

Influencia de la aplicación de residuos orgánicos de tambo sobre la calidad estructural del suelo

MARÍA EMILIA SALERNO; ZENKLUSEN MARÍA CELESTE

Filiación institucional: Facultad de Ciencias Agrarias (UNL)

Área: Ingeniería
Sub área: Agronomía

INTRODUCCIÓN

La aplicación de efluentes de tambo como enmienda orgánica está recibiendo una creciente atención debido a la intensificación de los sistemas lecheros y ganaderos, ya sea porque se trabaja con mayor carga animal en planteos a campo o directamente porque se pasó a sistemas total o parcialmente estabulados.

En lo tambos se generan distintos tipos de residuos sólidos y líquidos (estiércol, orina, restos de alimentos), a los que deben agregarse los efluentes generados como resultado de la higiene diaria de las instalaciones y maquinaria de ordeño; generando fuentes de contaminación del agua subterránea en las cuencas lecheras.

Trabajos internacionales destacan el efecto positivo de los residuos orgánicos en el suelo, tanto sobre las propiedades químicas, debido al reciclado de nutrientes, como físicas, al aumentar el contenido de materia orgánica, la porosidad e infiltración del agua en el suelo (Feng et al., 2005; Bittman et al., 2007)

Teniendo en cuenta que existe escasa información acerca la influencia de la aplicación de residuos sólidos orgánicos de tambo (RST) en las propiedades físicas del suelo a nivel regional, el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto de la aplicación de RST sobre propiedades físicas de un Argiudol típico representativo de la cuenca lechera central santafesina.

MATERIALES Y MÉTODO

El trabajo consistió en el estudio del efecto, de la aplicación de residuos orgánicos sólidos de tambo (RST) en años consecutivos sobre propiedades físicas del suelo. El experimento se realizó sobre un Argiudol típico representativo de la cuenca lechera santafesina en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA en Rafaela, provincia de Santa Fe. En 2011 y 2014 se aplicaron RST y se sembraron diferentes cultivos sobre 18 parcelas de 25 m² de superficie (Tabla 1). Un Tratamiento testigo no recibió RST y en otro tratamiento se aplicaron 150 Mg ha⁻¹ de RST. En 2011 se sembró soja, maíz y sorgo tanto en los tratamientos testigo como en los que recibieron RST y en 2014 todas las parcelas recibieron el mismo tratamiento pero se implantó el cultivo de trigo. En total se demarcaron 18 parcelas, 3 por cada tratamiento.

Tabla1 : Tratamientos del experimento

Tratamiento/Año	2011	2014
Trat. 1	Efl.150 + Soja	Efl.150 + Trigo
Trat. 2	Testigo + Soja	Testigo + Trigo
Trat. 3	Efl.150 + Maíz	Efl.150 + Trigo
Trat. 4	Testigo + Maíz	Testigo + Trigo
Trat. 5	Efl. 150 + Sorgo	Efl.150 + Trigo

En noviembre de 2011 y 2014, se recolectaron 6 muestras con estructura no perturbada por tratamiento, con cilindros de 5 cm de altura por 5 cm de diámetro, en la parte superficial del suelo (0 a 10 cm). Las muestras se saturaron por elevación gradual de una lámina de agua, se pesaron para obtener el contenido hídrico en saturación (θ_s) y posteriormente se equilibraron en los siguientes potenciales mátricos (ψ): -3 y -6, kPa en mesa de tensión y -10, -30, 100 y 300 kPa en cámaras de presión de Richards (Klute, 1986). Los potenciales -500 y -1.500 kPa fueron determinados con el equipo WP4-T, usando muestras deformadas. Cuando las muestras llegaron al equilibrio, se pesaron y en cada una se midió la resistencia a la penetración del suelo (RP) con penetrómetro electrónico, con cono de 60° de ángulo y 4 mm de diámetro basal. A continuación las muestras se secaron en estufa a 105°C para determinar el contenido gravimétrico de agua y la densidad del suelo (D_s) (Blake, Hartge 1986). Con esta información se ajustaron las curvas de retención (CRH) y de resistencia mecánica a la penetración de las raíces (RP). Para CRH se utilizó el modelo propuesto por van Genuchten (1980) (ecuación 1):

$$\theta = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left[1 + (\alpha |\psi|)^n \right]^{-m} \quad (1)$$

donde: θ =contenido volumétrico de agua ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), θ_r =contenido volumétrico de agua residual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), θ_s =contenido volumétrico de agua en saturación ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), ψ = potencial mátrico (kPa) y α , n y m son los parámetros de ajuste. La relación funcional entre RP, θ y D_s se obtuvo ajustando el modelo no lineal propuesto por Busscher (1990), (ecuación 2)

$$RP = a \times \theta^b \times D_s^c \quad (2)$$

donde: RP= resistencia del suelo a la penetración (MPa), θ = contenido volumétrico de agua ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$), D_s = densidad del suelo (g cm^{-3}) y a , b , c son los parámetros del ajuste.

Con esta información se calculó el intervalo hídrico óptimo (IHO), para tal, fueron estimados los valores críticos de contenido de agua en el suelo que limitan el crecimiento de las raíces siendo: a) capacidad de campo (CC), correspondiente al contenido de agua retenida a 33 kPa, b) agua fácilmente utilizable (PMP), contenido de agua retenido a potencial mátrico de 170 kPa, c) contenido de agua en el suelo en el que la porosidad de aireación es $0,15 \text{ cm}^3 \text{cm}^{-3}$ (PA) y d) contenido de agua en el suelo en el que la resistencia mecánica a la penetración de las raíces es 3 MPa (RP). El IHO fue determinado usando o algoritmo propuesto por Leão et al. (2005). y la densidad del suelo crítica para el crecimiento de las raíces D_{scrit} . También se evaluó la porosidad total del suelo (POR_t) y la macroporosidad (POR_p)

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 2 muestra los resultados de las propiedades evaluadas en los años 2011 y 2014.

Tabla 2: Densidad del suelo (D_s), Porosidad Total (POR_t), Macroporosidad (POR_p), Intervalo hídrico óptimo (IHO) y Densidad crítica ($D_{scrit.}$) en los casos estudiados.

Tratamientos	D_s ($g\ cm^{-3}$)	POR_t ($cm^3\ cm^{-3}$)	POR_p ($cm^3\ cm^{-3}$)	IHO ($cm^3\ cm^{-3}$)	$D_{scrit.}$ ($g\ cm^{-3}$)
Año: 2011					
Trat. 1	1,211	0,544	0,117	0,109	1,279
Trat. 2	1,189	0,552	0,141	0,109	1,470
Trat. 3	1,223	0,517	0,055	0,114	1,610
Trat. 4	1,242	0,522	0,045	0,116	1,590
Trat. 5	1,246	0,530	0,065	0,101	1,448
Trat. 6	1,283	0,504	0,045	0,121	1,412
Año: 2014					
Trat. 1	1,171	0,491	0,120	0,048	1,347
Trat. 2	1,254	0,473	0,093	0,051	1,328
Trat. 3	1,221	0,471	0,088	0,033	1,351
Trat. 4	1,174	0,504	0,127	0,068	1,331
Trat. 5	1,218	0,480	0,102	0,042	1,309
Trat. 6	1,242	0,469	0,095	0,040	1,332

La densidad del suelo en todos los tratamientos fue inferior a la densidad crítica ($D_{scrit.}$), valor de densidad en el cual el Intervalo Hídrico Óptimo es igual a cero y por lo tanto, restrictivo para la proliferación radical..

La macroporosidad (POR_p) no fue baja considerando el valor óptimo propuesto por Reynolds et al. (2009) de $0,07\ cm^3\ cm^{-3}$ y se puede observar que esté parámetro mejoró en 2014 quizás influenciado por el sistema radicular del trigo. Mantener esta propiedad en condiciones favorables es de vital importancia ya que en Argiudoles como el estudiado con elevado contenido de limo y poco de arena, la porosidad en el dominio de los macroporos es baja y una pequeña disminución puede causar severas restricciones físicas en la infiltración el drenaje y la proliferación de las raíces (Ghiberto et al. 2015).

La densidad del suelo, porosidad total y macroporosidad en el tratamiento testigo de ambos años muestra que el suelo no tenía signos de degradación física importantes de estas propiedades. Por tal motivo, se infiere que al tener el suelo una buena calidad física, no se hayan manifestado mejoras en esos indicadores. Esto coincide con lo manifestado por Miller y Miller (1999), que destacaron que la mejora en las propiedades del suelo tales como la estructura, no tienen un efecto inmediato y pueden no aparecer en períodos cortos de tiempo.

CONCLUSIÓN

La aplicación de residuos orgánicos de tambos al suelo no manifestó efectos en la mejora o deterioro de las propiedades evaluadas. Se sugiere continuar con el experimento por más tiempo y realizarlos en suelos de inferior calidad para poder observar en qué medida puede influenciar positivamente en sus propiedades.

BIBLIOGRAFÍA

- Blake, G.R., K.H. Hartge**, 1986. Bulk density. En: *Methods of Soil Analysis - Physical and Mineralogical Methods* 2nd ed. (Ed. Klute, A.) Am. Soc. Agron. Madison, Estados Unidos, p. 363-375.
- Bittman, S.; C.G. Kowalenko; T. Forge; D.E. Hunt; F. Bounaix, Patin. N.**, 2007. Agronomic effects of multi-year surface-banding of dairy slurry on grass. *Bioresource Technology*, v. 98 (17): 3249-3258.
- Busscher, W. J.** 1990. Adjustment of flat-tipped penetrometer resistance data to a common water content. *Transaction ASAE* 33:519-524.
- Feng, G. L.; J. Letey; A. C. Chang, C. Ampbell Mathews. M.**, 2005. Simulating dairy liquid waste management options as a nitrogen source for crops. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 110 (3-4): 219-229.
- Genuchten, M.T. van**, 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 44, 892-898.
- Ghiberto, P.J.; Libardi, P.L.; Imhoff, S.; Silva da, A.P.; Tormena, C.A.; Pilatti, M. A.** 2015. Soil physical quality of Mollisols quantified by a global index. *Scientia Agricola*, 72(12): 167-174.
- Miller, D.M., Miller, W.P.** 1999. **Land application of wates.** In: Sumner, M.E. (Ed.), *Handbook of soil science*. CRC Press, New York, pp. G217-G45.
- Reynolds, W.D., Drury, C.F., Tan, C.S., Fox, C.A., Yang, X.M.**, 2009. Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. *Geoderma*, 152: 252-263.