasez de agua (m ³ eq/kgLCGP)	0,059	0,33	0,0612	0,219

AP 16 Destino del fósforo añadido por fertilización de largo plazo en Campos naturales

Cattani M^{1*}, Rodríguez Palma R¹, Jaurena M², Silveira M², Rodríguez T¹, Lattanzi F²

¹ Facultad de Agronomía, Universidad de la República (FAGRO, UdelaR) Estación Experimental en Salto (EEFAS), ²Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA), Área de Pasturas y Forrajes, Uruguay.

*E-mail: mcattani@fagro.edu.uy

Fate of phosphorus added through chronic fertilization in native Campo grasslands

Introducción

La fertilización con fósforo (P) y nitrógeno (N) permite aumentar la producción de forraje y la productividad secundaria de sistemas ganaderos extensivos basados en campo natural (Rodríguez Palma *et al.*, 2024). Aunque es sabido que en sistemas de producción animal la eficiencia de uso de estos nutrientes es relativamente baja, no se ha estudiado qué destino tienen los nutrientes agregados y no utilizados. El objetivo de este trabajo es conocer la distribución de P en el suelo de campo natural con y sin fertilización.

Materiales y Métodos

Los experimentos muestreados se ubican al norte del Uruguay, sobre suelos de cuevas basálticas (i) San Antonio-Salto (EEFAS), (ii) Cañada del Pueblo-Paysandú (INIA GLENCOE), y (iii) Tambores-Tacuarembó (INIA TAMBORES). Los tres experimentos se realizaron en pastizales nativos y recibieron N y P al voleo durante 11, 20 y 9 años, respectivamente (aporte total de P: 163, 522 y 699 kg P.ha⁻¹, respectivamente).

En los tres sitios se muestreó un tratamiento fertilizado con N y P, y uno no fertilizado (control). En Tambores, además, se muestreó un tratamiento fertilizado solo con N (N200 P0). Se tomaron muestras de suelo con calador hidráulico (Ø 8 cm) a 0-30 y a 30-90 cm para analizar P Total y densidad aparente (Dap). Además, se realizaron muestras compuestas por tratamiento con calador de mano (Ø 2 cm) a 0-10 cm para analizar P Total y P Orgánico. Se estudió la distribución en profundidad de los stocks de P orgánico y P mineral. Finalmente, se tomaron muestras de suelo 0-2.5 cm para medir P soluble en agua (WEP) y 0-20 para P extractable en solución Bray1 o en ácido cítrico (P_{Bray} y P_{cítrico}). Se realizó ANOVA con modelos mixtos (R).

Resultados y Discusión

El stock de P Total por sitio fue superior en las parcelas fertilizadas con P vs. control ($P < 0.01$), esto se debió a aumentos de P mineral y no de P orgánico ($P < 0,01$)

En ambos tratamientos el stock de P Total fue superior en los primeros 30 cm de suelo respecto a los horizontes profundos (relación 2,5:1 en tratamientos control y 1,5:1 en tratamientos fertilizados, Figura 1).

En los primeros 10 cm de suelo la diferencia en P Total (ppm) entre fertilizado y control fue -5% en EEFAS, 27 % en INIA Glencoe, 24 % en Tambores en seco (SR) y 35 % en Tambores con riego (R) (Figura 2).

En los tres experimentos, los valores de P_{Bray} fueron similares en las parcelas fertilizadas y control (4,0-5,1 vs. 4,1-4,9 ppm; $P > 0,05$). El mismo patrón se observó en P extraído con ácido cítrico (4,8-6,8 vs. 5,3-6,3 ppm; $P > 0,05$). El WEP (0-2.5 cm) fue 9% mayor en las parcelas fertilizadas (4,0-7,3 vs. 4,6-5,8 ppm), pero la gran variación hizo que estas diferencias no se detectaran como estadísticamente significativas ($P > 0,05$).

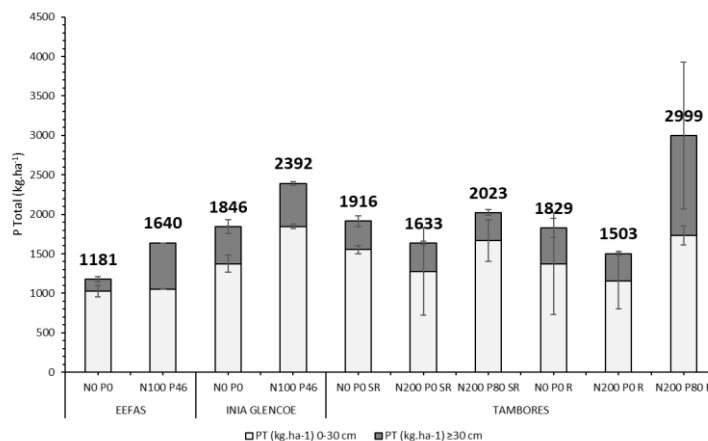


Figura 2. Stock de P Total en suelo (kg.ha⁻¹), en dos profundidades: 0-30 cm y > 30 (30-90 cm), para tratamientos control (NO P0) y fertilizados con N y P (N100 - P46 y N200-P80) solo con N (N200 P0), en seco (SR) Y riego (R) en tres sitios experimentales. Los valores indican la sumatoria de ambas profundidades.

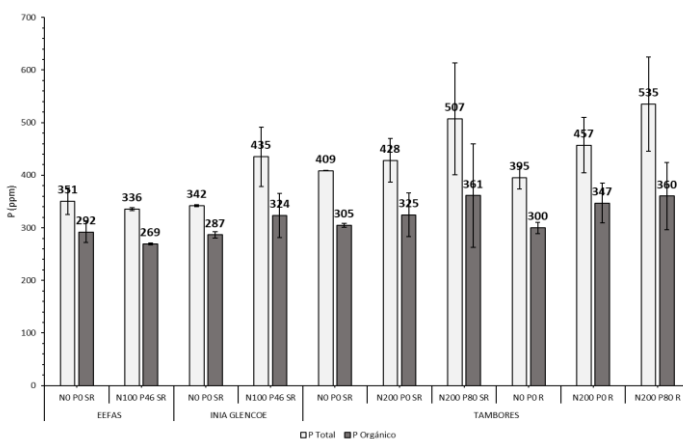


Figura 1. Concentración de Fosforo Total y Fósforo Orgánico (ppm) en 10 cm de suelo en tratamientos control (NO P0), fertilizados con N y P (N100 P46 y N200 P80) y sólo N (N200 P0) en seco (SR) y riego (R) en tres sitios.

Conclusiones

El aumento de P total se debió principalmente al cambio en el P mineral. A pesar de las grandes cantidades de P soluble agregado, se observaron cambios relativamente pequeños o nulos en las concentraciones de P extractable, y en el P asociado a riesgo de polución (WEP).

Bibliografía

Rodríguez Palma RM *et al.* (2024) Rangel Ecol Manag (en prensa).

AP 17 ¿Es Posible aumentar la resiliencia de un pastizal sin afectar los índices de producción ganadera? Comunicación.De Luca L^{1*}, Casal A¹, Huinca D²¹INTA EEA Cuenca del Salado AER Maipú, ²INTA EEA Cuenca del Salado AER Ayacucho

*E-mail: deluca.laura@inta.gob.ar

*Is it possible to increase the resilience of a grassland without affecting livestock production rates? Communication***Introducción**

La capacidad de un ecosistema de tolerar las perturbaciones o la velocidad con la que regresa a su estado inicial luego de una perturbación es lo que se conoce como resiliencia. A mayor riqueza de plantas herbáceas, leñosas, nativas, naturalizadas, asociaciones simbióticas, etc., mayor será la resiliencia de un pastizal ante una determinada perturbación (Nicholls *et al.*, 2013). La proporción de especies nativas dentro de la comunidad del pastizal resulta de suma importancia dado que han coevolucionado con el ambiente, contribuyendo en gran medida a robustecer indicadores de estabilidad y resiliencia. Otro componente fundamental son las asociaciones benéficas como los hongos micorrizógenos, un grupo de micorrizas omnipresente en la mayoría de los ecosistemas de pastizal es el de los hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) los cuales están asociados a un 80% de las plantas (De la Rosa Mera *et al.*, 2006). El objetivo de este trabajo fue establecer un parámetro de resiliencia del pastizal basado en la recuperación de las especies herbáceas nativas y el potencial de colonización con hongos micorrízicos presentes en un sistema bajo pastoreo racional.

Materiales y Métodos

El sistema agroecológico bajo estudio (SABE), es un módulo de ganadería basado en el manejo racional del pastizal natural (Jacobó *et al.*, 2006), con apotreramientos progresivos desde mediados del año 2018. Posee una superficie total de 190 has, con 160 vacas en pastoreo y 5 toros al momento del servicio. Dentro de las mediciones realizadas, para monitorear esta propuesta de manejo, se implementó el Censo florístico por transectas (Matteucci *et al.*, 1982). Para el presente trabajo incluiremos sólo las especies nativas, teniendo en cuenta el aporte a la resiliencia que realizan las especies que coevolucionaron con el ambiente. No consideramos aquellas naturalizadas (*Rye-grass sp.*, *Festuca sp.*, *Lotus sp.*), ni exóticas (*Cynodon sp.*, *Hipochaeris sp.*, etc.). Si bien existen muchas definiciones de pastizal natural; algunas hacen referencia a la necesidad de poseer una cobertura relativa mayor al 50 % de especies nativas para ser considerado como tal. A la hora de valorar los HMA, se trabajó con la estimación del Potencial de colonización micorrízico PCM), (Covacevich *et al.*, 2014), denominada metodología de "Planta Trampa". El PCM, está

compuesto por dos porcentajes: %M que indica la presencia de hifas colonizadoras en las raíces de las plantas trampa y %A que indica la proporción de arbusculos detectados en las no raíces, efectivizando la simbiosis entre los hongos y las plantas.

Resultados y Discusión

Las especies vegetales nativas encontradas durante los muestreos realizados fueron principalmente *Paspalum dilatatum* Poir., *Bothriochloa laguroides* (DC.) Herter, *Setaria geniculata* Lam., *Sporobolus indicus* (L.) R. Br., *Adesmia bicolor* (Poir.) DC., *Centaurea cyanus* L., *Piptochaetium bicolor* Vahl., *Panicum gounii* E. Fourn., las cuales han incrementado su % de cobertura de un 10% a un 50% a la par del potencial de colonización micorrízico, entre los años 2019 a 2022. A su vez, los índices productivos considerados (Condición corporal y %Preñez) también mejoraron a lo largo del período considerado, sin ir en detrimento de la composición del pastizal. Es interesante ver cómo tanto el % de cobertura de herbáceas nativas como el %A se mantiene en valores superiores al año de inicio, aun considerando la extrema sequía registrada durante el último año evaluado (2023). Esto podía darnos la idea de un aumento en la resiliencia del sistema, dado que, a pesar del estrés hídrico, la simbiosis permanece activa al igual que la estructura vegetal.

Conclusiones

El pastoreo racional, con sus mayores períodos de descanso, permitió restablecer la cobertura de plantas nativas y facilitó la supervivencia de propágulos de hongos micorrízicos, aún en condiciones de alta adversidad, como lo fue la sequía registrada durante el 2022-2023.

Bibliografía.

- Covacevich F *et al.* (2014) EUDEM.115pp
 De La Rosa Mera C (2006) Rev. Especial. Cs. Quím. y Biol. 9 (2): 96- 100. Jacobo E *et al.* (2006). Range. Ecol. & Manag. 59(3), 249-257.
 Nicholls C *et al.* (2013). <https://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/1310748/>
 Matteucci S D *et al.* (1982). Secret. Gral. OEA. Vol. 22 Washington, DC.

Tabla 1. Estimación del % de cobertura de plantas nativas; potencial de colonización hongos micorrízico- arbusculares (PCM) expresado en presencia de HIFAS (% M) y de arbusculos (%A), CC condición corporal rodeo promedio anual para el año; porcentaje de preñez para el año. período 2019, 2020, 2021, 2022 y 2023. sobre el sitio 14C2F2 correspondiente a campo natural media loma.

ÉPOCA DE MUESTREO	% Cobertura de Nativas	Pot. Colon. PCM		CC vaca promedio	% Preñez
		%M	%A		
OTOÑO 2019	10	44	22	2,5	87
OTOÑO 2020	44	53	17	2,9	94
OTOÑO 2021	52	68	34	2,9	91
OTOÑO 2022	50	58	46	2,7	94
OTOÑO 2023	34	37	40	2,9	93

AP 18 Uso de bioindicadores microbianos de suelo para el monitoreo de los sistemas de pastoreo en pastizales australesAndrade M^{1*}, Morales CG¹, Ferrer F², Barria Lagos V³, Toledo S¹¹EEA- INTA Santa Cruz, ²CIT-CONICET Santa Cruz. ³Universidad de la Patagonia Austral

*E-mail: andrade.miguel@inta.gov.ar

*Use of soil microbial bioindicators for monitoring grazing management systems in austral grasslands***Introducción**

Existe un interés creciente en contar con indicadores de calidad del suelo dado que mercados y productores se han vuelto más conscientes de la necesidad de gestionar el suelo de una manera sostenible (McGuire, 2015). En este sentido, hay antecedentes en donde los bio-indicadores (biomasa, actividad y coeficientes microbianos) ya se han integrado en redes de monitoreo de suelos y se destacan como herramientas de bio-monitoreo por su sensibilidad a los disturbios (Marcos y Olivera, 2016). La ganadería ovina extensiva es la principal actividad agropecuaria de Santa Cruz, primando un sistema de manejo del pastoreo continuo. Sin embargo, existen establecimientos que aplican sistemas alternativos como el pastoreo rotativo, el manejo holístico o los que consideran cambios en la carga animal en función de la oferta de forrajes. El objetivo de este trabajo fue determinar los atributos microbianos de suelo bajo distintos sistemas de manejo del pastoreo que se realizan en la región.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el Sur de Santa Cruz (estepa magallánica seca), en sitios que tienen cuatro tipos de manejo del pastoreo diferentes aplicados por más de 8 años: i) un manejo rotativo (descansos de 45 días); ii) pastoreo continuo de carga moderada (0,15 EO ha⁻¹ año⁻¹); iii) pastoreo continuo de carga alta (0,50 EO ha⁻¹ año⁻¹); iv) ajuste de la carga en función de la disponibilidad forrajera. Estos se contrastaron con sitios sin pastoreo (clausura >30 años). Para cada una de estas cinco condiciones, se tomaron n=4 muestras compuestas de suelo de los primeros 0-10cm de profundidad. En laboratorio se determinaron: el carbono de la biomasa microbiana (CBM), y la respiración biológica del suelo (RBS). Con ellos se calculó el coeficiente microbiano que relaciona RBS:CBM (qCO₂) según las técnicas descriptas en Toledo et al (2021). Los datos fueron analizados con ANOVA simple y separación de medias mediante test de Tukey con nivel de significancia del 5%.

Resultados y Discusión

Los datos mostraron una disminución del CBM en el sitio con carga alta comparado al sitio no pastoreado, mientras que no hubo diferencias entre los restantes tipos de manejo (Fig. 1^a). El CBM se utiliza para evaluar los cambios del carbono (C) dado que es una fracción lábil y "viva" sensible a las modificaciones en las reservas del C del suelo. Además, el crecimiento microbiano es importante para el mantenimiento de la calidad del suelo. La RBS y el qCO₂ aumentaron en los sitios con pastoreo, siendo mayor este incremento en el sitio de pastoreo continuo de carga moderada, seguido del manejo de carga alta y el sitio de pastoreo rotativo, mientras que el manejo de pastoreo con ajuste de carga no fue diferente al sitio sin pastoreo (Fig. 1 b y c). La RBS informa sobre la actividad de los microorganismos y la mineralización del C del suelo, y cómo las prácticas de manejo más intensivas generan una mayor emisión de CO₂ del suelo. El qCO₂, al integrar ambas variables, es una herramienta útil para mostrar la capacidad de la comunidad microbiana para incorporar C al suelo frente a la cantidad de C

que se pierde por RBS. El qCO₂ indica el nivel de stress de la población microbiana. Un mayor qCO₂ indica una población metabólicamente menos eficiente, ya que libera más C del que incorpora a su biomasa. Esta variable se ha utilizado como un buen bioindicador de los impactos que generan las prácticas de manejo del pastoreo en el suelo.

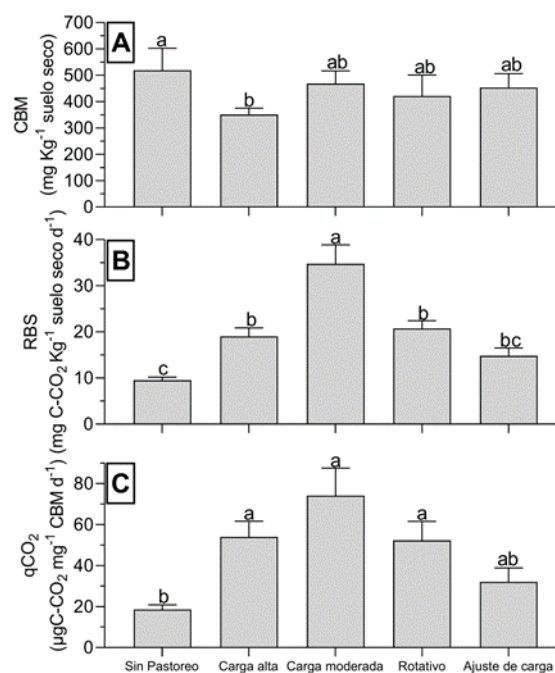


Figura 1. Atributos microbianos de suelo (carbono de la biomasa microbiana: CBM; respiración biológica del suelo: RBS; coeficiente metabólico microbiana: qCO₂) para los distintos sistemas de manejo del pastoreo en pastizales de Santa Cruz. Letras distintas indican diferencias significativas $p < 0.05$.

Conclusiones

Los sistemas de manejo del pastoreo para la cría de ganado ovino en la estepa Patagónica Austral generan modificaciones en el suelo, que podrían ser monitoreadas a través de los atributos microbianos. De estos resultados se desprende que, el sistema que mejor conserva el microbioma del suelo es el ajuste de carga en función de la oferta forrajera, seguido de los restantes sistemas de manejo que tienen efectos diferenciales según el bioindicador que se analice.

Agradecimientos

Este estudio se llevó adelante con el apoyo de los proyectos PD I098 y PE I034, el laboratorio y el campo experimental Potrok Aike (Gallardo R. Seeber G.) de la EEA del INTA Santa Cruz.

Bibliografía

- McGuire S (2015) Rome: FAO Advances in Nutrition 6, 623-624.
 Marcos MS *et al.* (2016) In Springer, Biology and Biotechnology of Patagonian Microorganisms 13, 91-108.
 Toledo S *et al.* (2021) J Arid Environ 184, 104300.

AP 19 Vulnerabilidad de la ganadería ovina de Santa Cruz al cambio climático: ¿qué pasaría con el área de producción y la receptividad?

Andrade M^{1*}, Morales CG¹, Ferrer F², Toledo S¹

¹EAA- INTA Santa Cruz, ²CIT-CONICET Santa Cruz.

*E-mail: andrade.miguel@inta.gob.ar

Vulnerability of sheep livestock farming in Santa Cruz to climate change: what would happen with production area and field receptivity?

Introducción

El último informe del IPCC relacionado al cambio climático indica que las regiones australes enfrentarán grandes desafíos en los sistemas productivos agropecuarios (Portner *et al.*, 2022), dado que experimentarán un mayor incremento de la temperatura, con modificaciones en los patrones de precipitación. Esto resulta clave para la ganadería ovina de Santa Cruz, sistemas extensivos con base forrajera sobre pastizal natural (dieta ovina basada principalmente en pastos cortos “intercoironal”), el cual depende principalmente de las condiciones climáticas para la cría de ovejas en la región. En este sentido, cuantificar los posibles efectos sobre los pastizales y dimensionar su impacto sobre las unidades de producción resulta de interés para anticiparnos en la generación de estrategias que se adapten a estos cambios a nivel de establecimientos. Para ello, existen ensayos manipulativos de campo que utilizan cámaras de calentamiento abiertas denominadas Open Top Chambers (OTC) (Ward *et al.*, 2013) y combinarlas con variaciones en las precipitaciones. El objetivo fue determinar el efecto del incremento de la temperatura y variación de la precipitación media anual sobre la oferta forrajera y analizar mediante estimaciones los cambios a en la superficie de producción y receptividad ganadera, considerando los parámetros de un establecimiento modal de la zona Sur de Santa Cruz.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en el campo experimental Potrok Aike, un pastizal del Sur de Santa Cruz (TMA: 6,3°C/PMA: 246 mm). Se utilizaron OTC de forma de cono truncado hexagonal con diámetro superior e inferior de 1,20 y 1,66 m respectivamente, con una altura de 0,5 m. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado, con 4 tratamientos y 3 repeticiones (n=12). Los tratamientos fueron: **Control** (TMA y PMA del sitio); **IT-PN**: Incremento de la temperatura y precipitación natural; **IT-S**: Incremento de la temperatura y sequía (123 mm); **IT-IP**: Incremento de la temperatura y precipitación (369 mm). Los OTC lograron generar un calentamiento de $1,6 \pm 0,5$ °C. Para simular las variaciones de precipitación se utilizaron interceptores que reducen pasivamente las precipitaciones (IT-S), y para simular los incrementos de la precipitación se realizaron riegos a nivel de las parcelas (IT-IP). Para la determinación de la biomasa forrajera (estrato intercoironal) se utilizaron marcos de 0,2m², se secó en estufa a 60°C/48h y se cuantificó los Kg materia seca (MS) por hectárea (ha). Para analizar las relaciones de impacto sobre la superficie y receptividad se consideró los valores de establecimientos modales de cría ovina de la zona de estudio descrita en Roa *et al.* (2023): campos de 22.000 ha, receptividad de 0,20 EOP/ha y un stock de la majada de ~4.700 (ovejas, borregos/as, capones y carneros). Los datos fueron analizados con ANOVA y separación de medias con test de Tukey $P < 0,05$.

Resultados y Discusión

Los resultados muestran que los pastizales del Sur de Santa Cruz tienen una producción de biomasa intercoironal de 214Kg

MS/ha/año. El tratamiento IT-S mostró una disminución del 23,5 %, mientras que IT-IP aumentó 20,5 % la oferta forrajera comparado con el Control. En función de los escenarios de cambio climático estudiados y teniendo en cuenta los parámetros de establecimientos modales (Roa *et al.*, 2023), se observa que IT-S impondría la necesidad de una mayor superficie (27.170 ha) para sostener la majada de 4690 animales, bajando la receptividad de los campos a 0,15 EOP/ha (Fig. 1 A). Por otra parte, IT-IP posibilitaría tener en menos superficie (17490 ha) la misma majada y/o aumentar la receptividad del campo a 0,24 EOP/ha, es decir, nos permitiría sumar aproximadamente 600 animales en el campo bajo este escenario (Fig. 1 B).

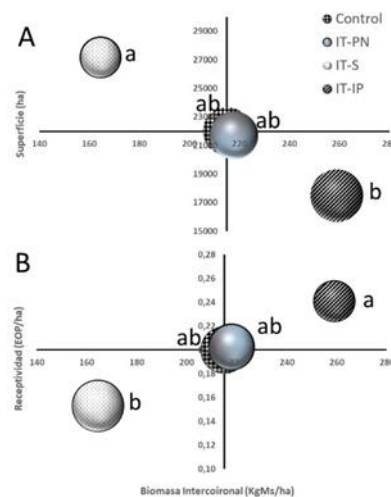


Figura 1. Biomasa forrajera y su relación con **A)** Superficie y **B)** Receptividad de los campos del Sur de Santa Cruz para los escenarios de cambio climático evaluados. Control: Temperatura Media Anual: TMA: 6,3°C y Precipitación Media Anual: PMA: 246 mm; IT-PN: Incremento de la temperatura y precipitación natural; IT-S: Incremento de la temperatura y sequía; IT-IP: Incremento de la temperatura y precipitación. Letras distintas indican diferencias significativas $p < 0,05$.

Conclusiones

Este trabajo, muestra datos preliminares del impacto del cambio climático y la vulnerabilidad que podría tener la ganadería ovina en la región Sur de Santa Cruz, contrastando dos escenarios, que nos lleva a pensar en posibles alternativas adaptativas a las que se tendrán que adecuar los sistemas productivos en pos de sostener a la actividad ovina en la Patagonia.

Agradecimientos

Estudio realizado con el apoyo del proyecto INTA PD 1098 y PE 1034.

Bibliografía

- Portner G *et al.* (2022) IPCC University Press Cambridge, UK and New York USA 2, 1689–1816.
 Ward S *et al.* (2013) *Ecol Lett* **16**, 1285–1293.
 Roa MA *et al.* (2023) Informe INTA EEA Santa Cruz Septiembre 2023, 1-10.

AP 20 Emisiones de gases de efecto invernadero en novillos pastoreando campo natural y sorgo forrajero en veranoFernández-Turren G^{1*}, De Los Santos C², Araujo V², Rovira P¹, Ayala W¹¹Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, INIA Treinta y Tres, Ruta 8 km 281, Treinta y Tres – Uruguay.²Estudiantes, Universidad del Trabajo de Uruguay - Escuela Agraria Melo “Alcides F. Pintos”.

*E-mail: gfernandez@inia.org.uy

Greenhouse gas emissions of steers grazing native grasslands and forage sorghum in summer

Introducción

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) producto de la ganadería de carne representan un 14,5% de las emisiones a escala global (Gerber et al., 2013). 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.

Materiales y Métodos

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 2023. Dieciséis novillos de raza carnífera de 1-2 años (293±32 kg PV) fueron asignados (1.33 an/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 de mediciones). En ambos tratamientos los animales realizaron pastoreo continuo de las pasturas asignadas. Se determinó la disponibilidad, crecimiento y calidad de forraje, evolución de PV cada 14 días y emisiones de metano y dióxido de carbono (CH₄, CO₂). Las emisiones 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 gr de concentrado (20% PB, 27% FDN) cada 30 segundos hasta 8 veces en cada periodo de alimentación y hasta 4 períodos de alimentación por día. Los equipos fueron calibrados al inicio del ensayo, y luego automáticamente cada 3 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 $P < 0,05$ y tendencias para $0,10 < P < 0,05$.

Resultados y Discusión

La disponibilidad de forraje fue mayor para SF con respecto a 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. Los animales SF

presentaron una mayor GPV, con mayor nivel de emisiones (g/d), pero con menor intensidad de emisión (g/kg GPV) con respecto a los novillos CN ($P < 0.05$; Tabla 1).

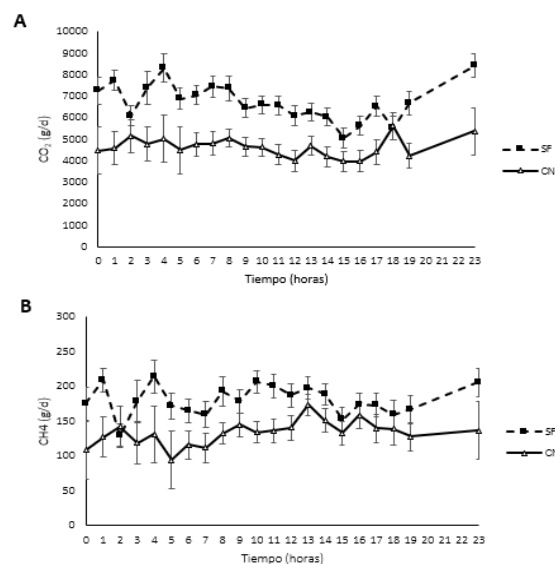


Figura 1. Variación durante 24 h (0 a 23 h) de las emisiones de CO₂ (A) o CH₄ (B) en novillos alimentados con campo natural (CN) o sorgo forrajero (SF).

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 (Figura 1). La diferencia en GPV y la mayor emisión a lo largo del día observada en los animales SF 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 la performance animal. Estos resultados coinciden con los efectos reportados por Dini et al. (2017) utilizando otra técnica para las determinaciones de emisiones (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.

Bibliografía

Dini Y et al (2017) Anim Prod Sci 58,2329-2334.
Gerber PJ et al (2013) <http://www.fao.org/3/a-i3437e.pdf>
Hristov AN et al (2015) J Vis Exp 103, 52904.

Tabla 1. 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 (g CH ₄ /kg GPV)*	670	241	91,6	<0,05

*Datos obtenidos a partir de 4 animales/tratamiento.

AP 21 Caracterización de indicadores edáficos, Nan y MO, en un sistema ganadero basado en Pastizal Natural. ComunicaciónCasal AV^{1*}, Romei D¹, Huinca D², Larrea G¹¹INTA EEA Cuenca del Salado AER Maipú; ²INTA EEA Cuenca del Salado AER Ayacucho

*E-mail: casal.alejandra@inta.gob.ar

*Characterization of soil indicators, NAN and OM, in a livestock system based on Natural Grassland. Communication***Introducción**

El contenido de materia orgánica (MO) de suelo está relacionado con la estructura y fertilidad de un suelo, aunque no siempre es un estimador confiable de la capacidad del mismo de proveer nutrientes. Por lo tanto, han sido sugeridos otros métodos químicos y biológicos como predictores de la mineralización. El Nitrógeno incubado en anaerobiosis (Nan), es un método biológico, que se relaciona con la capacidad potencial de un suelo de liberar nitrógeno y otros nutrientes (Wyngaard *et al.*, 2012) presentes en la MO. A su vez, estudios recientes han sugerido dicho estimador como un indicador de la salud edáfica (García *et al.*, 2020), por lo que variaciones en el nivel del Nan no solo se relacionan con cambios en la fertilidad del suelo sino también con cambios en capacidad del suelo de proveedor servicios ecosistémicos. El objetivo de este trabajo fue caracterizar la variabilidad temporal y espacial del contenido de MO y Nan en un sistema ganadero agroecológico de pastizal natural.

Materiales y Métodos

El sistema agroecológico bajo estudio (SABE) es un módulo de 190 hectáreas destinado a la ganadería, basado en el manejo racional del pastizal natural, ubicado en el partido de Ayacucho (-37,0974; -57,8756). El pastoreo racional consiste en un manejo planificado del ganado, donde se subdividen los potreros (en este caso, en 32 parcelas fijas, con la posibilidad de subdivisión adicional) permitiendo un pastoreo intensivo de corta duración seguido de un período de descanso prolongado para cada potrero. Este enfoque tiene como objetivo evitar el sobrepastoreo, promover la regeneración del suelo y la biodiversidad, y favorecer los ciclos ecosistémicos, como el ciclo del carbono, el ciclo hidrológico y la dinámica de nutrientes, optimizando la productividad y la sostenibilidad del sistema. Se analizaron los contenidos de MO y Nan registradas a partir del año 2020, y en continuidad, sobre diez de los potreros fijos (sitios) cuyo tapiz vegetal es pastizal natural. Los muestreos se realizaron en el estrato de suelo de 0- 20 cm de profundidad. Se calcularon estadísticos descriptivos básicos para caracterizar el Nan y la MO como: media, mediana, coeficiente de variación (CV), valores mínimos y máximos, con cuatro años de datos,

muestreados con frecuencia anual.

Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se presentan los estadísticos descriptivos de los atributos edáficos estudiados. Tanto la MO como el Nan, presentaron una distribución normal ya que el promedio y la mediana presentaron valores muy similares. Los valores promedio tanto para la MO y Nan de todos los sitios fueron altos y muy altos, respectivamente (Tabla 1). Por otra parte, los CV fueron bajos para la MO y más altos para el Nan, lo que indica una baja variabilidad temporal dentro de cada sitio para la MO y no así para el Nan (Tabla 1). A su vez, se relacionó el contenido del Nan con el de MO y mostraron una relación lineal significativa positiva (p-valor < 0.05) lo que indica que aumentos en los contenidos de MO se relacionaron con mayores valores de Nan (datos no mostrados). Sin embargo, la MO solo explicó el 18% de la variación observada en los contenidos de Nan, lo que coincide lo reportado por otros autores (García *et al.*, 2020).

Conclusiones

Los datos sugieren que la MO presentaría una variabilidad más baja que el Nan a lo largo del tiempo. La estabilidad relativa de la materia orgánica podría ser importante para la sostenibilidad del sistema ganadero. Sin embargo, la mayor sensibilidad del Nan podría ser mejor opción para el monitoreo de la salud y fertilidad del suelo. Los resultados hallados son importantes dado que hay poca información respecto a la variación del Nan en ambientes de pastizales naturales.

BibliografíaGarcía G *et al.* (2020) *Ecol Aust* 34:228-239.Wyngaard N *et al.* (2012) *Soil Till Res* 119:22-30**Tabla 1.** Estadísticos descriptivos para la materia orgánica (MO) y nitrógeno incubado en anaerobiosis (Nan) para muestras de suelo de 0-20 cm de profundidad.

Sitios	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Promedio
	Materia Orgánica (%)										
Promedio	4,13	4,96	5,31	3,56	4,15	4,29	5,84	5,77	4,3	5,95	4,83
Mediana	4,32	5,03	5,29	3,48	3,98	4,3	5,86	5,77	4,43	5,96	4,84
CV	0,14	0,18	0,14	0,08	0,17	0,05	0,05	0,06	0,1	0,07	0,1
Mínimo	3,29	4,05	4,59	3,31	3,48	4,08	5,47	5,37	3,71	5,47	4,28
Máximo	4,61	5,74	6,06	3,97	5,17	4,49	6,16	6,16	4,64	6,41	5,34
	Nitrógeno Incubado en Anaerobiosis (ppm)										
Promedio	133,23	167,51	125,76	117,4	133,95	169,12	196,22	142,56	165,41	152,85	150,4
Mediana	135,85	170,9	127,08	114,25	128,89	167,15	202,28	144,58	165,81	154,5	151,13
CV	0,36	0,12	0,24	0,14	0,2	0,14	0,09	0,08	0,17	0,13	0,17
Mínimo	72	140,3	92,26	100,66	107,03	147,7	170,31	128,1	132	126,4	121,68
Máximo	189,21	187,95	156,6	140,42	171	194,46	210	153	198	176	177,66

AP 22 Evaluación económica: distribución y calidad del agua en un sistema bovino del Caldenal, San Luis, Argentina.**Comunicación**Galvagno E¹, de Prada J¹, Peñafort C¹, Cola J², Macor L^{1*}¹Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, ² Productor

*E-mail: lmacor@ayv.unrc.edu.ar

*Economic Evaluation: Distribution and Quality of Water in a Bovine System in the Caldenal, San Luis, Argentina. Communication***Introducción**

Las grandes distancias que recorre el animal hasta el agua, sumado a problemas de calidad de la misma constituye una limitante importante de los establecimientos agropecuarios característicos en la ecorregión del Caldenal. Distancias mayores a 2000 m, reducen el consumo de forraje disponible. La mala calidad acarrea problemas nutricionales, reproductivos y sanitarios. En un plantel, los animales dominantes guían el acceso al agua, mientras que los sumisos no llegan a satisfacer adecuadamente sus necesidades, ya que se van de las aguadas antes de cubrir sus necesidades (Bavera, 2011). Al considerar la dimensión ambiental, esta situación genera una distribución inadecuada de las deyecciones, sobrepastoreo en proximidad a la aguada (degradación de suelo y erosión) y subpastoreo en las zonas distantes – riesgo de incendios.

Es fundamental entonces, conocer el impacto que tiene en esta región reducir la distancia de acceso a agua de calidad. El objetivo de este trabajo fue evaluar el impacto económico ex ante de las inversiones que mejoran la distribución y calidad del agua en un sistema ganadero bovino en la ecorregión del Caldenal, San Luis, Argentina.

Materiales y Métodos

El estudio de caso corresponde a un establecimiento de cría y recría, de 500 vientres, localizado en Nueva Galia, San Luis. Los lotes estaban divididos en parcelas con alambrado eléctrico sin disponibilidad de agua y con un sistema pastoreo “tipo pastoreo intensivo”. La distancia máxima recorrida por el animal fue de 2600 m y el agua contenía una cantidad de sólidos totales de entre 3,6 y 5,5 g/l. La cadena forrajera del establecimiento estaba compuesta de monte de caldén mejorado con pasturas como *Digitaria eriantha*, *Panicum coloratum*, *Eragrostis curvula*, y otros lotes con pastizal natural.

Se diseñó las instalaciones y mejoras para recolectar agua de lluvia y distribuirla para que animal no camine más de 300 m. Se dimensionó el impacto productivo y económico basado en los datos del establecimiento y supuestos tomados de la bibliografía de referencia. El impacto económico se estimó mediante el Valor Actual Neto Económico (VANE) (Sapag *et al.*, 2014), con una tasa de descuento 7%, un periodo de análisis de 25 años - estimado en función de la vida útil teórica de un tajar - y el valor de legado, incremento en el valor de stock por los cambios de productividad global del sistema.

La alternativa evaluada (CDR) contempló un aumento en la calidad, distribución del agua, y debido al aumento potencial de la disponibilidad de pasto se proyectó incrementar el número de vientres (715). Esta alternativa se comparó con una situación tendencial (ACT), que representa los resultados futuros de no hacerse modificaciones.

Resultados y Discusión

CDR requiere inversiones fijas de \$218.700.676 para capturar agua de lluvia, que se usará para diluir los sólidos totales y sales del agua de la napa freática, distribuir el agua de mejor calidad hasta cada parcela y aumentar el número de reproductores. La alternativa permitió incrementar el valor del activo de la empresa en aproximadamente un 232% (Tabla 1). Esto refleja que la incertidumbre es relativamente baja al considerar el valor de legado.

Tabla 1. Capacidad de producción (Kg PV) e Indicadores económicos para ACT y CDR

<i>Variable</i>	<i>ACT</i>	<i>CDR</i>
Capacidad de Producción (Kg PV)	148.285	232.847
VANE ^(7%) (\$)		77.769.570
Valor del legado (\$)	305.836.699	1.015.427.406

ACT Situación tendencial sin modificaciones, **CDR** Alternativa evaluada, **VANE^(7%)**, Valor Actual Neto Económico (VANE).

Las implicancias de estos hallazgos van más allá del mercado convencional utilizado para valorar el proyecto. En la alternativa se incrementaría el bienestar animal, y el agua en la parcela mejoraría la distribución del bosteo y el ciclo de nutrientes, así como la infiltración del agua de lluvia. Estas mejoras podrían mejorar las relaciones entre las comunidades vegetales y animales del ecosistema, y afectar directamente la productividad de los pastizales y el cuidado del bosque nativo (Bica *et al.*, 2021).

Si bien los resultados del estudio son alentadores, hay varias limitaciones que deben considerarse. El diseño técnico se realiza a nivel de perfil de proyecto sin las precisiones técnicas. Las estimaciones de pasto podrían cambiar con la mejora en la distribución del agua, y no se consideró el aprovechamiento del pasto diferido, ni la mejora en la productividad animal (aumento diario de peso vivo y condición corporal).

Conclusiones

Las estimaciones establecidas en el modelo realizado muestra como muy promisorias las inversiones en captura y distribución de agua de lluvia tanto por la rentabilidad del emprendimiento como por el valor de legado, indicador de la sostenibilidad intergeneracional. Y permiten concluir que se debe dar continuidad a los estudios de factibilidad para sortear las limitaciones comentadas.

Bibliografía

- Bavera GA (2011) Manual de Aguas y Aguadas para el Ganado, 4ta. Edición. Editorial del Autor.
- Bica *et al.* (2021) Front Vet Sci **8**, 616904.
- Sapag Chain *et al.* (2014) Preparación y evaluación de proyectos. Mc Graw Hill educación.