



**XXIX Congreso Argentino
de la Ciencia del Suelo**
Suelos... Huellas del pasado, desafíos del futuro
San Fernando del Valle de Catamarca,
Prov. de Catamarca, Argentina
21 al 24 de mayo de 2024



¿PODRÍA LA ADICIÓN DE BIOCARBÓN AL EFLUENTE DE TAMBO MITIGAR LA EMISIÓN DE N₂O?

**Cosentino, V. R. N.^{1,2,*}, Otero Estrada, E.¹, Romaniuk, R.I.¹, Sastre Contreras, M. C.³,
Shumba, Armwell⁴, Beltran, M.J.¹, Costantini A.O.^{1,5} y Imhoff S.⁶**

¹ Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro de Investigación de Recursos Naturales, Instituto de Suelos, De los Reseros y Nicolás Repetto, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. cosentino.vanina@inta.gob.ar

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

³ Universidad Nacional de Catamarca Avenida Belgrano 300, San Fernando del Valle de Catamarca, 470

⁴ University of Zimbabwe .P, O, Box MP 167 Mount Pleasant, Harare, Zimbabwe.

⁵ Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

⁶ Facultad Ciencias Agrarias, Esperanza, Santa Fe, Argentina

RESUMEN:

Para satisfacer la creciente demanda mundial de alimentos será necesario aumentar los rendimientos de los cultivos, esto implicará entre otras cosas aumentar el uso de fertilizantes nitrogenados. Una alternativa a los fertilizantes sintéticos tradicionales son las enmiendas orgánicas, como el efluente líquido de tambo (ELT). Sin embargo, el nitrógeno (N) contenido en las enmiendas es susceptible de ser perdido como óxido nítrico (N₂O) un gas de potente efecto invernadero. Las pérdidas de N disminuyen a su vez su disponibilidad para las plantas. Disminuir las pérdidas de N₂O desde los suelos agropecuarios es clave para una producción sostenible. El objetivo del trabajo fue evaluar el uso de bio C como estrategia para estrategia para minimizar la emisión de N₂O a la atmósfera luego de la aplicación de ELT al suelo. Para ello, se realizó un ensayo a campo dentro del predio del INTA, en el cual se midió la emisión de N₂O durante 3 meses después de la aplicación de los tratamientos ELT, ELT con Bio carbón (Bio C) y testigo (test, sin agregado de N). La cantidad de N aplicada con el ELT fue de 120kg de N/ha. La emisión de N₂O desde el suelo acumulada durante los 92 días que duró el ensayo fue 38,45; 13,93 y 12,33 g N-N₂O ha⁻¹ con aplicación de ELT, Bio C y testigo respectivamente. Es decir, la emisión de N₂O del suelo con aplicación de ELT fue aproximadamente 3 veces mayor que la emisión de N₂O con uso del Bio C, siendo esta última similar a la del suelo testigo. No se observaron diferencias significativas en el rendimiento de la pastura, y de acuerdo con nuestros resultados, la aplicación conjunta de ELT con Bio C podría ser una alternativa efectiva para disminuir la emisión de N₂O sin pérdidas de rendimiento de la pastura. Es decir que la incorporación de Bio C al ELT al momento de su aplicación al suelo podría ser una alternativa válida de manejo de los efluentes tendiente a reducir las pérdidas de N por emisión de N₂O. Son necesarios más estudios para verificar el efecto en un tiempo mayor y en otras situaciones climáticas.

PALABRAS CLAVE: gases de efecto invernadero, abono orgánico, nitrógeno.

INTRODUCCION

La creciente demanda mundial de alimentos conduce a un aumento acelerado de la producción agropecuaria. La fertilización con nitrógeno (N) es una alternativa para maximizar la productividad y mejorar la calidad de las pasturas, lo cual repercute en una mejor calidad de la carne. Por otro lado, el aumento de los residuos de la producción lechera representa un problema ambiental, pero al mismo tiempo una oportunidad de aprovechamiento, siendo una alternativa la aplicación del Efluente Líquido de Tambo (ELT) al suelo como fertilizante orgánico. Esta alternativa de uso del ELT puede optimizarse al disminuir las pérdidas de óxido nítrico (N₂O) a la atmosfera al aplicar el ELT junto con bio-carbón.

Organizado por:



Cuando las plantas no absorben el N, éste permanece disponible en el suelo con riesgo de contaminación ambiental, como por ejemplo por emisiones de óxido nitroso (N_2O), generando impactos ambientales negativos. El N_2O tiene un potencial de calentamiento global 265 veces mayor que el CO_2 (IPCC, 2014), y es uno de los principales gases de efecto invernadero emitidos por el sector agrícola. El N_2O se produce principalmente por los procesos microbianos de nitrificación y desnitrificación, y el N proveniente del NH_4^+ y NO_3^- presentes en el efluente son el sustrato estas reacciones. Por lo tanto, poder sincronizar la disponibilidad del N con la demanda de la pastura disminuye el impacto ambiental negativo al mismo tiempo que mejora la eficiencia de uso y por consecuencia el rendimiento de la pastura.

El biocarbón es un material carbonoso poroso que se obtiene mediante pirólisis de materia orgánica en condiciones de baja concentración de oxígeno. Este material se destaca en la agricultura sostenible por sus características físico-químicas, como la mejora del balance de carbono en el suelo y un alto potencial para la captura y liberación controlada de nutrientes, incluyendo diversas formas de N. Por lo tanto, representa una alternativa sustentable para mitigar las emisiones de N_2O (Entio et al., 2024), reforzando su valor en prácticas agrícolas que buscan minimizar el impacto ambiental. Sin embargo, existe una brecha significativa en el conocimiento sobre su interacción con los residuos pecuarios usados como fertilizantes orgánicos, tales como el ELT, que debe ser abordada para optimizar el uso del biocarbón en la agricultura. Por todo esto, estudiar las pérdidas de N_2O a la atmosfera luego de la aplicación al suelo de ELT en combinación con biocarbón es clave para su aprovechamiento en el aumento del rendimiento y la calidad de las pasturas, al tiempo que se promueven practicas sostenibles.

El **objetivo** de este trabajo fue evaluar estrategias para minimizar la emisión de N_2O a la atmosfera luego de la aplicación de ELT al suelo mediante el empleo de bio-carbón.

MATERIALES Y MÉTODOS

En un lote ubicado en el predio del INTA Castelar $34^{\circ} 37' 21,13''S - 58^{\circ} 40' 12,44''O$) se realizó un ensayo a campo desde el 12 de octubre del 2022 al 13 de enero de 2023 sobre un suelo clasificado como Argiudol Típico. El experimento se realizó sobre un pastizal natural con promoción de Ray-Grass y consistió en un diseño completamente aleatorizado (DCA) con 3 tratamientos con 3 repeticiones. Se aplicó 1) efluente líquido de tambo (ELT), 2) ELT con Biocarbón (Bio C) y 3) el control (C: suelo sin aplicación de tratamiento). Se realizaron parcelas de $10,5 m^2$ y se aplicaron 11 litros de ELT/ m^2 (equivalente a $150 kg$ de $N ha^{-1}$) en los tratamientos que incluyeron ELT. Para el tratamiento con biocarbón, 24 hs antes de la aplicación se adicionaron 165 gr de bio carbón/litro de ELT. El ELT se recolectó fresco 2 días antes de la aplicación de una laguna de estabilización de una granja de ordeño ubicado en la localidad de Lobos.

Las determinaciones de N_2O en el tiempo se midieron durante 92 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos. Las muestras de gas se tomaron desde el interior de las cámaras estáticas no ventiladas, a intervalos de 0, 15 y 30 minutos. Los gases se extrajeron mediante una bomba de vacío y se inyectaron en viales de $10 cm^3$ previamente evacuados y se determinó su concentración por cromatografía gaseosa. El muestreo se realizó por la mañana, tal como describen Cosentino et al. (2012). Las emisiones acumuladas para los primeros 56 días después de la aplicación (DDA) de los tratamientos, se calcularon por el método de interpolación lineal (Dorich et al., 2020).

Al mismo tiempo que se midió la emisión de N_2O , se midió la temperatura del aire y del suelo a 0,10 m de profundidad. También se determinó el contenido de nitrato por el método de Cataldo et al., (1975), la humedad y la densidad aparente (D_{ap}) por el método del cilindro. Con los datos de humedad y D_{ap} , se calculó el espacio poroso saturado con agua. A los 33 días después de la aplicación de los tratamientos, se cortó la superficie total de cada parcela y se determinó el rendimiento. Las muestras cortadas se secaron en estufa a $40^{\circ}C$ y fueron pesadas para obtener el peso seco. Los datos se sometieron a análisis de varianza (ANOVA) y de regresión lineal.

RESULTADOS Y DISCUSION

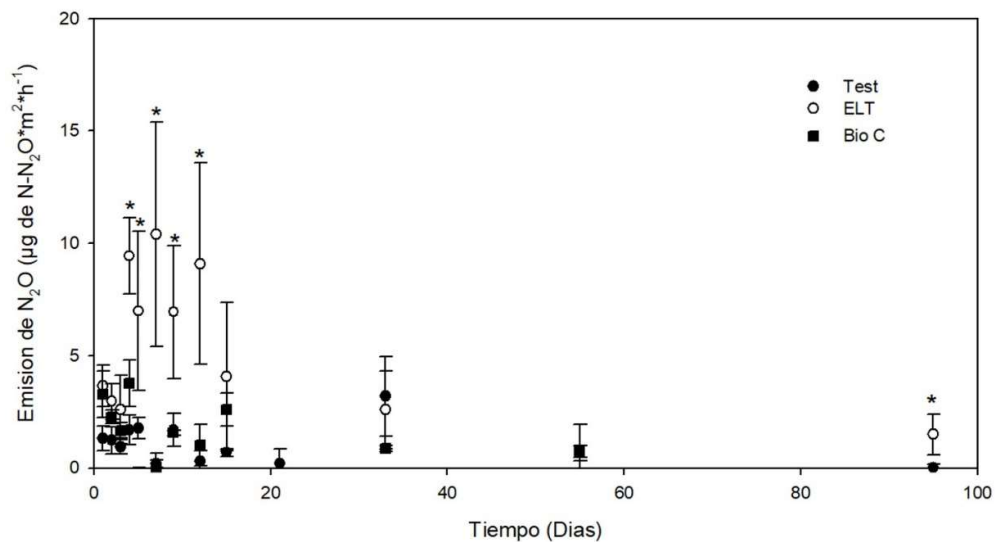


Figura 1: Evolución de la emisión de N₂O desde el suelo: Testigo (Test, ●), con aplicación de efluente liquido de tambo (ELT, ○) y con efluente liquido de tambo más Bio Carbón (Bio C, ■). Las barras indican error estándar. Los * indican diferencias significativas entre tratamientos para cada día de medición.

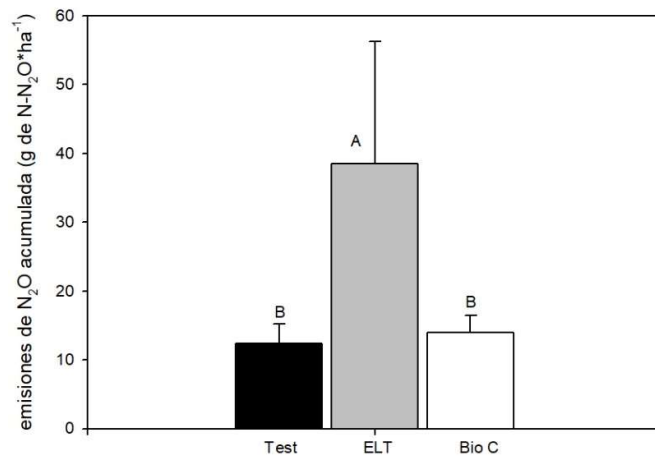


Figura 2: Emisión de N₂O acumulada desde el suelo Testigo (Test, ■) y luego de la aplicación del efluente liquido de tambo solo (ELT, ▒) y con Bio Carbón (Bio C, □). Las diferentes letras indican diferencias significativas entre los tratamientos.

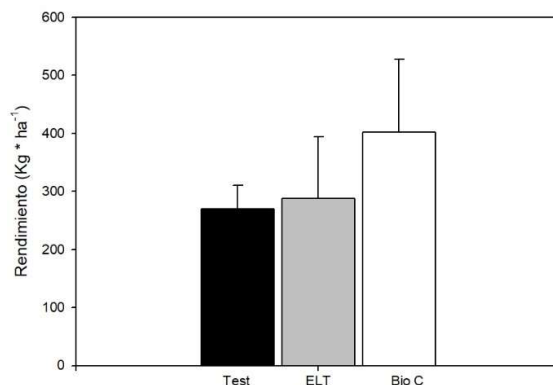


Figura 3: Rendimiento desde el suelo Testigo (Test, ■) y luego de la aplicación del efluente líquido de tambo (ELT, ▒), efluente líquido de tambo más Bio Carbón (Bio C, □).

Discusión

Durante el período que duró el ensayo la temperatura promedio del suelo fue cercana a 22.26°C, la del aire a 29.3°C y la precipitación acumulada fue de 142.2mm. La emisión de N₂O fue baja durante todo el ensayo, posiblemente debido a que el EPSA nunca superó el 60% (datos no mostrados). Cuando el suelo presenta baja humedad (menos del 60% del EPSA), la tasa de desnitrificación disminuye y por lo tanto también lo hace la emisión de N₂O.

La emisión de N₂O a lo largo del ensayo mostró un patrón similar para todos los tratamientos, esto posiblemente se relacionó al efecto de las condiciones ambientales como humedad y temperatura del suelo. A pesar del patrón similar observado en todos los tratamientos a lo largo del tiempo, la tasa de emisión de N₂O presentó diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los tratamientos en 5 de las 15 fechas de muestreo con valores de emisión mayores en el tratamiento con aplicación de ELT (Figura 1).

Se observó un pico de emisión entre el 4 y el 10 DDA, con mayor emisión desde el suelo con aplicación de ELT, seguido por Bio C y Test (sin diferencias significativas entre ambos, Figura 1). Estos resultados coinciden con lo observado por Li (2015) quienes realizaron un ensayo de aplicación de ELT en diferentes momentos del año y encontraron que las emisiones de N₂O aumentaron inmediatamente después de la aplicación del efluente en las tres temporadas muestreadas.

A los 56 DDA se observó el retorno de los valores de emisión de N₂O a valores similares a los observados para el suelo control (Figura 1); esto parecería indicar que la aplicación del efluente presenta su máximo efecto sobre las emisiones de N₂O en el corto plazo. Similares resultados fueron reportados por Li (2015), quienes observaron que esto ocurrió con diferentes tipos de efluentes y momentos de aplicación.

Se observó menor emisión de N₂O, tanto puntual como acumulada, desde suelo con aplicación de Bio C respecto al suelo con aplicación de ELT (figuras 1 y 2). Este resultado concuerda con otros estudios donde se lo atribuye al efecto de "lanzadera de electrones" por el biocarbon. Este efecto podría facilitar la reducción de N₂O a dinitrógeno (N₂) durante el proceso de desnitrificación (Cayuela et al., 2014).

CONCLUSIONES

En este estudio la emisión de N₂O desde un suelo con aplicación conjunta del ELT y bio carbón fue significativamente menor a la reportada luego de la aplicación de ELT solo, sin mostrar cambios en el rendimiento de la pastura. Por esto, los resultados del presente ensayo sugieren que desde el punto de vista de la emisión de N₂O, agregar Bio Carbón al ELT al momento de su aplicación como fertilizantes podría ser una buena alternativa de manejo tendiente a la mitigación del cambio climático.

El rendimiento de la pastura presentó valores bajos y sin DS entre los tratamientos (Figura 3), lo que fue condicionado por las condiciones ambientales. Las bajas precipitaciones, limitaron el desarrollo de las plantas.

BIBLIOGRAFIA

Cayuela, M. L., Van Zwieten, L., Singh, B. P., Jeffery, S., and Roig, A. (2014). Biochar's role in mitigating soil nitrous oxide emissions: A review and meta-analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.* 191, 5–16. doi: 10.1016/j.agee.2013. 10.009

Cosentino VRN, Fernandez PL, Figueiro SA, Taboada MA. N2O emissions from a cultivated mollisol: Optimal time of day for sampling and the role of soil. *Rev Bras Cienc Solo.* 2012;36:1814-9. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600015>

Dorich C, Conant R, Grace P. Global Research Alliance N2O chamber methodology guidelines: Guidance for gap-filling missing measurements. *J Environ Qual.* 2020;9:1186-202. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20138>

Entio, L. J., Taggart, C. B., Muir, J. P., Kan, E., Brady, J. A., & Obayomi, O. (2024). Dairy Effluent-Saturated Biochar's Short-Term Effects on *Vigna unguiculata* and *Cynodon dactylon* Performance and Soil Properties. *Plants*, 13(6), 851.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. Climate change 2014: Synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva, Switzerland: IPCC; 2014. Available from: <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr/>.

Li, J., Luo J.; Shi Y.; Lindsey S.; Houlbrooke D. y S. Ledgard. 2015. "Nitrous oxide emissions from dairy farm effluent applied to a New Zealand pasture soil". *Soil Use and Management.* 31: 279–289.