



# 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



## EMISIONES DE OXIDO NITROSO EN PLANTACIONE FORESTALES Y AMBIENTES NATURALES DEL DELTA DEL PARANA

Rimski-Korsakov H. <sup>1\*</sup>, Lupi, A.M. <sup>2</sup>, Cosentino, V. <sup>2</sup>, Romaniuk, R. <sup>2</sup>, Caffaro, M.M. <sup>1</sup>,  
Beltran, M. <sup>2</sup>, Fernández, A.N. <sup>1</sup>, Paris Muiña, A.G. <sup>1</sup>, Cabona N.M. <sup>1</sup>, Artero, D. <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Agronomía, UBA. <sup>2</sup> Instituto de Suelos INTA Castelar. <sup>3</sup> Arauco Argentina S.A. Región Centro. Zarate. \*Contacto: rimski@agro.uba.ar

**RESUMEN:** Las prácticas de forestación son alternativas para aumentar el secuestro de carbono y mitigar el cambio climático. Sin embargo, también podrían crear condiciones edáficas y ambientales que propicien la emisión de N<sub>2</sub>O. El objetivo de este estudio fue evaluar si las forestaciones comerciales de Eucaliptus y Sauce modifican las emisiones edáficas de N<sub>2</sub>O respecto de las situaciones prístinas (bosque nativo y pajonal, respectivamente) en el Delta del Paraná Bonaerense. El trabajo se desarrolló en la localidad de Zárate. Se evaluaron las emisiones de N<sub>2</sub>O en 10 momentos entre el 22/03/2023 y el 29/1/2024. Los tratamientos fueron: plantaciones de Eucaliptus (Eucaliptus); plantaciones de Sauce (Sauce); Bosques nativos (Bosque) y Pastizales naturales (Pajonal). Las emisiones de N<sub>2</sub>O se midieron por el método USDA y se calcularon las emisiones acumuladas durante todo el período de estudio. Las tasas de emisión N<sub>2</sub>O variaron entre -14,71 y 45,24 µg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Las emisiones promedio para el período analizado fueron de 1,44; 4,70; 3,03 y 2,79, para los tratamientos Eucaliptus, Sauce, Pajonal y Bosque, respectivamente. En la fecha del 19/9/23 el Pajonal tuvo las mayores pérdidas y el Sauce las menores, mientras que el 10/01/2024 las máximas emisiones se encontraron en Sauce y las menores en el Bosque. En todas las mediciones se encontró gran variabilidad en los datos obtenidos. No se encontró una relación significativa entre la temperatura edáfica y las tasas de emisión. Las mediciones acumuladas durante el período no presentaron diferencias significativas entre tratamientos, variando entre 0,11 y 0,32 kg N-N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Se puede concluir que, para las condiciones climáticas durante el período de estudio, no se observaron cambios en las emisiones de N<sub>2</sub>O desde los suelos entre las forestaciones de Sauce y Eucaliptus en referencia los ambientes naturales previos a su implantación.

**PALABRAS CLAVE:** desnitrificación, Eucaliptus, Sauce, Vegetación natural

### INTRODUCCIÓN

La temperatura de la atmósfera y los océanos se está elevando, especialmente debido al incremento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) (IPCC, 2007). Entre los principales GEI emitidos desde los sectores no industriales se encuentran el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) (Ciais y Sabine, 2013). Es importante destacar que el N<sub>2</sub>O posee un impacto significativo en el clima global, ya que su potencial de calentamiento es aproximadamente 296 veces mayor que el del CO<sub>2</sub> (Muñoz et al., 2010). Las emisiones de carbono (C) y nitrógeno (N) del suelo contribuyen al aumento de las concentraciones de GEI en la atmósfera. Las prácticas de forestación y reforestación son alternativas para aumentar el secuestro de C y mitigar el cambio climático (Lal, 2004; Negra et al., 2008). Sin embargo, estas prácticas, aunque puedan favorecer la acumulación de C en el suelo, también podrían crear condiciones edáficas y ambientales que propicien la emisión de N<sub>2</sub>O. Al igual que en muchos procesos microbiológicos, estas emisiones se ven influenciadas por factores como la humedad, la temperatura, las condiciones edáficas y el

Organizado por:



manejo del suelo. Las mediciones de las emisiones de N<sub>2</sub>O desde suelos bajo producción forestal en Argentina son escasas, e inexistentes en la zona del Delta del Paraná Bonaerense. Esto subraya la necesidad de ampliar el conocimiento sobre las relaciones entre las emisiones de GEI y los sistemas de producción forestal. Además, de proporcionar información para la realización de inventarios de GEI a nivel nacional, indispensables para la formulación de políticas ambientales y prácticas de manejo de los ecosistemas. El objetivo de este estudio fue cuantificar las emisiones de N<sub>2</sub>O en plantaciones forestales y situaciones naturales en el Delta del Paraná.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en un establecimiento ubicado en el Delta del Paraná, en la localidad de Zarate. Se evaluaron las emisiones de N<sub>2</sub>O en 10 momentos entre el 22/03/2023 y el 29/1/2024, abarcando así la variabilidad climática anual. Se realizaron las mediciones en 4 tratamientos: 1) Plantación de Eucaliptus (*Eucalyptus spp*), 2) Plantación de Sauce (*Salix spp*), 3) Bosque nativo y 4) Pastizal natural. Los tratamientos 1 y 3 corresponden a lotes en las situaciones más altas del terreno y el 2 y 4 a las más bajas.

Para medir las emisiones de N<sub>2</sub>O se utilizó el método propuesto por USDA (Collier, 2014). Se utilizaron 3 cámaras estáticas en cada tratamiento y cada fecha de muestreo. De cada cámara se tomaron 3 muestras, a los 0, 20 y 40 minutos luego del cierre de las mismas y con esos valores se calculó el flujo por unidad de superficie y de tiempo. Al momento de inicio del muestreo (t = 0), sobre la base de hierro se colocó una cubierta de PVC (11880 cm<sup>3</sup>) sujeta con bandas elásticas. Las muestras se extrajeron con jeringas y se inyectaron en viales asegurando la purga del aire contenido previamente en los mismos (Collier *et al.*, 2014). Las muestras de gas se analizaron usando cromatografía gaseosa. El volumen molar (Vm) del gas se corrigió por la temperatura del aire medida al momento de extracción de la muestra y los flujos (f) de los gases se calcularon con la ecuación 1.

$$f = \frac{\Delta C}{\Delta t} * \frac{V}{A} * \frac{m}{Vm} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde, ΔC: cambio de concentración de los gases en la cámara durante el tiempo de incubación; V: volumen de la cámara; A: área de suelo cubierta por la cámara; m: peso molecular de cada gas.

Las emisiones de N<sub>2</sub>O ocurridas durante todo el período de estudio fueron calculadas por interpolación lineal entre fechas sucesivas según lo propuesto por Jantalia et al. (2008).

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante ANVA y comparación de medias por el método de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Las tasas de emisión N<sub>2</sub>O variaron entre -14,71 y 45,24 μg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Las emisiones promedio para el período analizado fueron de 1,44, 4,70, 3,03 y 2,79 μg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>, para los tratamientos Eucaliptus, Sauce, Pajonal y Bosque, respectivamente. Estos valores son comparables con los obtenidos en la provincia de Entre Ríos en plantaciones de Eucaliptus donde encontraron valores promedio de 1,99 μg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> (Alvarez et al., 2020). Las mediciones presentaron diferencias significativas entre tratamientos en dos de los momentos de medición (Figura 1). En la fecha del 19/9/23 el tratamiento que mayores emisiones tuvo fue el Pajonal y el de menores el Sauce, los otros dos tratamientos presentaron un comportamiento intermedio sin diferencias con el resto. También existieron diferencias en la fecha del 10/01/2024 donde las máximas emisiones se encontraron en Sauce y las menores en el Bosque, siendo los valores de Eucaliptus y Pajonal intermedios sin diferenciarse con el resto. En todas las mediciones se encontró gran variabilidad en los datos obtenidos. No se encontró una relación significativa entre la temperatura edáfica y las tasas de emisión.

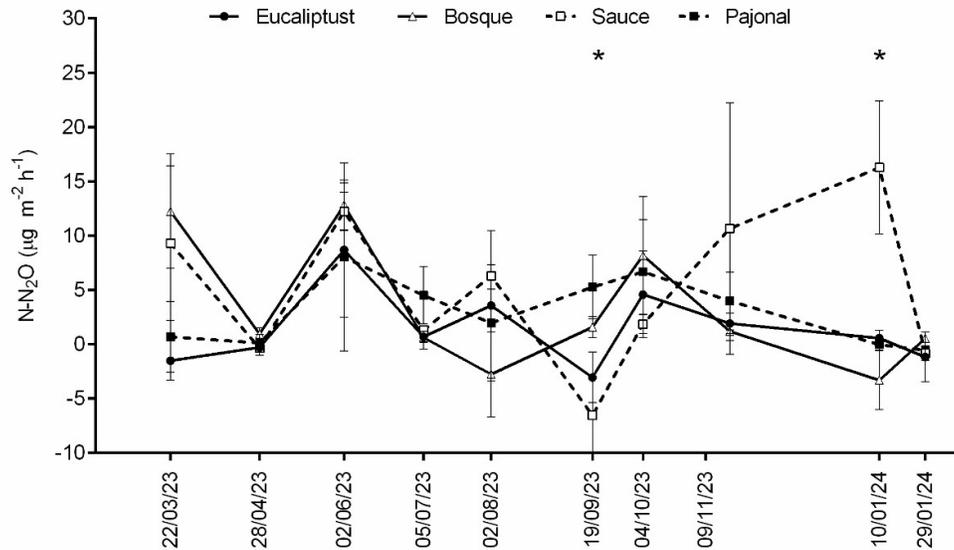


Figura 1: Valores de emisión de N<sub>2</sub>O (µg N-N<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>). Las barras indican el error estándar. \* diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ )

Las mediciones acumuladas durante el período no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, variando entre 0,11 y 0,32 kg N-N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> (Figura 2). Cabe destacar en este caso también la gran variabilidad de los datos obtenidos.

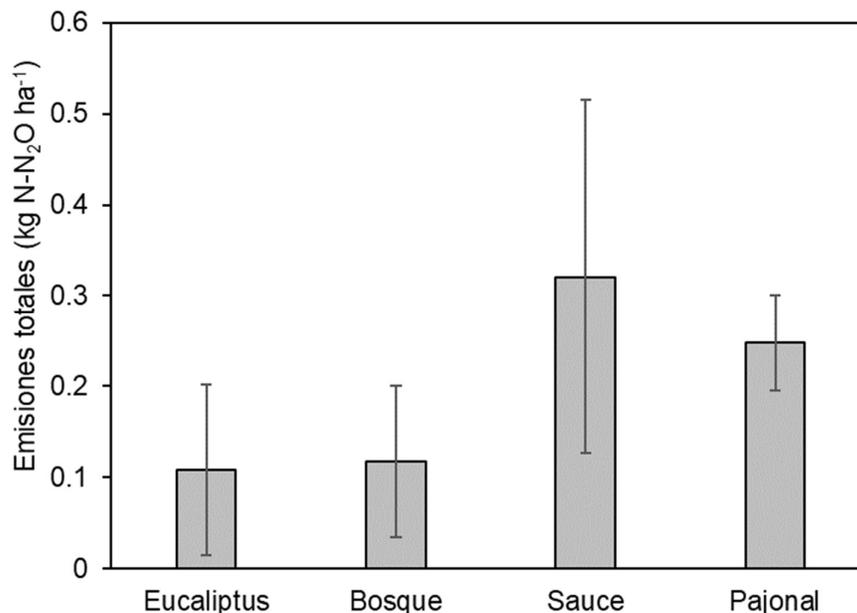


Figura 2. Emisiones de N<sub>2</sub>O acumuladas durante el período 22/03/2023 a 29/1/2024. Las barras indican el error estándar.

## CONCLUSIONES

No se encontraron grandes diferencias en las emisiones de N<sub>2</sub>O entre los diferentes manejos ni ambientes, posiblemente esto esté generado por la gran variabilidad de los datos. Los datos obtenidos son muy valiosos debido a la poca información que existe sobre este tipo de pérdidas en los ambientes analizados. Los resultados obtenidos son preliminares ya que se

completará el análisis con la determinación de otras variables medidas y que no figuran en el presente trabajo como ser el contenido de nitratos y la humedad del suelo. Se puede concluir que, para las condiciones climáticas durante el período de estudio, no se observaron cambios en las emisiones de N<sub>2</sub>O desde los suelos entre las forestaciones de Sauce y Eucaliptus en referencia los ambientes naturales previos a su implantación.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Alvarez, C.R., Rimski Korsakov, H., Lupi, A.M., Romaniuk, R., Cosentino, V.R.N., Ciarlo, E. y Steinbach, H.S. (2020). Soil nitrous oxide emissions from Eucalyptus plantation in Argentina. *Forest Ecology and Management* 473: 118301
- Ciais, P. y Sabine, C.H. (2013). Carbon and other biogeochemical cycles. *Climate Change 2013. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, eds Stocker TF, et al. (Cambridge Univ Press, New York), pp 465–570
- Collier, S.M., Ruark, M.D., Oates, L.G., Jokela, W.E. y Dell, C.L (2014). Measurement of greenhouse gas flux from agricultural soils using static chambers. *J Vis Exp.* 2014;90:e52110. <https://doi.org/10.3791/5211>
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). (2007). *Climate change 2007: The physical science basis. Summary for policymakers. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In: Ed Solomon, S et al. Cambridge University Press. Cambridge. UK.
- Jantalia, C.P., dos Santos, H.P, Urquiaga, S., Boddey, R.M. y Alves, B.J.R. (2008). Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. *Nut Cycl Agroecosyst* 82: 161–173
- Lal, R. (2004). Soil carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security. *Science*. 304,1623
- Muñoz, C.L., Paulino, C., Monreal, C. y Zagal, E. (2010). Greenhouse gas (CO<sub>2</sub> and N<sub>2</sub>O) emissions from soils: a review. *Chil J Agric Res* 70: 485-497.
- Negra, C., Sweedo, C.C., Cavender-Bares, K. y O'Malley, R. (2008). Indicators of Carbon Storage in US Ecosystems: Baseline for terrestrial carbon accounting. *J Environ Qual* 37:1376-1382.