

REMOCIÓN DEL CONTAMINANTE EMERGENTE EDTA EN AGUAS RESIDUALES MEDIANTE VERMIFILTRACIÓN

Lucena Avaro

Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química, INTEC (UNL- CONICET)

Directora: Cristina Zalazar

Codirectora: Ma. de los Milagros Ballari

Área: Ingeniería

Palabras claves: Vermifiltración, lombrices, EDTA

INTRODUCCIÓN

Las aguas grises que se generan a partir del lavado de utensilios, la descarga de duchas y el lavado de ropa contienen contaminantes emergentes, como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA). Este compuesto se comporta como un agente quelante de numerosos aditivos con demostrada persistencia en el ambiente y es por ello que se requiere su remoción de los cursos de agua.

Para su tratamiento se propone la tecnología de vermifiltración, la cual consiste en un proceso de biofiltración que combina la acción de los microorganismos con la de las lombrices de tierra para remover los contaminantes del agua (Krishnasamy *et al.*, 2013; Ramón *et al.*, 2015; Singh *et al.*, 2017). Éstas actúan como pequeños biodigestores al consumir los sólidos retenidos en el medio filtrante y degradar la materia orgánica. También actúan como aireadores, excavando galerías en el suelo por las que circula el oxígeno estimulando el desarrollo microbiano. En definitiva, se está transformando una matriz residual en tres productos: agua tratada, enmienda orgánica o vermicompost y lombrices.

OBJETIVOS

- Evaluar la remoción de EDTA de un efluente representativo de una descarga domiciliar (aguas grises) mediante vermifiltros construidos con materiales locales.
- Estudiar las condiciones de operación de los vermifiltros operando como un reactor batch.
- Evaluar el desempeño de las lombrices y la aptitud de los productos obtenidos (efluente filtrado y vermicompost) mediante ensayos de fitotoxicidad.

Título del proyecto: REMOCIÓN DE CONTAMINANTES DE EFLUENTES INDUSTRIALES MEDIANTE LA ECOTECNOLOGÍA DE VERMIFILTRACIÓN

Instrumento: PICT 2019-00916

Año convocatoria: 2019

Organismo financiador: CONICET

Director/a: Zalazar, Cristina

METODOLOGÍA

Se construyeron dos filtros de PVC (10 cm de diámetro y 30 cm de altura), estratificados en cuatro capas en orden ascendente, a saber: grava, arena gruesa y fina y una capa superior compuesta por 75 % de suelo, 15 % de lombricompost y 5% de rastrojo de trigo. La altura de la capa superior fue de 20 cm y de las capas subyacentes (arena y grava) de 10 cm cada una.

El efluente representativo se compuso por úrea, fosfato monobásico de potasio, melaza y EDTA con una concentración de 100 mg/L. La DQO del efluente crudo fue de 500 mg/L. Previo al inicio del ensayo, las capas de los vermifiltros se impregnaron con el efluente a tratar durante un día para saturar los poros y así suprimir el aire intersticial del material de cada estrato. Por otro lado, las lombrices se aclimataron durante una semana fuera de los dispositivos.

Se inicia el ensayo colocando 60 ejemplares adultos clitelados de *Eisenia fetida* (0.516 g \pm 0.006 g/ind. de biomasa fresca promedio) en cada dispositivo. Luego, se hicieron circular simultáneamente 0.24 L/día de efluente por cada vermifiltro mediante una bomba peristáltica multicabezal, asumiendo un régimen batch en ambos dispositivos. El líquido recolectado a la salida del equipo se almacenó en recipientes de vidrio color caramelo de 1 L para luego recircularse. Éstos se colocaron dentro de un refrigerador a una temperatura constante de 4 °C para evitar afectar el efluente por procesos microbiológicos externos a los propios de la vermifiltración. La temperatura ambiente fue de 24°C, manteniéndose constante durante todo el experimento.

El ensayo se extendió durante 9 semanas. Durante las primeras tres y por semana se tomaron dos veces muestras y luego la toma se realizó semanalmente. Las muestras obtenidas se mantuvieron refrigeradas a 4°C hasta su procesamiento.

Se analizaron los parámetros más relevantes de todas las muestras, como lo son DQO (Demanda Química de Oxígeno), TOC (Carbono Orgánico Total), TIC (Carbono Inorgánico Total) y concentración de EDTA mediante HPLC-UV a 254 nm. Para la población de lombrices se estudiaron los siguientes parámetros biológicos: sobrevivencia, biomasa fresca (g) y reproducción, tanto al inicio como al final del experimento. Mediante ensayos de fitotoxicidad (con semillas de *Lactuca sativa* L.), se testeó la aptitud del efluente crudo, del efluente tratado y del vermicompost (capa superior), considerando extracto puro y dos diluciones acuosas (50 y 25%).

RESULTADOS / CONCLUSIONES

Durante el procesamiento de las muestras de los vermifiltros se registró una notable disminución de la concentración de EDTA, alcanzando al finalizar el ensayo una conversión mayor al 80 % para ambos dispositivos (Figura 1).

En relación a la cantidad de Carbono Total Orgánico e Inorgánico, los valores mostraron leve ascenso manteniéndose sin cambios significativos ($p < 0.05$) hasta finalizar el ensayo. De igual manera se comportaron los valores de DQO, registrando una tendencia de aumento al inicio, pero luego se mantuvieron estables hasta el día 59. Este comportamiento puede deberse al arrastre de compuestos orgánicos presentes en el sustrato de la capa superior por parte del efluente que recircula a través del vermifiltro.

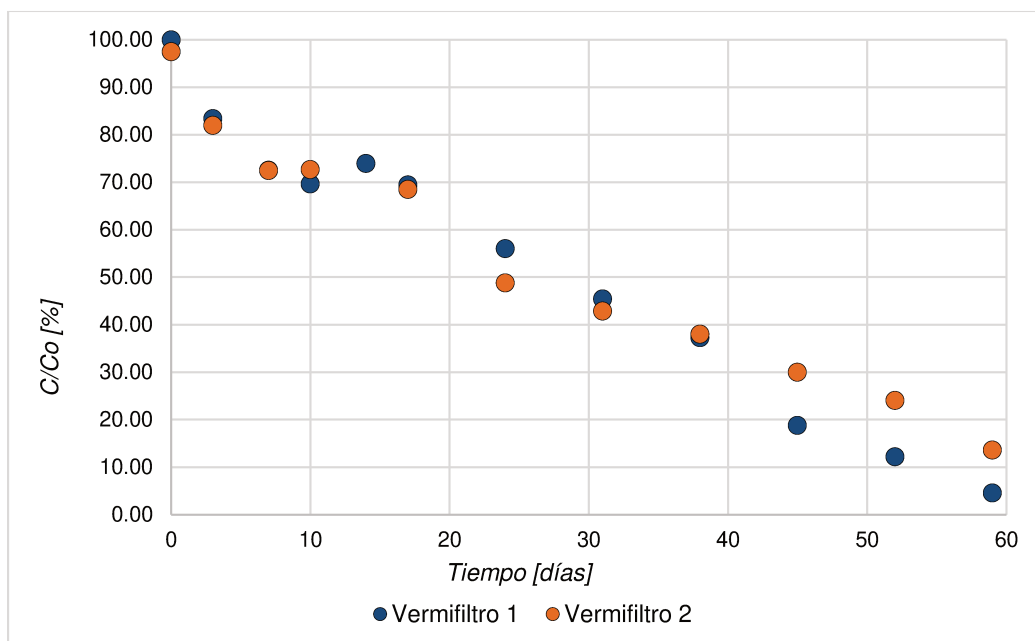


Figura 1. Relación de concentración con concentración inicial de EDTA versus tiempo.

Con respecto a los parámetros biológicos, la sobrevivencia de las lombrices fue del 95 %, en tanto que la biomasa registró un decrecimiento significativo ($\downarrow 48,9\%$) ($p < 0,05$) al finalizar el ensayo (Figura 2). Posiblemente pueda deberse al gasto energético reproductivo, evidenciándose esto en un notable incremento de la población total, donde el número de juveniles supero más de tres veces (215 individuos) al número de lombrices adultas.

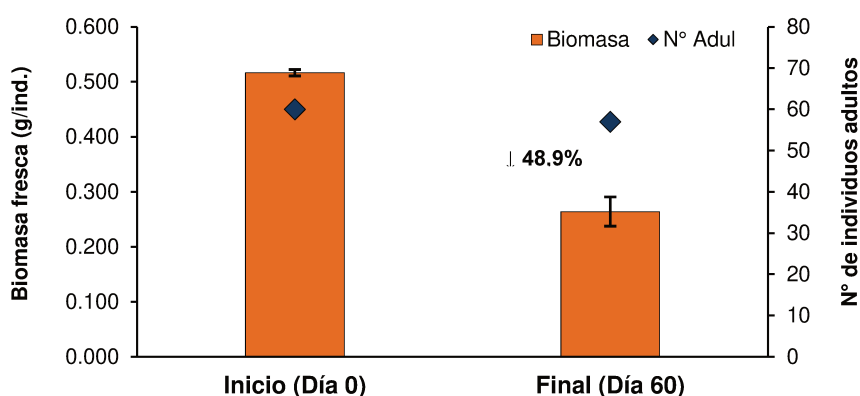


Figura 2. Sobrevivencia y biomasa de la población inicial de lombrices durante el proceso de vermifiltración.

El aumento de la cantidad de lombrices en la capa superior de los vermifiltros llevó a una mayor actividad física en dicho sustrato. Esto se evidenció al comparar la presencia y cantidad de deposiciones de excretas (grumos fecales) sobre la superficie de la capa superior, incrementándose en el tiempo.

Después de finalizado el estudio se tomaron muestras, tanto de la capa superior de los vermifiltros como del efluente crudo y tratado, con el fin de determinar condiciones de fitotoxicidad (Figura 3).

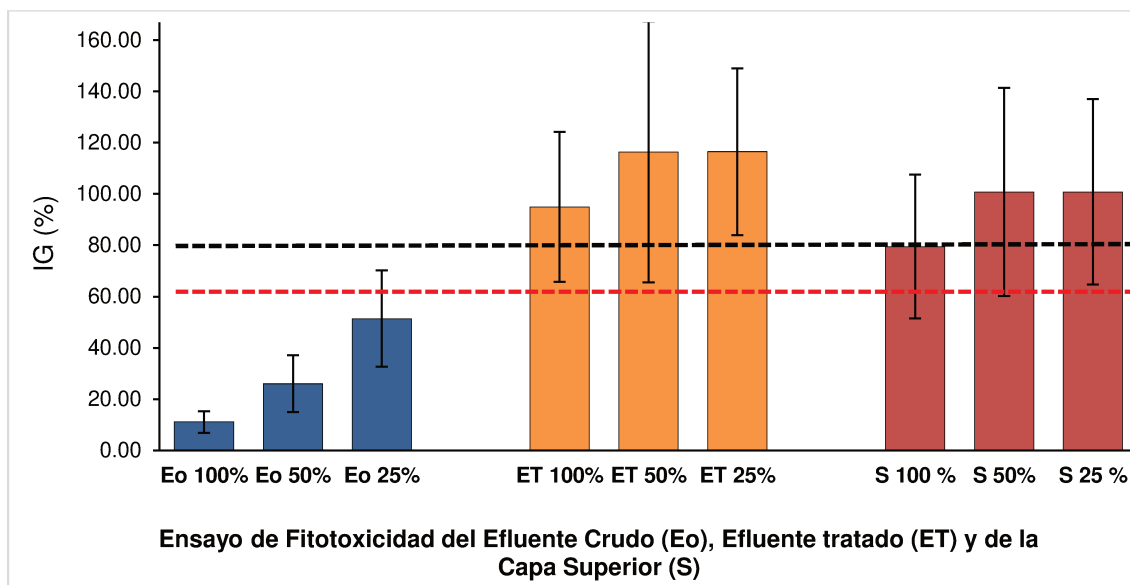


Figura 3. Valores del Índice de Germinación (IG) para los diferentes extractos y diluciones de las muestras. La línea roja punteada indica valor $\geq 60\%$ a los sustratos que se consideran no fitotóxicos (Zucconi *et al.*, 1985), y la línea negra punteada $\geq 80\%$ indica ausencia de fitotoxicidad y que los sustratos son maduros (Huang *et al.*, 2006).

La germinación de semillas y la prueba de la elongación radical son de los indicadores más simples del biomonitoreo ambiental. Según la figura 3, se evidencia que tanto el efluente tratado como el sustrato de la capa superior no presentan signos de fitotoxicidad y en el caso de este último, se puede asegurar que el vermicompost es maduro.

Los resultados preliminares indican que la vermifiltración es una potencial tecnología viable para la remoción de EDTA en aguas residuales, siendo innovadora y económica en el tratamiento y gestión sustentable de efluentes domésticos.

REFERENCIAS

- Huang, G. F.; Wu, Q. T.; Wong, J. W. C.; Nagar, B. B. 2006. Transformation of organic matter during co-composting of pig manure with sawdust. *Bioresource Technology*. 97:1834-1842.
- Krishnasamy, K, Nair, J. and Hughes, R., 2013. Vermifiltration systems for liquid waste management: a review. *Int. J. Environment and Waste Management*, 12, 2013.
- Ramón, J.A., León, J.A., Castillo, N., 2015. Diseño de un sistema alternativo para el tratamiento de aguas residuales urbanas por medio de la técnica de lombrifiltros utilizando la especie *Eisenia foetida*. *Revista Mutis* 5, 46–54.
- Singh, R., Bhunia, P., Dash, R.R., 2017. A mechanistic review on vermifiltration of wastewater: Design, operation and performance. *Journal of Environmental Management* 197, 656–672.
- Zucconi, F.; Monaco, A.; Forte, M.; Bertoldi, M. D. 1985. Phytotoxins during the stabilization of organic matter. In: *Composting of agricultural and other wastes*, Gasser JKR (ed) Elsevier Applied Science Publishers, England, pp 73-86.