

Efectos de largo plazo de los sistemas de labranza en el sudoeste bonaerense: Efectos sobre la fracción mineralizable

Juan Manuel Martínez, Matías Duval, Fernando López, Juan A. Galantini

Los sistemas de labranza afectan la mineralización del nitrógeno. Mientras que el laboreo acelera la degradación de la fracción activa del nitrógeno orgánico, la siembra directa favorece su acumulación, principalmente en la capa superficial.



El nitrógeno (N) es un elemento indispensable para maximizar el rendimiento y la calidad de los cultivos. Por su dinámica, susceptibilidad a las pérdidas y altos requerimientos de las plantas, es uno de los nutrientes deficientes en forma generalizada. Los sistemas de labranza afectan a la dinámica del N (Mikha et al., 2006) en el suelo y por lo tanto a la mineralización (Rice & Havlin, 1994). La labranza convencional (LC) favorece la reducción del contenido de la materia orgánica (MO) debido al incremento de la mineralización por la ruptura de los agregados del suelo y el aumento de la aireación (Sainju et al., 2006). Esto expone a los compuestos orgánicos protegidos a la acción de los microorganismos, acelerando el ciclado del N (Mikha & Rice, 2004). En cambio, la siembra directa (SD) mejora la agregación del suelo (St. Luce et al., 2011) y protege los compuestos orgánicos de la degradación (Six et al., 1998). Respecto a la mineralización, Halpern et al. (2010) encontraron una mayor biomasa microbiana y N mineralizable bajo SD, mientras que Muruganandam et al. (2010) reportaron mayores tasas de transformación de N en este sistema de labranza. Sin embargo, en otros estudios de largo plazo, el N mineralizado fue mayor o igual bajo LC en comparación con SD (Thomsen & Sørensen, 2006).

La mayoría de las estimaciones de la contribución de N proveniente de la mineralización del suelo se basan en incubaciones aeróbicas de largo plazo (Martínez & Galantini, 2017), que determinan la fracción de N del suelo que se podría mineralizar (N potencialmente mineralizable, Npm). Este Npm también se puede estimar en laboratorio por incubación anaeróbica (Waring & Bremner, 1964) y según varios autores el N anaeróbico sería el mejor indicador biológico del Npm (Bushong et al., 2006; Martínez et al., 2016, 2017).

Los estudios de largo plazo son esenciales debido a que los cambios en las propiedades edáficas a corto plazo son usualmente pequeñas y el sistema no se encuentra aún estabilizado (Heenan et al., 2004). Estos cambios sobre el suelo pueden ser de mayor magnitud en

regiones con menor régimen de precipitaciones debido al efecto de la cobertura (Abril et al., 2005), particularmente en climas de alta estacionalidad (Schoenau & Campbell, 1996). Los objetivos de este estudio fueron i) cuantificar el efecto en el largo plazo de dos sistemas de labranza sobre distintas fracciones de N de la MO, y evaluar las variaciones en la fracción mineralizable en un suelo de la región subhúmeda Pampeana.

Aspectos metodológicos

Se utilizó un suelo Argiudol típico (38° 07' 06" S - 62° 02' 17" O), profundo, de textura franca en el horizonte A y franco-arcillosa en el B₂, del establecimiento Hogar Funke, partido de Tornquist (Provincia de Buenos Aires) (Figura 1). Sobre dos parcelas de 8 has cada una se aplicaron dos sistemas de labranza: SD y LC, desde el año 1986. El gradiente de precipitaciones determina un régimen de humedad del suelo údico con una distribución errática, concentradas durante los períodos de marzo-abril (otoño) y setiembre-octubre (primavera). De acuerdo a Thornthwaite, el clima es clasificado como subhúmedo, con temperatura media anual de 14,5°C. Los cultivares seleccionados para cada cultivo y las prácticas de manejo que se utilizaron fueron las recomendadas para la región. Los detalles del sitio, manejo y propiedades químicas del suelo fueron descritos por Galantini et al. (2006) y Martínez et al. (2017). Las muestras fueron tomadas en 2003, 2009, 2010 y 2011 cuando las parcelas estaban sembradas con el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en el estadio de macollaje. Las mismas se tomaron en tres bloques ubicados aleatoriamente a lo largo de las dos parcelas.

Durante el período analizado (1986-2011) la secuencia de cultivos fue: M-T-G-T-G-T-S-C-M-C-M-T-M-T-C-G-T-T-G-C-G-T-M-T(sin cosecha por sequía)-T-T (siendo: M, maíz; T, trigo; G, girasol; C, cebada; S, sorgo). En cada tratamiento y bloque se tomaron tres muestras compuestas a las profundidades 0-5, 5-10 y 10-20 cm. El suelo fue secado al aire, homogeneizado y tamizado por 2 mm. Se determinó el N orgánico total (N_t) (Bremner & Mulvaney, 1982) y N potencialmente mineralizable por incubación anaeróbica (N_{an}) durante de 7 días a 40°C de temperatura (Waring & Bremner, 1964). El análisis estadístico de los datos se realizó con el software Infostat (Di Rienzo et al., 2013).

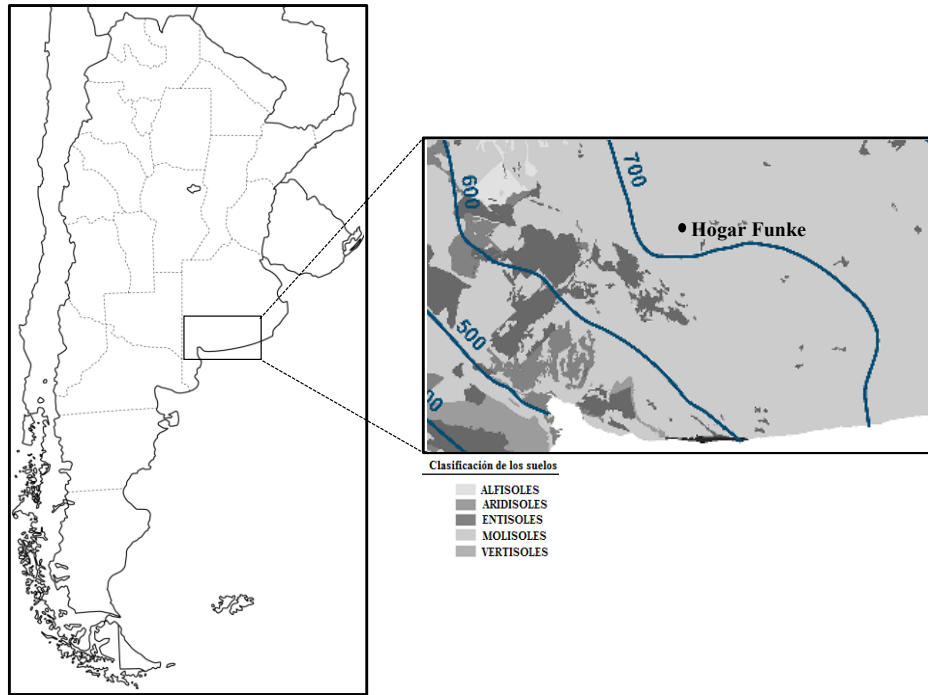


Figura 1. Ubicación del sitio del ensayo de largo plazo.

Resultados y discusión

Los contenidos de Nan en la capa de 0-5 cm del suelo fueron mayores en SD que bajo LC en todos los años en concordancia a lo encontrado por Needelman et al. (1999) y Mikha et al. (2006). Los valores obtenidos promedios fueron 54,2 y 76,3 mg kg⁻¹ para LC y SD, respectivamente. Esta diferencia puede deberse a la cantidad de años del lote con sistemas de labranzas. Se observaron diferencias significativas entre los tratamientos y años, siendo 2003>2011>2009=2010 (Figura 2). Para las demás profundidades estudiadas, se observaron diferencias significativas entre años pero no así para sistemas de labranza en 5-10 y 10-20 cm ($p>0,05$), con valores inferiores a los hallados en la capa más superficial. Este resultado coincide a lo hallado en la bibliografía (Morón & Sawchick, 2002; Fabrizzi *et al.*, 2003) donde se propone al Nan como un indicador de alta sensibilidad a los cambios producidos por las prácticas de manejo pero en la capa más superficial, donde se pueden diferenciar ambos sistemas de labranzas.

El Nt mostró una tendencia similar al Nan para las profundidades estudiadas, sin encontrarse diferencias entre tratamiento y años bajo LC, aunque si se observaron tales diferencias en 0-5 cm para SD, lo que demuestra una mayor estratificación de N en las capas superficiales (Figura 3). Esta situación reviste importancia, dado que produce un incremento de la fracción activa del N. Cuando se analizaron las demás profundidades no se observaron diferencias

entre tratamiento y años. Luego, se procedió a analizar la capa superficial, en la cual se observan las mayores diferencias entre sistemas y las variables estudiadas.

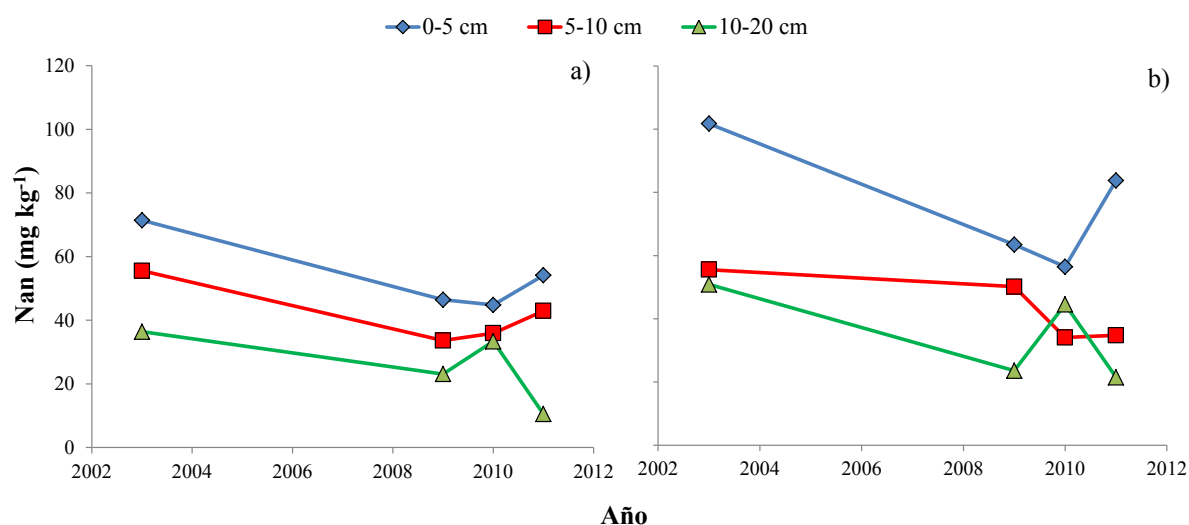


Figura 2. Variación del Nan para cada profundidad según sistemas de labranza: a) LC y b) SD.

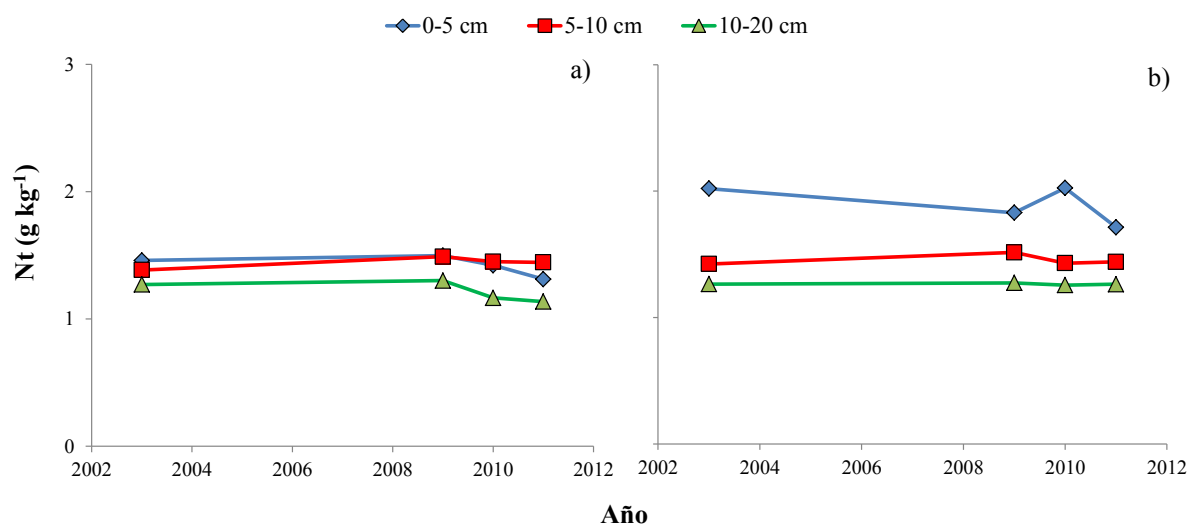


Figura 3. Variación del N total (Nt) del suelo para cada profundidad según los sistemas de labranza: a) LC y b) SD.

Analizando la capa superficial, se pudo apreciar la relación existente entre estas dos variables (Figura 4). Se evidenciaron relaciones opuestas entre el Nt y el Nan para SD, aunque en LC no se observó lo mismo. Esto fue causado por la estratificación de la MO particulada (MOP) bajo SD en esta capa, que favorece una mayor acumulación de N lábil en superficie (Balesdent et al., 2000). En cambio, en LC no se observó tal relación ya que se produjo una dilución en la concentración del Nt en toda la profundidad de laboreo (Figura 4) por la

incorporación de la MOP en profundidad. Por lo que sería esperable que la relación del Nt con el Nan bajo LC, sea estrecha en toda la profundidad de laboreo. Con respecto a la variación interanual en SD, se observa una variabilidad del Nan que podría atribuirse al aporte de N realizado por la MOP, cuyo aporte resulta variable debido a la estacionalidad climática que produce rendimientos erráticos de los cultivos. Martínez et al. (2017) reportaron correlaciones elevadas entre el aporte de residuos de los cultivos y el potencial de mineralización de N bajo estas condiciones. Otros autores (Genovese et al., 2009) han reportado un decrecimiento en el potencial de mineralización debido al efecto de agricultura continua en ambientes con rendimientos elevados, situación que no fue observada en este estudio. Esto probablemente podría indicar que bajo condiciones con limitaciones hídricas el potencial de mineralización sería más dependiente de las fracciones más lábiles de la MO, que son más limitantes bajo estas condiciones.

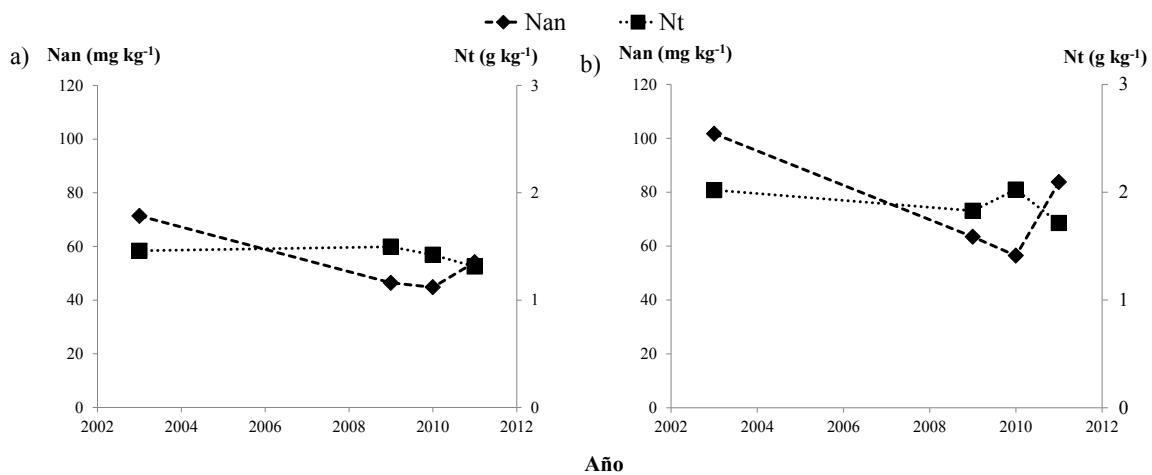


Figura 4. Tendencias en las relaciones entre Nan y Nt en la capa superficial según sistemas de labranza: a) LC y b) SD.

Conclusiones

Las mayores concentraciones de Nt bajo SD, resultado de la estratificación de la MOP, incrementaron la fracción activa del N y su potencial de mineralización. El Nan podría utilizarse como un indicador sensible para detectar cambios producidos por los sistemas de labranza si se considerara la profundidad más superficial. Estos resultados permiten conocer en más detalle la dinámica del N proveniente de la mineralización de la MO con dos sistemas de labranza contrastantes, y así plantear estrategias para optimizar la eficiencia de uso del N.

Bibliografía consultada

- Abril A.; P. Salas; E. Lovera; S. Kopp; N. Casado-Murillo. 2005. Efecto acumulativo de la siembra directa sobre algunas características del suelo en la región semiárida central de la Argentina. *Ci. Suelo* 23, 179-188.
- Balesdent J.; C. Chenu; M. Balabane. 2000. Relationship of soil organic matter dynamics to physical protection and tillage. *Soil Till. Res.* 53, 215-230.
- Banerjee M.R.; D.L. Burton; C.A. Grant. 1999. Influence of urea fertilization and urease inhibitor on the size and activity of the soil microbial biomass under conventional and zero tillage at two sites. *Can. J. Soil Sci.* 79, 255-263.
- Bremner J.M.; C.S. Mulvaney. 1982. Nitrogen total. In: Page et al. (Eds.) *Methods of Soils Analysis. Part 2. Agronomy* 9. 2nd edition. Madison, Wisconsin, USA. Pp. 595-624.
- Bushong J.T.; R.J. Norman; W.J. Ross; N.A. Slaton; C.E. Wilson; E.E. Gburr. 2007. Evaluation of several indices of potentially mineralizable soil nitrogen. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 38, 2799-2813.
- Bundy L.G.; J.J. Meisinger. 1994. Nitrogen availability Indices. In: Weaver RW et al. (Eds.). *Methods of soil Analysis. Part 2, Microbiological and Biochemical Properties* N° 5. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, EEUU. Pp 951-984.
- Fabrizzi P.A.; F. Garcia. 2003. Soil carbón and nitrogen organic fractions in degraded vs. Non-degraded Mollisols in Argentina. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67, 1831-1841.
- Galantini J.A.; J.O. Iglesias; C. Maneiro; L. Santiago; C. Kleine. 2006. Sistemas de labranza en el sudoeste bonaerense. Efectos de largo plazo sobre las fracciones orgánicas y el espacio poroso del suelo. *Rev. Invest. Agropec. (RIA - INTA)* 35, 15-30.
- Genovese M.; H. Echeverría; G. Studdert; H. Sainz Rozas. 2009. Nitrógeno de amino-azúcares en suelos: calibración y relación con el nitrógeno incubado anaeróbico. *Ci. Suelo* 27, 225-236.
- Halpern M.T.; J.K. Whalen; C.A. Madramootoo. 2010. Long-term tillage and residue management influences soil carbon and nitrogen dynamics. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74, 1211-1217.
- Heenan D.P.; K.Y. Chan; P.G. Knight. 2004. Long-term impact of rotation, tillage and stubble management on the loss of soil organic carbon and nitrogen from a Chromic Luvisol. *Soil Till. Res.* 76, 59-68.
- Martínez J.M.; J.A. Galantini. 2017. A Rapid Chemical Method for Estimating Potentially Mineralizable and Particulate Organic Nitrogen in Mollisols. *Commun Soil Sci. Plant Anal.* 48, 113-123.
- Martínez J.M.; J.A. Galantini; M.E. Duval; F.M. López. 2016. Indicadores de mineralización de nitrógeno en el sudoeste bonaerense: relación con las fracciones orgánicas del suelo. *Rev. Ci. Agron.* XXVI, 50-57.
- Martínez J.M.; J.A. Galantini; M.E. Duval; F.M. López. 2017. Tillage effects on labile pools of soil organic nitrogen in a semihumid climate of Argentina: a long-term field study. *Soil Till. Res.* 169, 71-80.
- Mikha M.M.; C.W. Rice. 2004. Tillage and manure effects on soil and aggregate-associated carbon and nitrogen. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68, 809-816.
- Mikha M.M.; C.W. Rice; J.G. Benjamin. 2006. Estimating soil mineralizable nitrogen under different management practices. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70, 1522-1531.
- Morón A.; J. Sawchik. 2002. Soil quality indicators in a longterm crop-pasture rotation experiment in Uruguay. Paper 1327. *Proceedings 17th World Congress of Soil Science. Symposium N° 32.* Bangkok, Tailandia. In CD.
- Muruganandam S.; D. Israel; W. Robarge. 2010. Nitrogen transformations and microbial communities in soil aggregates from 3 tillage systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74, 120-129.
- Needelman B.A.; M.M. Wander; G.A. Bollero; C.W. Boast; G.K. Sims; D.G. Bullock. 1999. Interaction of tillage and soil texture: Biologically active soil organic matter in Illinois. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63, 1326-1334.
- Schoenau J; C. Campbell. 1996. Impact of crop residues on nutrient availability in conservation tillage systems. *Can. J. Plant Sci.* 76, 621-626.
- Six J.; E.T. Elliot; K. Paustian; J.W. Doran. 1998. Aggregation and soil organic matter accumulation in cultivated and native grassland soil. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 62, 1367-1377.
- Stanford G.; S. Smith. 1972. J. Nitrogen mineralization potentials of soils. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 36, 465-472.
- Thomsen I.K.; P. Sørensen. 2006. Tillage-induced N mineralization and N uptake in winter wheat on a coarse sandy loam. *Soil Tillage Res.* 89, 58-69.
- Waring S.A.; J.M. Bremner. 1964. Ammonium production in soil under waterlogged conditions as an index of nitrogen availability. *London Nature.* 201, 951-95.