



Encuentro  
de JÓVENES  
INVESTIGADORES

# APLICACIÓN DE UN PROCESO DE BIOPURIFICACION Y RESTAURACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON EFLUENTES SEMISOLIDOS PROVENIENTES DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE SANTA DE A PARTIR DE LA UTILIZACION DE *BRASSICA RAPA L.* COMO ESPECIE FITORREMIADORA

Osorio, Julia

Instituto de desarrollo Tecnológico para la industria química, INTEC-UNL

Director/a: Fiasconaro, María Laura

Codirector/a: Abrile, Mariana Guadalupe

Área: Ingeniería

Palabras claves: Fitorremediación, *Brassica rapa L.*, suelos contaminados

## INTRODUCCIÓN

El crecimiento acelerado de la población y el desarrollo urbano han aumentado la producción de residuos sólidos. Los rellenos sanitarios (RS) son la opción más común para su gestión a nivel mundial (Arunbabu et al. 2017; Wang et al. 2018), pero generan lixiviados complejos con contaminantes, como sales inorgánicas, compuestos orgánicos, nutrientes y metales pesados (Arunbabu et al. 2017; Wang et al. 2018; Costa et al. 2019).

En el relleno sanitario de la ciudad de Santa Fe, los lixiviados complejos son tratados mediante un proceso biológico (Regaldo et al., 2020), durante el cual se generan lodos que acumulan gran parte de los elementos contaminantes en los efluentes originales y que representan una problemática ambiental (Abrile et al., 2021). La fitorremediación surge como una alternativa prometedora para abordar estas problemáticas de manera sostenible, seleccionando especies vegetales tolerantes a contaminantes (Chitraprabha y Sathyavathi, 2018; Abrile et al., 2021a; Abrile et al., 2021b; Yang et al., 2017). Estos lodos también contienen nutrientes útiles como nitrógeno y fósforo, lo que los convierte en una posible solución para mejorar suelos infértiles, fomentando el crecimiento de la vegetación (Ren et al., 2015). Según diferentes estudios, *Brassica rapa L.* se destaca como una especie con capacidad de acumulación y tolerancia a elementos tóxicos (Khandare et al., 2015). Por lo tanto, la fitorremediación, puede ser una solución económica y sostenible para eliminar contaminantes y mejorar la calidad del suelo, enriqueciendo con materia orgánica y nutrientes, promoviendo el crecimiento de la vegetación.

## OBJETIVOS

El objetivo de este trabajo es desarrollar conocimientos referidos al desarrollo y crecimiento de *Brassica rapa L.* en suelos enmendados con dos dosis diferentes de lodo derivado del tratamiento del lixiviado de un RS local.

Título del proyecto: APLICACIÓN DE UN PROCESO DE BIOPURIFICACION Y RESTAURACION DE SUELOS CONTAMINADOS CON EFLUENTES SEMISOLIDOS PROVENIENTES DEL RELLENO SANITARIO DE LA CIUDAD DE SANTA DE A PARTIR DE LA UTILIZACION DE *BRASSICA RAPA L.* COMO ESPECIE FITORREMIADORA

Instrumento: PICT

Año convocatorio: 2022

Organismo financiador: CONICET

Director/a: Fiasconaro, María Laura



Federación  
Universitaria  
del Litoral

100



UNIVERSIDAD  
NACIONAL DEL LITORAL

## METODOLOGÍA Y RESULTADOS

### Configuración experimental:

El efluente semisólido fue obtenido de la planta de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario (RS) de la ciudad de Santa Fe.

Se establecieron tres tratamientos diferentes según la dosis de lodo aplicada al suelo: T10% (10% de lodo y 90% de suelo en v/v), T20% (20% de lodo y 80% de suelo en v/v) y TC (100% suelo). El lodo y el suelo utilizados fueron caracterizados según las determinaciones analíticas explicadas a continuación y cuyos resultados se muestran en la Tabla 1.

Previo a su aplicación, el lodo fue secado al aire, homogenizado y tamizado (12mm). Las semillas de *Brassica rapa*, fueron sembradas y germinadas previamente en semilleros con sustrato comercial. Luego 40 días las plántulas fueron trasplantadas a macetas individuales con el sustrato correspondiente: TC, T10% y T20%. Cada tratamiento se realizó por triplicado.

Durante el periodo de crecimiento, se realizó el seguimiento del desarrollo de las plantas hasta la etapa de floración, momento en el cual se cosecharon y se efectuaron las determinaciones de crecimiento y bioquímicas para evaluar los efectos de la enmienda sobre el desarrollo de las plantas.



**Figura 1.** De izquierda a derecha: semillero, trasplante y etapa de cosecha de las *B. rapa*.

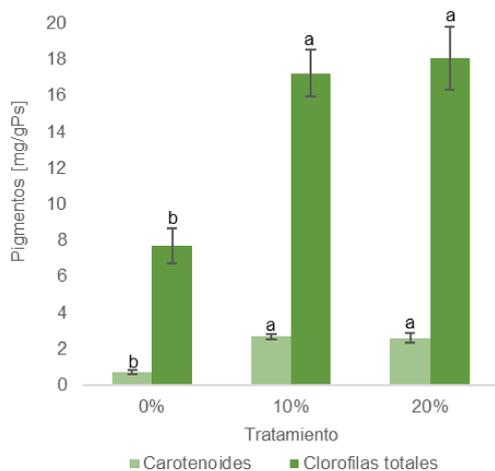
### Determinaciones analíticas:

Para la caracterización bioquímica de las plantas, luego de la cosecha, se determinaron clorofila a, clorofila b, clorofilas totales, carotenoides, proteínas solubles totales (TSP) y azúcar soluble total (TSS) en hojas, cuyos resultados se presentan en las figuras 1, 2 y 3.

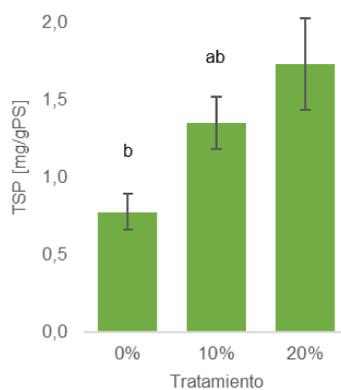
La materia seca de cada órgano de las plantas (hojas, tallo y raíz) se obtuvo secando las muestras a 85°C hasta un peso constante. El contenido de agua se determinó por diferencia entre peso fresco y seco. En la figura 4 y 5 se encuentran las variables de crecimiento evaluadas, como el peso seco de la parte aérea y total de la planta (raíz, tallo, hoja). Se aplicaron análisis estadísticos de ANOVA y comparaciones múltiples para analizar la significancia estadística del efecto del lodo en la planta. Para cada parámetro, se realizó el test de Tukey, en el cual letras diferentes indican diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95%.

	Suelo	Lodo	Unidades		Suelo	Lodo	Unidades
pH	7,25	6,41		Ni	-	50,84	ppm
Conductividad	0,16	6,17	mS/cm	Cr	-	146,60	ppm
Humedad	28,80	36,26	%	Pb	-	13,06	ppm
Nitrógeno	-	2,42	%Nk	As	-	16,86	ppm
Materia Orgánica	15,00	53,60	% MO	Amonio	1,06	14,49	mgN-NH4/Kgmuestra
Fosforo	2118,42	5941,10	mgP/kgMF				

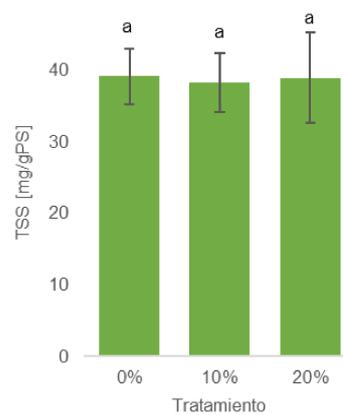
**Tabla 1:** Caracterización del lodo y suelo



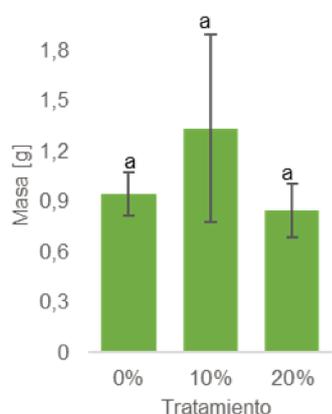
**Figura 1:** Pigmentos en hojas



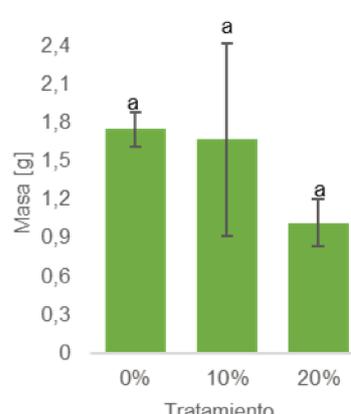
**Figura 2:** TSP



**Figura 3:** TSS



**Figura 4:** Biomasa seca aérea



**Figura 5:** Biomasa seca total

Al evaluar las características del lodo, se identificó un elevado contenido de materia orgánica y una concentración significativa de nitrógeno y amonio. Además, las concentraciones de metales se encuentran por debajo de los límites establecidos por el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA, 2011) para las enmiendas orgánicas.

La biomasa aérea fue superior en el tratamiento con un 10% de lodo respecto al control y al a la dosis del 20%, aunque estas diferencias nos fueron estadísticamente significativas. La biomasa seca total, fue superior en los tratamientos control y del 10%, aunque nuevamente, en ningún caso estas diferencias fueron estadísticamente significativas. Los resultados de estas variables de crecimiento indicarían que el uso de lodos en una dosis al 10% podría ser favorable, o al menos, equivalente al tratamiento control.

En el caso de los pigmentos en hojas (clorofilas y carotenoides), se observa un incremento en su contenido a medida que se incrementa la dosis de lodo, siendo estadísticamente superiores los valores encontrados en ambos casos respecto al control. Una tendencia similar se observó en cuanto al contenido de TSP, aunque en este caso, las diferencias solo fueron estadísticamente significativas entre las plantas cultivadas en un 20% de lodo respecto al control. Los resultados muestran que no hubo diferencias significativas en los niveles de azúcares (TSS) entre las plantas cultivadas en el suelo control y los sustratos con lodo.

## CONCLUSIÓN

La aplicación de lodos como enmienda orgánica mejoró significativamente las respuestas biológicas de la especie *Brassica rapa* L., y aunque no tuvo efectos estadísticamente significativos en los parámetros de crecimiento, la biomasa media del tratamiento con una dosis del 10% de lodo fue superior (parte aérea) o similar (biomasa total) al control, lo que indicaría que no presenta efectos perjudiciales para el crecimiento, al menos en estas dosis. Estos resultados son alentadores para considerar la utilización de estos efluentes y aprovechar este recurso, reduciendo de esta forma los impactos derivados de su disposición y retornando al ciclo de nutrientes los elementos presentes en el mismo. No obstante, debido a la variabilidad de las características fisicoquímicas de los lodos, se sugiere evaluar las proporciones óptimas para cada tipo de biosólido y las posibles especies fitorremediadoras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abrile, M.G., Fiasconaro, M.L., Gervasio, S., Antolin, M.C., Lovato, M.E.** (2021) a. Evaluation of the sensitivity and production of flowers in *Tagetes erecta* L. exposed to high doses of sodium from irrigation with landfill leachates. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 202110: 63-75.
- Abrile, M.G., Fiasconaro, M.L., Orecchia, D.S., Manzo, R.M., Lovato, M.E.** (2021) b. Utilization of sludge derived from landfill leachate treatment as a source of nutrients for the growth of *Nicotiana glauca* L., *Journal of Environmental Management*, vol 289.
- Arunbabu V, Indu KS, Ramasamy EV** (2017). Leachate pollution index as an effective tool in determining the phytotoxicity of municipal solid waste leachate. *Waste Management* 68, 329-336.
- Bortoloti, G. A., & Baron, D.** (2022). Phytoremediation of toxic heavy metals by Brassica plants: A biochemical and physiological approach. *Environmental Advances*, 8, 100204.
- Chitraprabha, K. y Sathyavathi, S.** (2018). Phytoextraction of chromium from electroplating effluent by *Tagetes erecta* (L.). *Sustainable Environment Research* 28 (3), 128-134.
- Costa AM, Alfaia RG de SM, Campos JC** (2019) Landfill leachate treatment in Brazil – An overview. *J Environ Manage* 232:110–116.
- Khandare RU, Govindwar SO** (2015). Phytoremediation of textile dyes and effluents: Current scenario and future prospects. Research review paper. *Biotechnology Advances* 33, 1697-1714.
- Regaldo, L., Reno, U., Romero, N., & Avilés, A.** (2020). Multifunctional approach to evaluate the efficiency of landfill leachate treatments. En Shah, M.P. (Ed.), *Removal of Toxic Pollutants through Microbiological & Tertiary Treatment, New Perspective*. Elsevier, Amsterdam.
- Ren X, Yan R, Wang HC, et al** (2015) Citric acid and ethylene diamine tetra-acetic acid as effective washing agents to treat sewage sludge for agricultural reuse. *Waste Manag* 46:440–448.
- Wang K, Li L, Tan F, Wu D** (2018) Treatment of landfill leachate using activated sludge technology: A review. *Archaea* 2018.
- Yang, L., Sun, T., Liu, Y., Guo, H., Zhang, J., Liu, C.** (2017). Photosynthesis of alfalfa (*Medicago sativa*) in response to landfill leachate contamination. *Chemosphere* 186, 743-748.

