



PROPIEDADES FÍSICAS DE UN ARGIUDOL BAJO USO FORESTAL Y CON APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS

Vasko, A.¹, Carfagno, P.^{21*}, Rey, R.², Becerra, F.², Sainz, D.²³; Kucher H.³⁴

¹ Universidad de Morón; ² Instituto de Suelos-INTA; ³ Facultad de Agronomía (UBA); ⁴ Agua y Saneamientos Argentinos (AySA)

* De Los Reseros y Nicolás Repetto s/n, Prov. de Buenos Aires, carfagno.patricia@inta.gob.ar

RESUMEN: El uso de biosólidos como enmienda de suelos es un tema de investigación de sumo interés que podría darle un uso a un subproducto de desecho frecuente generado en el tratamiento de aguas residuales. Debido al contenido de nutrientes valiosos y materia orgánica puede llegar a mejorar las propiedades físico-químicas del suelo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un biosólido bajo tres tratamientos: biosólido sin tratar, compostado y compostado más zeolita, sobre la capacidad de retención hídrica y porosidad de un suelo Argiudol vértico del norte de la Provincia de Buenos Aires. La retención hídrica del suelo se determinó en olla de presión de Richards, en el laboratorio de Calidad, Salud y Tecnología del Instituto de Suelos de INTA Castelar. Si bien los resultados obtenidos no mostraron diferencias significativas para las propiedades físicas evaluadas; se observó un efecto positivo sobre la retención hídrica y la macroporosidad.

PALABRAS CLAVE: barros cloacales, forestales, porosidad, contenido hídrico.

INTRODUCCION

Los barros cloacales son un subproducto obtenido del tratamiento de los efluentes cloacales. Estos subproductos orgánicos (biosólidos), son generados durante el tratamiento de aguas residuales y pueden contener nutrientes y materia orgánica que pueden mejorar las propiedades físico-químicas del suelo. Actualmente, en Argentina el 15 al 20% de las aguas residuales recolectadas son tratadas (Kucher *et al.*, 2021), el destino de estos barros puede ser: incinerarlo, aplicado en rellenos sanitarios o en suelos como enmienda; los dos primeros son costosos, mientras que el último ha tenido una mayor aceptación especialmente en usos forestales debido al potencial como abono orgánico en cultivos, aunque se debe analizar el potencial riesgo de contaminación (Ramírez Pisco *et al.*, 2007). La Resolución 410/18 regula el uso de barros cloacales en Argentina. El compostaje consta de una degradación parcial aeróbica de la materia orgánica, sometida a condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación. Durante el mismo, los compuestos carbonados y nitrogenados simples se transforman en formas orgánicas complejas más estables, químicamente semejantes a las sustancias húmicas del suelo (Kucher *et al.*, 2021). En promedio un lodo residual contiene del 50% al 80% de materia orgánica, 2% a 6% de nitrógeno, 2% a 5% de fósforo asimilable y del 0,1% al 0,4% de potasio (Bermúdez, 1997). Si bien las propiedades físicas, no se ven alteradas en gran medida en el corto plazo, se puede destacar una tendencia en los tratamientos con biosólidos de disminuir la densidad aparente y la microporosidad y de aumentar la estabilidad estructural y la macroporosidad (Peñarete Murcia, 2012).

En forestales realizados en secano es importante realizar un manejo que promueva el uso eficiente del agua. Los biosólidos afectan favorablemente el potencial hídrico y el contenido hídrico relativo. Esto podría significar un aumento en el agua útil disponible y la posibilidad de incorporar nuevas especies, por lo que existe un gran potencial para la aplicación de biosólidos en plantaciones forestales (Donoso *et al.*, 2016). Uno de los tratamientos realizados en el ensayo, se basó en la aplicación de biosólido junto con zeolita. Las zeolitas son



aluminosilicatos hidratados de origen natural con distintas características que benefician a las propiedades del suelo, entre ellas la retención hídrica y la capacidad de intercambio catiónico (Méndez Argüello, *et. al.*, 2018). En el presente trabajo se evaluará los efectos de la aplicación de biosólidos sobre diferentes propiedades físicas del suelo en un ensayo forestal, de *Salix*.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño de la experimentación fue en bloques completamente aleatorizados, con cuatro tratamientos: Testigo, Biosólido (= 8,34 tnMS/ha); Biosólido + Zeolita al 20% (8,34 tn MS/ha biosólidos + 2,09 tn/ha zeolitas) y Biosólido compostado (14,48 tn MS/ha).

Los biosólidos utilizados fueron provenientes de una planta depuradora y se aplicaron de forma superficial sobre un suelo Argiudol vértico de la localidad de Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. La aplicación fue realizada en el 2019, el cual realizó surcos de 20 cm de profundidad entre hileras de una plantación implantada por estaca hace 6 meses de *Salix sp.* Las dosis de cada tratamiento estuvieron limitadas por el contenido de nitrógeno en base al requerimiento del cultivo y el nivel de estabilización de las enmiendas utilizadas, según la Resolución 410/18 del MAyD.

Para el análisis de la retención hídrica se utilizaron ollas de presión de Richards (Richards, 1948). Las muestras tomadas en cilindro sin disturbar, fueron sometidas a las siguientes presiones de succión: 0.1; 0.3; 0.6; 1; 0.33; 15 bares.

Con el fin de determinar el diámetro de poros equivalente para cada presión (en KPa) aplicada a la muestra, se empleó una ecuación en la cual el diámetro de los poros guarda una relación inversa con la presión utilizada para extraer el agua contenida en ellos.

$$D (\mu\text{m}) = 300 / \text{KPa}$$

En la Figura 1, se aprecia la correlación entre la presión aplicada, expresada en KPa, y el diámetro de los poros. Además, se presenta la altura que correspondería a una columna de agua equivalente a la presión ejercida, junto con la clasificación según el rango de poros en el que se encuentran Modificado de Bollero et al. (2006). La determinación de la porosidad total se llevó a cabo al calcular la humedad volumétrica (Hv) en el punto de saturación, asumiendo que todos los poros de la muestra estaban llenos de agua.

Presión (KPa)	Diámetro (micrones)	Altura columna de agua (m)	
1	300,0	0,10	
2	150,0	0,20	Macroporos
3	100,0	0,30	
4	75,0	0,40	
5	60,0	0,50	
6	50,0	0,60	
8	37,5	0,80	
10	30,0	1,00	Mesoporos
12	25,0	1,20	
16	18,8	1,60	
20	15,0	2,00	
24	12,5	2,40	
33	9,1	3,30	
50	6,0	5,00	
100	3,0	10,00	
500	0,6	50,00	Microporos
1000	0,3	100,00	
1500	0,2	150,00	

Figura 1. Equivalencia entre presiones, diámetro de poros y altura de columna de agua.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En relación con los valores de densidades aparentes promedio (Figura 2), cabe destacar que la aplicación de biosólidos, ya sea de manera individual, en combinación con zeolita o compostado, resultó en un aumento de la DAP del suelo. Estos resultados discrepan de las observaciones de Ramírez Pisco et al. (2007), quienes señalaron una mejora en las condiciones físicas del suelo en tratamientos con mayores cantidades de biosólidos.

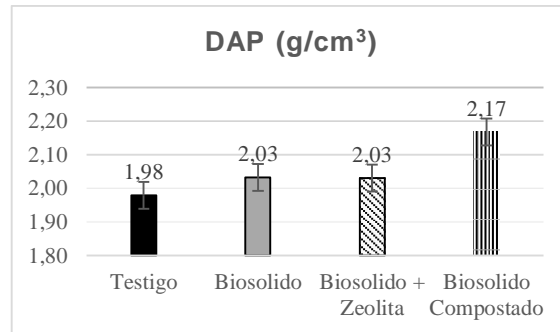


Figura 2. Densidad aparente promedio (DAP) de cada tratamiento.

En la Figura 3 se presenta la curva de retención hídrica en humedad volumétrica promedio del suelo. Se observó una tendencia en el tratamiento de Biosólido + Zeolita hacia una mayor retención de agua, seguido por el tratamiento con Biosólido. En esta misma línea Ramírez Pisco et al. (2007) encontraron que la capacidad de retención de humedad se incrementó con la aplicación de biosólidos.

Asimismo, se puede evidenciar el impacto positivo de las zeolitas en el aumento de la capacidad de retención de humedad, tal como fue señalado por Soca et al. (2015). A una presión de 0,33 bares, representativa del estado de capacidad de campo, se destaca que el tratamiento biosólido + zeolitas exhibe una retención de agua un 22,74%, 12,34% y 18,14% superior en comparación con los tratamientos testigo, biosólido y biosólido compostado, respectivamente. No obstante, es relevante señalar que en la investigación llevada a cabo por Soca et al. (2015), no se identificaron diferencias significativas entre los tratamientos, atribuibles a la alta dispersión de los datos registrados en dicho estudio.

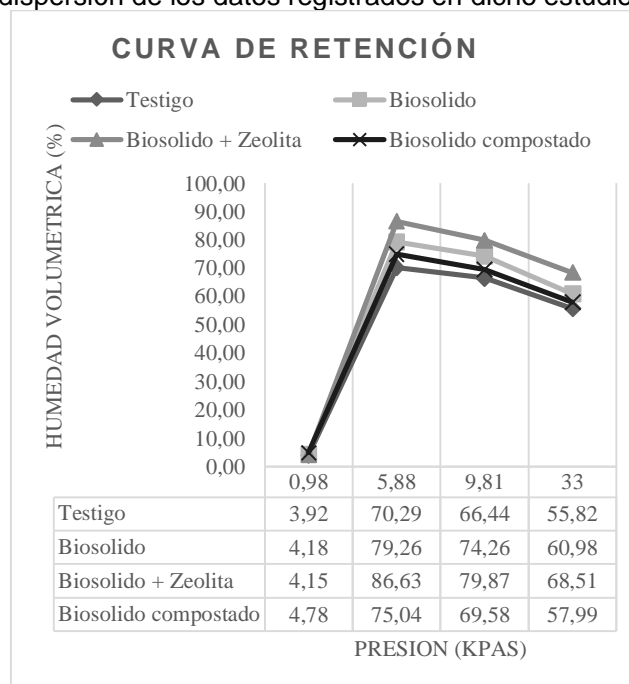


Figura 3. Valores de humedad volumétrica (%) a distintos valores de presión.

En la Figura 4 se presentan los promedios de porosidad total para los tratamientos testigo, biosólido, biosólido + zeolita y biosólido compostado. Se puede observar que los primeros tres tratamientos (Testigo, Biosólido, Biosólido + Zeolita) tienen una porosidad similar comparado con el tratamiento biosólido compostado, el cual presenta una menor porosidad. En la investigación realizada por Melo et al. (2004) se analizaron dos suelos del orden Oxisol, uno

de textura media y otro arcilloso, utilizando dosis de 0, 25, 47,5 y 50 t/ha de biosólido, aplicadas de manera manual en la superficie e incorporadas a una profundidad de 0,1 metros con una rastra antes de la siembra de maíz; los resultados no revelaron diferencias significativas en la porosidad en ninguno de los dos suelos ni para las dosis utilizadas.

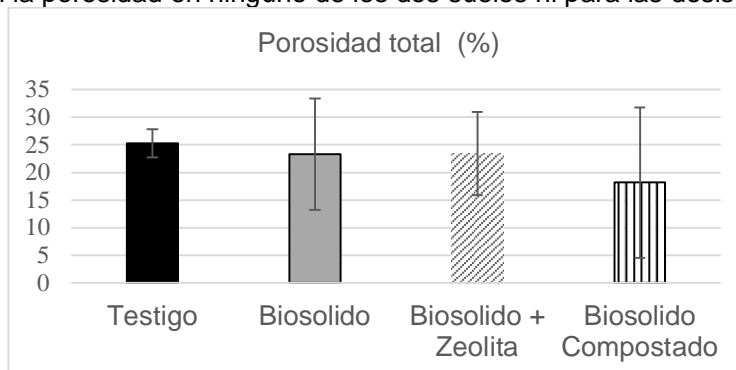


Figura 4. Porosidad total (%) para los tratamientos evaluados

Macedo et. al. (2006) informaron que no se evidenciaron diferencias significativas al administrar dos variedades de biosólidos en dosis de 0, 2, 4 y 8 veces la cantidad necesaria de nitrógeno para el cultivo de maíz. De manera similar, Dornelas et. al. (2011) llevaron a cabo una investigación en un suelo degradado utilizando aplicaciones de 100 y 200 t/ha de lodos, para las cuales no se hallaron diferencias tanto en la porosidad total como en la macro y microporosidad.

En la Figura 5 se muestran cantidad promedio de microporos (< 9,1 μm), mesoporos (100 a 9,1 μm) y macroporos (> 100 μm) para los tratamientos Testigo, Biosólido, Biosólido + Zeolita y Biosólido Compostado. La proporción de macroporos para el Testigo fue inferior a la cantidad de macroporos observados en Biosólido + Zeolita. En los tratamientos Biosólidos y Biosólido Compostado la proporción de macroporos fue similar. Se puede destacar que el tratamiento Biosólido + Zeolita mostro una tendencia a presentar mayor proporción de macroporos. En concordancia con el estudio llevado a cabo por Peñarete Murcia (2012) sobre caña de azúcar, se obtuvieron resultados que indican que los tratamientos que incluyeron la aplicación de biosólidos mostraron un aumento en la macroporosidad del suelo, atribuible a la presencia de materia orgánica en dichos biosólidos.

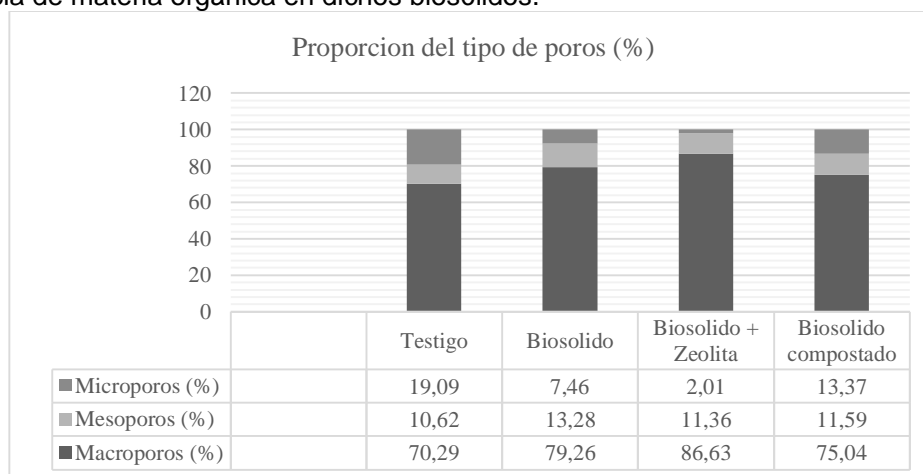


Figura 5. Valores promedio microporos, mesoporos y macroporos, para los tratamientos Testigo, Biosólido, Biosólido + Zeolita y Biosólido compostado

La cantidad promedio de mesoporos (100 a 9,1 μm) fue similar entre todos los tratamientos. Se determinó una disminución no significativa del volumen de mesoporos del suelo en el Testigo. Al analizar el tratamiento Biosólido + Zeolita, se puede observar una gran proporción

de macroporos dada por una menor cantidad de mesoporos y una reducida cantidad de microporos. En cuanto a los microporos (<9,1 μm), los tratamientos Testigo y Biosólido Compostado son los que tuvieron mayor proporción. En el caso del tratamiento Biosólido + Zeolita, se evidencia una tendencia a presentar un contenido menor de microporos. Estos microporos representan poros capilares que retienen el agua después de la percolación del exceso de agua de lluvia, y su capacidad de retención varía según su tamaño, influyendo en la succión del agua correspondiente (Danielson y Sutherland, 1986).

CONCLUSIONES

En base a las condiciones planteadas en este estudio, realizado en un Argiudol vértico del noroeste de la provincia de Buenos Aires, se concluye que:

No se observaron diferencias significativas en los parámetros físicos evaluados. Aunque, se destaca que el biosólido + zeolita presentó la mayor capacidad de retención hídrica.

BIBLIOGRAFIA

- Bermúdez, F. (1997). *Aplicación agronómica de lodos residuales a suelos en ambientes semiáridos y su efecto sobre propiedades fisicoquímicas* [Tesis Doctoral]. Lleida, España.
- Bollero G. A.; Villamil M.B; Darmody R.G; Simmons F.W. y Bullock D.G. (2006). No-till corn/soybean Systems include winter Cover Crops: Effects on soil properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70, 1936-1944.
- Danielson R. E. y Sutherland P. L. 1986. Porosity. En: *Methods of soil analysis. Physical and mineralogical methods*. A. Klute (Ed). Madison, Wisconsin, USA, 1986.
- Donoso, S., Peña-Rojas, K., Galdames, E., Pacheco, C., Espinoza, C., Durán, S., & Gangas, R. (2017). *Evaluación de la aplicación de biosólidos en plantaciones de Eucalyptus globulus, en Chile central*. Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo, 48(2), 107–119. Recuperado a partir de <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/RFCA/article/view/3162>
- Dornelas, M.; Vieira, M.; Araújo L.; Pires, A.; Ferreira, H. (2011). *Atributos Físicos e Químicos de Área Degradada tratada com Lodo de Esgoto*. Circular Técnica 21. Jaguariúna, SP: Embrapa Meio Ambiente, Novembro, 2011. ISSN 1516-4683
- Hernández, S., Eiza M. J., Carfagno P. (2012). *Estudio de la porosidad diferencial de un suelo argiudol típico con inclusión de cultivos de cobertura en monocultivo de soja*. Facultad de Agronomía y Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Morón. Buenos Aires, Argentina
- Kucher, H., Cosentino, V., Rizzo, P., Lupi, A., Constantini, A., Romaniuk, R. (2021). *Evaluación del compostaje de barros cloacales mediante parámetros físicos, químicos y biológicos*. III Simposio de Residuos Agropecuarios y Agroindustriales de NOA y Cuyo. Universidad de Buenos Aires, Santiago del Estero, Argentina.
- Melo Cerón, A. R., Rodríguez González, A., & González Guzmán, J. M. (2016). Manejo de biosólidos y su posible aplicación al suelo. Proyecto de Investigación de la Universidad Militar Nueva Granada, Colombia y Uruguay.
- Méndez Argüello B., Vera Reyes I., Cárdenas Flores A., De los Santos Villarreal G., Ibarra Jiménez L., Lira Saldivar R.H. (2018). *Capacidad de retención de agua de sustratos conteniendo zeolita y su efecto en el crecimiento, producción de biomasa y contenido de clorofila en plántulas de Solanum lycopersicum Mill*. Departamento Plásticos en la Agricultura. Centro de Investigación en Química Aplicada. Saltillo, Coahuila, México.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Ciudad de Buenos Aires. Resolución 410/2018 del 12 de julio de 2018. Obtenido de: <https://www.argentina.gob.ar/normativa/nacional/resoluci%C3%B3n-410-2018-312348/texto>
- Peñarete Murcia, W. (2012). *Efecto de la aplicación de biosólidos sobre las propiedades físicas e hidrodinámicas de un suelo cultivado con caña de azúcar (Saccharum officinarum)*. [Maestría en Ingeniería Sanitaria y Ambiental] Santiago de Cali, Colombia.

- Ramírez Pisco, R., Velásquez Pomar, D., & Acosta Baena, E. (2007). *Efecto de la aplicación de biosólidos en el crecimiento de Jacaranda mimosifolia y en las condiciones fisicoquímicas de un suelo degradado*. Vol. 60 (1), p. 3751-3700. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, Colombia.
- Soca, M., Constanza Daza M. (2015). *La zeolita y su efecto en la eficiencia del nitrógeno en arroz y maíz*. Revista de ciencias agrícolas. Volumen 32(2):46 – 55. Artículo de investigación ciencias del suelo y nutrición vegetal. Universidad de Ñariño, Catambuco, Colombia.