

no concebimos
la ciencia
sin inspiración...
y sin el sabor
de la caña

Boletín

Proyecto 7 del Programa Ómicas: Sostenibilidad Productiva.

Emisión de óxido nitroso (N_2O) en el cultivo de la caña de azúcar: La dosis de fertilizante como factor determinante

Boletín divulgativo I.

Octubre de 2023.

Se evaluó el efecto de la dosis de fertilización nitrogenada sobre la emisión acumulada de N_2O , mediante muestreos periódicos de gases en dos zonas experimentales, con características de clima y suelo contrastantes, durante dos ciclos productivos del cultivo de la caña de azúcar en las variedades comerciales tradicionales del Valle del Cauca CC 01-1940, CC 05-430 y CC 11-600. En general, se observó que la aplicación de nitrógeno (N) alteró la emisión de N_2O del suelo independientemente de la dosis utilizada, pero sí incrementó la emisión acumulada conforme se incrementa la tasa de N aplicado.

Avance de investigación

Autores: Manuel C. Valencia-Molina^{1,2}; Luis Fernando Chávez³; Alejandra Correa³; David Palacios³; Sandra Loiza²; Catalina Trujillo² y Johana Murcia-Garavito⁴



Medición de emisión de N_2O en el cultivo de la caña de azúcar -Hacienda Tifton

¹ Universidad de los Llanos

² Alianza Bioersity & CIAT

³ Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia, Cenicaña

⁴ Pontificia Universidad Javeriana, Cali



Medición de N₂O entresurco y surco – Hacienda Santa Fe.

Las emisiones de N₂O provienen naturalmente de los ecosistemas terrestres y marinos asociadas al ciclo de N, sin embargo, este ciclo se ha visto alterado por las actividades humanas, incluyendo el manejo de la tierra y las prácticas agrícolas. Si bien la aplicación de N ha beneficiado el rendimiento de los cultivos, la alteración de la emisión natural ha tenido implicaciones en la pérdida de biodiversidad, la salud humana y el cambio climático (Fowler et al., 2013). Las emisiones de N₂O en suelos agrícolas están relacionadas con la dinámica de N en el suelo, siendo de esta forma influenciadas por el tipo de cultivo y la fertilización nitrogenada mineral (Baggs et al., 2003 & Zanatta et al., 2010). La interacción entre las características del suelo, temperatura y precipitación local, con el manejo del suelo y la adición de N, determinan la capacidad de oxidación de metano (CH₄) en el suelo. El uso de fertilizantes nitrogenados y el cultivo de leguminosas aumenta la concentración de N mineral del suelo y afecta el suministro de carbono (C) lábil, por lo que pueden favorecer las emisiones de N₂O a la atmósfera (Dalal et al., 2003; Gomes et al., 2009; Chavez, 2011).

Desde el año 2019, el Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (CENICAÑA) y la Alianza Bioersity & CIAT, han combinado esfuerzos a través del programa de investigación Optimización Multiescala In-silico de Cultivos Agrícolas Sostenibles (ÓMICAS), liderada por la Pontificia Universidad Javeriana, sede Cali, para validar las emisiones de N₂O en suelo cultivados con caña de azúcar bajo condiciones ambientales del valle del río Cauca.

Entre los años 2020 y 2023 se monitoreó y cuantificó la emisión diaria y acumulada de N₂O, en parcelas experimentales ubicadas en dos zonas agroecológicas con características de clima y suelo contrastantes, bajo condiciones semi-controladas de cultivo (Tabla 1).

	Experimento 1	Experimento 2
Ubicación (municipio)	Candelaria Hacienda Santa Fe	Jamundí Hacienda Tifton
Clima	Semi-seco	Húmedo
Zona Agroecológica	8H3	11H1
Suelo	Suelo arcillo limoso neutro (% arcilla >40 y <50; pH ~7.3)	Suelo arcilloso ligeramente ácido (% arcilla > 50 y pH ~5.5)
Fecha de inicio	13 de Febrero del 2021	3 de Septiembre del 2020
Periodo de evaluación	698 días (Plantilla y Soca)	720 días (Plantilla y Soca)
Factor de variación	<i>Dosis de fertilizante (0; 92; 184; 276 Kg de N/ha)</i>	

Tabla 1. Condiciones experimentales de la investigación.

Se realizaron muestreos periódicos de gases durante dos ciclos del cultivo, empleando el método de cámara estática cerrada. La cuantificación del N₂O se realizó con la técnica analítica de cromatografía de gases.

Emisión de N₂O

La emisión hace referencia a la cantidad de gas que se emite a la atmósfera a partir de una determinada fuente en un periodo de tiempo concreto y se expresa en masa por unidad de tiempo; para el caso de la emisión de N₂O se expresará como μg de N-N₂O/ m² hora⁻¹. La emisión de gases de efecto invernadero (GEI) depende de diversos factores haciendo que se emita más en algunas zonas o por periodos determinados de tiempo, por esto resulta importante determinar la emisión.

En los dos experimentos se observó que la emisión de N₂O se incrementó después de la aplicación del fertilizante tanto en plantilla como en soca, sin embargo, las magnitudes de emisión durante la soca fueron mayores con respecto a las observadas en plantilla. En ambos casos, las alteraciones en la emisión duraron aproximadamente 20 días y al cabo de 100 días de iniciado el ciclo productivo se observó una estabilización de la emisión, en rangos cercanos al tratamiento sin fertilizante (Figura 1).



Instalación de cámara de medición de efecto invernadero - Hacienda Santa Fe

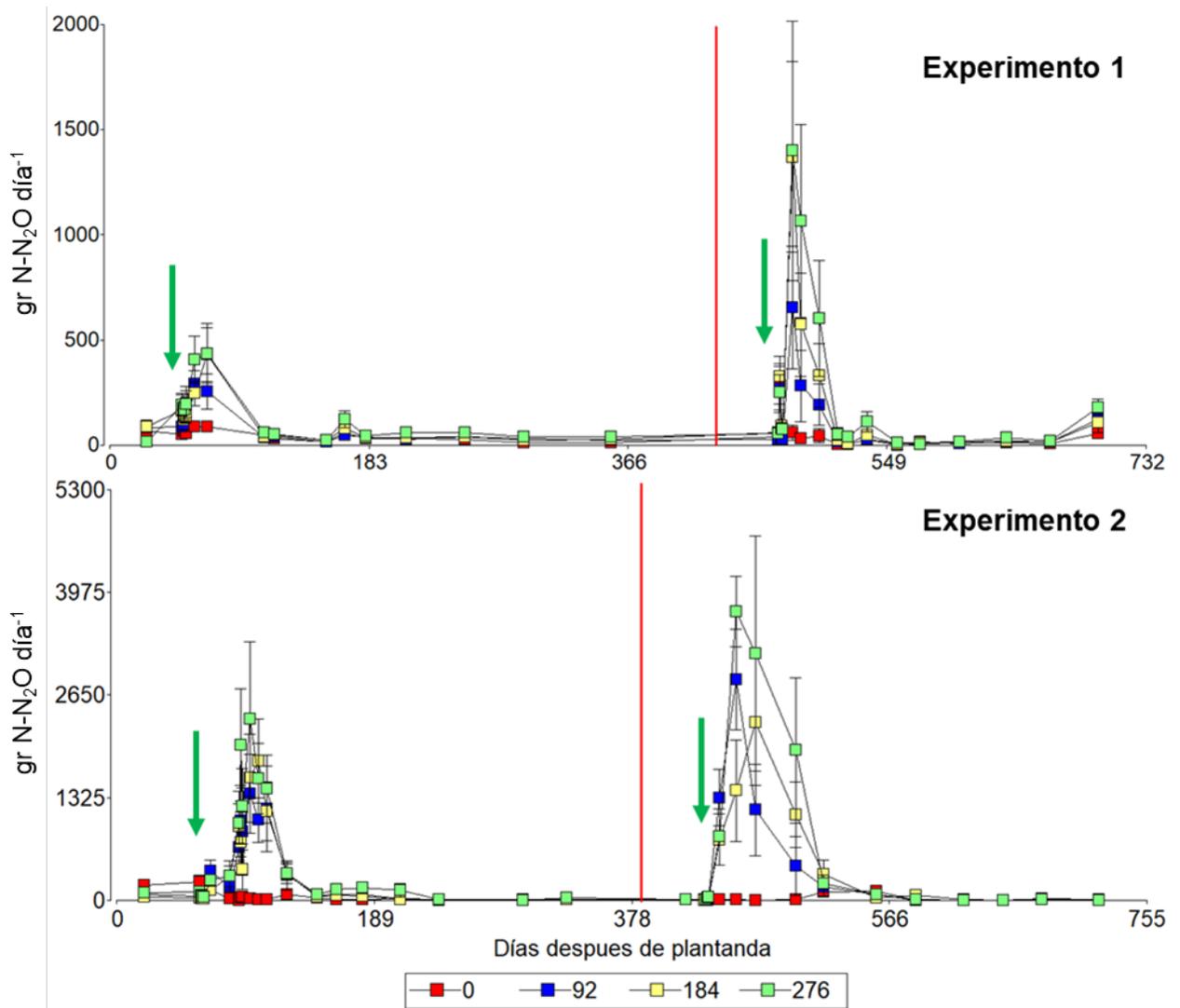


Figura 1. Emisión de N₂O (gr N-N₂O día⁻¹) según la dosis de nitrógeno (Kg de N ha⁻¹). Línea vertical roja indica el momento de la cosecha que separa los ciclo plantilla y soca, flechas verdes indican el momento de la aplicación del fertilizante nitrogenado

Emisión acumulada de N₂O

La emisión acumulada de N₂O hace referencia a la cantidad total liberada durante un plazo específico. En los dos experimentos y durante los dos ciclos productivos, la emisión acumulada aumentó conforme se incrementó la dosis de N aplicado.

Al comparar plantilla y soca en el experimento 1, la emisión acumulada fue mayor para los ensayos con plantilla sin aplicación de fertilizante y en los que se aplicaron 92 kg N-N₂O ha⁻¹ año⁻¹, a diferencia de las emisiones acumuladas de N₂O registradas durante la soca en el segundo experimento, en donde las emisiones fueron mayores a las generadas en plantilla con las 4 dosis de N evaluadas.

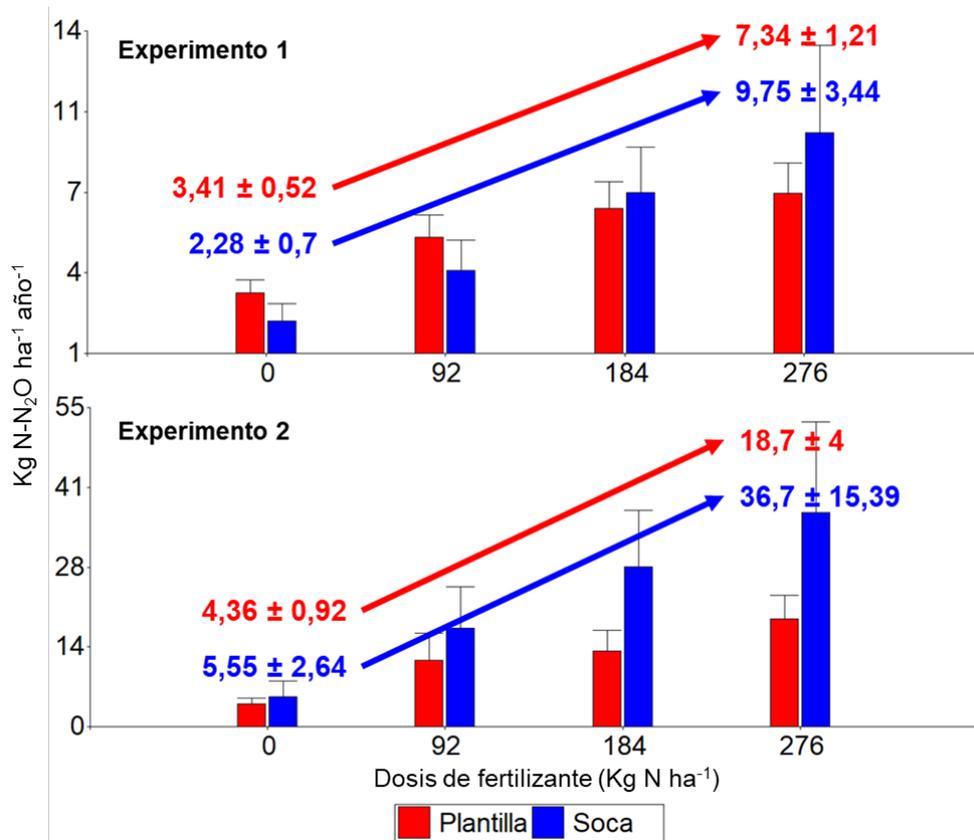


Figura 2. Emisión acumulada de N₂O (Kg N-N₂O ha⁻¹ año⁻¹) en función de la dosis de nitrógeno (Kg N ha⁻¹ año⁻¹)

Conclusiones

- La aplicación de fertilizantes nitrogenados tanto en plantilla como en soca incrementa la emisión de N_2O del suelo, sin embargo, en soca esta emisión se incrementó significativamente.
- La emisión acumulada de N_2O durante un año estuvo directamente relacionada con el incremento de la dosis de aplicación de N en los dos experimentos evaluados. En ambos casos la acumulación fue mayor en soca, siendo más evidente en el Experimento 2.
- La dinámica de emisión de N_2O en el sistema del cultivo de la caña de azúcar está relacionada con el espacio poroso (Macro-Meso-Microporos) que ocupa el agua, lo que indica que el principal proceso involucrado en la producción de este gas en el suelo fue la desnitrificación, como se puede detallar en la siguiente ilustración.



Instalación de cámaras cerradas para medición de GEI en condiciones de concentración de agua - Hacienda Tifton.



Proceso de desnitrificación en el suelo (Adaptado Chavez 2011)

- Desde el punto de vista científico, la ejecución de este proyecto de investigación contribuirá a la identificación de sistemas de manejo del suelo que además de mejorar su calidad para incrementar la productividad (económicamente atractivo) y sostenibilidad agrícola (eficiencia en el uso del suelo), contribuyan a promover la mitigación de los GEI en regiones tropicales.

Referencias

- Baggs, E. M., Stevenson, M., Pihlatie, M., Regar, A., Cook, H., & Cadisch, G. (2003). Nitrous oxide emissions following application of residues and fertiliser under zero and conventional tillage. *Plant and Soil*, 254(2), 361–370. <https://doi.org/10.1023/A:1025593121839>
- Chavez, L.F. Balanço da emissão de gases de efeito estufa em Argissolo Vermelho sob sistemas de cultura em plantio direto. 2011. 120 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil, 2011.
- Dalal, R. C., Wang, W., Robertson, G. P., & Parton, W. J. (2003). Nitrous oxide emission from Australian agricultural lands and mitigation options: A review. *Soil Research*, 41(2), 165–195. <https://doi.org/10.1071/sr02064>
- Fowler, D., Coyle, M., Skiba, U., Sutton, M. A., Cape, J. N., Reis, S., Sheppard, L. J., Jenkins, A., Grizzetti, B., Galloway, J. N., Vitousek, P., Leach, A., Bouwman, A. F., Butterbach-Bahl, K., Dentener, F., Stevenson, D., Amann, M., & Voss, M. (2013). The global nitrogen cycle in the twenty-first century. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 368(1621), 20130164. <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0164>
- Gomes, J., Bayer, C., de Souza Costa, F., de Cássia Piccolo, M., Zanatta, J. A., Vieira, F. C. B., & Six, J. (2009). Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. *Soil and Tillage Research*, 106(1), 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.still.2009.10.001>
- Zanatta, J. A., Bayer, C., Vieira, F. C. B., Gomes, J., & Tomazi, M. (2010). Nitrous oxide and methane fluxes in south Brazilian gleysol as affected by nitrogen fertilizers. *Revista Brasileira de Ciência Do Solo*, 34, 1653–1665. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000500018>



cenicana.org

