



ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN EN LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS A SUELOS FORESTALES: EMISIÓN DE ÓXIDO NITROSO

Kucher H.^{1,2,*}, Cosentino V.^{3,4}, Lupi A.³, Costantini A.^{1,3}, Rizzo P.³, Otero Estrada E.³, Patahuer P.³, Cerrillo T.³, Venturelli L.³ Muñoz Cabrera A.¹, Diehl J.¹, Amado Torres A.¹ y Romaniuk R.³

¹Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. ²Centro de Innovación, Agua y Saneamientos Argentinos.

³Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. ⁴Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

*hkucher@agro.uba.ar

INTRODUCCIÓN

Los biosólidos -subproducto de tratamiento de efluentes cloacales- son aplicados en suelos por su alto contenido de materia orgánica y nutrientes. La emisión de óxido nitroso (N_2O , gas de efecto invernadero) desde el suelo asociada a esta práctica podría morigerarse a partir del compostaje o el acondicionamiento de biosólidos con zeolitas (mineral con alta capacidad de intercambio catiónico), al favorecer una liberación gradual del nitrógeno de los biosólidos. El **objetivo** de este trabajo fue cuantificar la emisión de N_2O derivada de la aplicación de biosólidos tratados con estas técnicas sobre suelos forestales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se aplicaron por triplicado biosólidos solos, co-aplicados con zeolitas al 20% y compostados aeróbicamente, en surcos de 20 cm de profundidad entre hileras de una plantación de *Salix sp* sobre un suelo Argiudol vértico del conurbano bonaerense (Fig. 1). El control no tuvo incorporación de ningún material. Las UE fueron parcelas de 21m² (Fig. 2). Las dosis de cada tratamiento se calcularon en base al requerimiento de N del cultivo y el tipo de estabilización de los materiales aplicados. Se realizaron 16 muestreos de N_2O mediante el método de la cámara estática cerrada (Fig. 3) en los primeros 34 días posteriores a la aplicación de los tratamientos, en el horario donde se encuentra la tasa de emisión de N_2O promedio del día.

RESULTADOS

Se estimó la emisión de N_2O acumulada de cada tratamiento en el período de estudio y se analizaron los resultados mediante análisis de la varianza y comparación de medias. El compostaje de biosólidos redujo significativamente la emisión de N_2O desde el suelo respecto de la aplicación de biosólidos directamente como salen de la planta depuradora, mientras que la co-aplicación con zeolitas no tuvo efectos significativos (Fig. 1).

Tabla 1: Emisión de N_2O acumulada en 34 días (Media \pm EE). Letras distintas indican diferencias significativas (Tukey, $\alpha=0,05$)

Tratamiento	gN- N_2O ha ⁻¹	
Control	40,5 \pm 19,4	a
Biosólidos compostados	83,2 \pm 6,9	a
Biosólidos con zeolitas	7877,6 \pm 1335,9	b
Biosólidos solos	9004,2 \pm 3133,63	b



Figura 1: Aplicación de materiales ensayados



Figura 2: Unidad experimental con 42 ejemplares de sauce.



Figura 3: Cámara para toma de muestras de N_2O



Figura 4: Compostaje de biosólidos en hileras con volteo mecánico

Equivale a la emisión anual de CO_2 eq de 1 vehículo a gasolina



9 veces menor que el CO_2 eq que generaría una dosis de nitrógeno similar como urea (cálculo con valores IPCC)

CONCLUSIONES

El compostaje mostró ser un método efectivo para mitigar la emisión de N_2O desde el suelo en el período de estudio. Estos resultados deberán integrarse con las emisiones de N_2O que se generan durante el proceso de compostaje, lo que permitirá comprender el desempeño global de este método como estrategia de reducción de la emisión de N_2O a la atmósfera asociada al uso de biosólidos.





EFFECTO DEL CULTIVO DE COBERTURA SOBRE EL BALANCE DE GEI

Lewczuk N.¹, Alfonso C.², Barbieri P.^{1,2} y Echarte, L.^{1,2}

¹ Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo Sostenible, INTA Balcarce/Conicet, Buenos Aires, Argentina- lewczuk.nuria@inta.gob.ar.

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola ha demostrado ser uno de los factores principales que llevan al incremento en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). El objetivo de este trabajo es determinar si la incorporación de un cultivo de cobertura (cereal) previo al cultivo de cosecha (soja) reduce las emisiones totales de GEI.

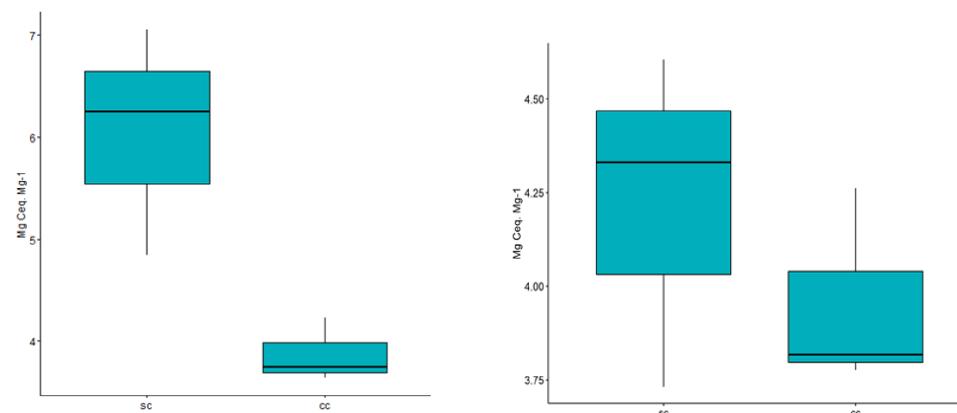
MATERIALES Y MÉTODOS

- El trabajo se realizó sobre un ensayo de larga duración iniciado en 2007, en la ciudad de Balcarce, provincia de Buenos Aires.
- Se aplicaron dos niveles de cobertura del suelo con 3 repeticiones: sin cultivo cobertura (sc) y con cultivo cobertura, (cc, *Triticum aestivum*) previo al cultivo de cosecha, soja (*Glycine max L.*).
- Las determinaciones de GEI, se realizaron cada 15 días durante el crecimiento del cultivo de cobertura (periodo invernal) y semanalmente durante el crecimiento de la soja (periodo estival)

RESULTADOS

Tratamiento	Rendimiento Mg ha ⁻¹	Emisiones acumuladas de N-N ₂ O (g N-N ₂ O ha ⁻¹)	Emisiones acumuladas de C-CO ₂ (kg C-CO ₂ . ha ⁻¹)	Emisiones acumuladas de C-CH ₄ (g C-CH ₄ . ha ⁻¹)
Barbecho		617.65*	966.63*	-170.59
Trigo		1047.46*	1703.56*	-142.31
Soja-sc	2.37*	1431.47	13823.90	43.91
Soja-cc	2.87*	1399.62	10701.88	-93.43

* Valores con media significativamente diferentes con un nivel de confianza del 5%.



Emisiones acumuladas totales de GEI (CO₂ + N₂O + CH₄ en Mg Ceq.) por rendimiento de soja (Mg de biomasa) en el tratamiento sc (sin cultivo de cobertura) y cc (con cultivo de cobertura), a) considerando sólo el periodo de soja y b) considerando el ciclo cc-soja.

CONCLUSIÓN

Se pudo determinar que la incorporación del cc aumentó un 21% el rendimiento de soja. Las emisiones acumuladas de GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) por rendimiento de grano en el tratamiento con cc mostraron una reducción del 36 % (p<0.05) con respecto al tratamiento sc.

Estos resultados demuestran que la incorporación de trigo como cobertura del suelo en el periodo invernal, es una estrategia eficaz que permite incrementar los rendimientos a la vez de reducir las emisiones de GEI.





EMISIONES DE N₂O EN UN CULTIVO DE SOJA, UNA MIRADA DESDE EL MODELO DNDC

Lewczuk N.¹

¹ Instituto de Innovación para la Producción Agropecuaria y el Desarrollo sostenible, INTA Balcarce/Conicet, Buenos Aires, Argentina – lewczuk.nuria@inta.gob.ar.

INTRODUCCIÓN

Las mediciones directas de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) desde el suelo presentan una alta incertidumbre a escala espacial y temporal. Los modelos biogeoquímicos son una excelente herramienta para comprender el impacto de las prácticas de manejo agrícola. El objetivo de este trabajo fue 1) calibrar y validar el modelo DNDC, 2) evaluar la capacidad del modelo para simular %PLA, temperatura del suelo, contenido de nitratos (NO₃⁻) y emisiones de N₂O en un cultivo de soja.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionó un sitio en la Región pampeana (39 ha) bajo siembra directa de soja (*Glycine max* L.). Mediciones de N₂O fueron realizadas mensualmente entre 2010/2012 con el método de cámaras estáticas ventiladas. La validación del modelo fue realizada con los datos observados en la segunda campaña 2011/2012, comparando los valores observados y valores simulados para las emisiones diarias y acumuladas de N₂O, temperatura del suelo, PLA (%), contenido de NO₃⁻.

RESULTADOS

La validación del modelo confirmó un buen ajuste para el %PLA y la temperatura del suelo. Con valores entre 22 y 57 %PLA para los observados y entre 24 y 52 %PLA para los simulados y la temperatura media del suelo simulada fue 3 °C mayor que la observada (23 °C vs 20 °C). Cuando los valores de %PLA fueron superiores al 50% (días con precipitaciones), el modelo simuló altos picos de emisión. Las emisiones simuladas acumuladas de N₂O fueron 1.68 veces más bajas que las observadas, debido al pico de emisión que fue subestimado por el modelo.

CONCLUSIÓN

Este trabajo demostró que el modelo DNDC fue capaz de simular correctamente el % PLA y la temperatura del suelo y presentó una buena performance en la simulación de los flujos de N₂O, con diferencias en momentos de alta emisión observada. La presencia de este único pico aumentó un 25 y 58 % las emisiones de N₂O simuladas y observadas. El modelo DNDC se presenta como una potencial herramienta para estimar emisiones de N₂O en sistemas agrícolas de Argentina, que podría ayudar a mejorar las estrategias de mitigación.

El buen ajuste del modelo sobre las simulaciones de %PLA y la temperatura del suelo es condición para obtener buenas simulaciones sobre las emisiones de N₂O.

Tabla 1: Parámetros estadísticos para la validación del modelo DNDC.

Variable	Media observada	Media simulada	RMSE	nRMSE (%)	d
Emisiones N ₂ O (kg N- N ₂ O ha ⁻¹ d ⁻¹)	0.01 ± 0.02	0.006 ± 0.009	0.02	17	0.66
%PLA	36 ± 11	36 ± 11	9	26	0.81
Temperatura del suelo (°C)	20 ± 7	23 ± 6	4	19	0.88
NO ₃ ⁻ (kg N-NO ₃ ha ⁻¹)	29 ± 25	19 ± 18	37	36	0.19

En la validación, el modelo presentó una buena performance temporal, pero subestimó las emisiones background. Altos flujos de emisión fueron simulados durante eventos de lluvia.

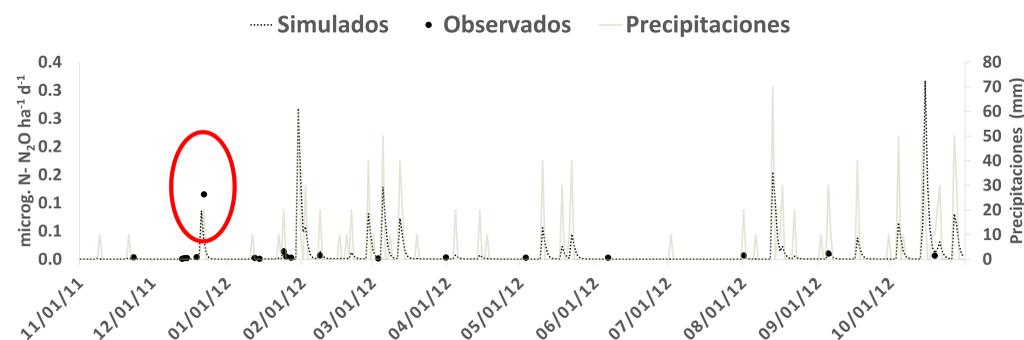


Figura 2: Validación del modelo DNDC. Emisiones diarias observadas y simuladas de N₂O (microg. N-N₂O ha⁻¹ d⁻¹), humedad (%PLA) y temperatura del suelo (°C) en un sistema soja – barbecho entre 2011 y 2012.