

## CONSTRUCCIÓN DE VERMIFILTROS EMPLEANDO *Eisenia fetida* PARA EL TRATAMIENTO DE EFLUENTES RESIDUALES CARACTERÍSTICOS DE LA INDUSTRIA LÁCTEA

**Elizar Masine, Gervasio**

INTEC (UNL- CONICET), Colectora R.N. 168 km 0  
Directora: Fernandez, María Emilia  
Codirector: Vidal, Eduardo

Área: Ingeniería

Palabras claves: Vermifiltración, Efluente Lácteo, DQO.

### INTRODUCCIÓN

Las industrias lácteas consumen grandes cantidades de agua en sus procesos. La generación de aguas residuales es un aspecto ambiental significativo a tener en cuenta, tanto por los elevados volúmenes que se generan como por la carga contaminante asociada. La vermifiltración puede ser una alternativa económicamente viable y accesible para industrias pequeñas y medianas que no cuentan con plantas de tratamiento. Esta eco-tecnología consiste en un proceso de filtración biológica que combina la acción de los microorganismos y de lombrices de tierra, para remover y degradar contaminantes y materia orgánica presentes en efluentes.

### OBJETIVOS

Evaluar la eficacia de la tecnología de vermifiltración en el tratamiento de efluentes residuales generados por la industria láctea, diseñando filtros con materiales orgánicos locales y empleando lombrices de la especie *Eisenia fetida*. Estudiar el aporte de los procesos de adsorción, biofiltración y vermifiltración involucrados en el funcionamiento de los filtros.

Título del proyecto: Biorremediación de aguas residuales provenientes de la industria láctea potenciada por la acción de oligoquetos terrestres  
Instrumento: PIP 347  
Año convocatoria: 2020  
Organismo financiador: CONICET  
Directora: Zalazar, Cristina Susana



## METODOLOGÍA

### Formulación y caracterización del efluente

Se formuló un efluente lácteo sintético mediante la dilución de leche en polvo comercial y diversas sales (sulfato ferroso, sulfato de magnesio, cloruro de calcio, sulfato de manganeso, fosfato monopotásico, cloruro de amonio, bicarbonato de sodio y urea) con el objetivo de replicar la composición de un agua residual generada en los diferentes procesos de la industria láctea (Samal et al., 2017), evitando las variaciones de composición inherentes a los efluentes reales.

Los principales parámetros estudiados en el efluente fueron la Demanda Química de Oxígeno (DQO), mediante el método HACH 8000, y la concentración de nitrógeno amoniacal ( $N-NH_4^+$ ), mediante el método del azul de indofenol empleando el kit comercial Uremia (Wiener®). Además, se analizó turbidez, pH y conductividad eléctrica (CE) empleando una sonda multiparamétrica modelo HACH®HQd.

### Sistema de vermifiltración

Se construyeron filtros con tubos de PVC de 30 cm de altura y 10 cm de diámetro, con sistemas de distribución de flujo (Figura 1). Se rellenaron con tres capas filtrantes (en orden ascendente): grava, viruta de pino lavada y, una capa activa de vermicompost, obtenido a partir de una mezcla de aserrín, chipeado de poda y estiércol aviar. Se diseñaron tres tipos de filtros, por duplicado, uno con lombrices *Eisenia fétida* (VF, vermifiltro), uno sin lombrices (BF, biofiltro), y uno sin lombrices al cual se le agregó azida sódica para inhibir la actividad microbiana (BA, biofiltro con azida). El efluente sintético fue alimentado mediante una bomba peristáltica multicabezal. Inicialmente, se humedeció con agua potable durante una semana para asentar las capas y favorecer el desarrollo microbiano. Los filtros operaron como reactores batch con reciclo a 25°C, con una carga orgánica superficial (COS) de 208 g DBO  $m^{-2} día^{-1}$  y una carga hidráulica superficial de 0.032  $m^3 m^{-2} día^{-1}$ , funcionando con un tiempo de residencia hidráulico de 4.7 días. Se utilizó una densidad de lombrices de 20000 lombrices  $m^{-3}$  (Singh et al., 2021), por lo que se agregaron 60 lombrices a cada vermifiltro. Durante el transcurso del ensayo (32 días), se tomaron muestras de los filtrados dos veces por semana y se determinaron los parámetros ya descriptos para el efluente sintético.

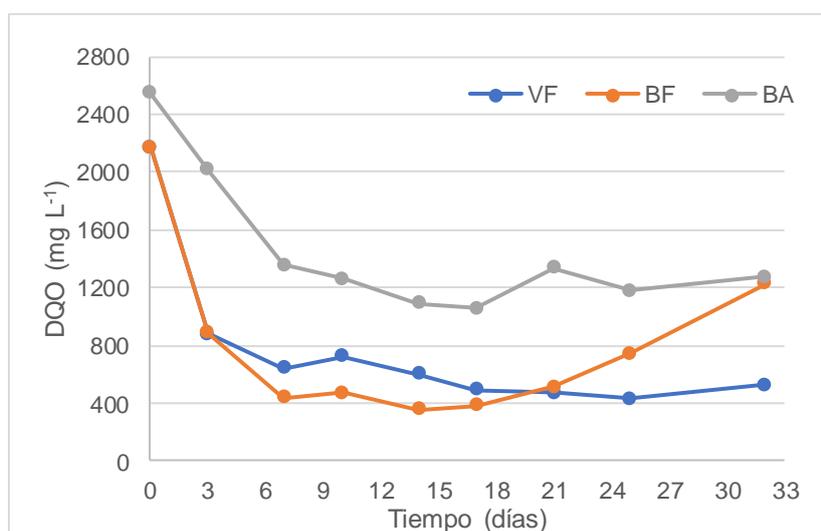


Figura 1. Sistema de filtración

## RESULTADOS / CONCLUSIONES

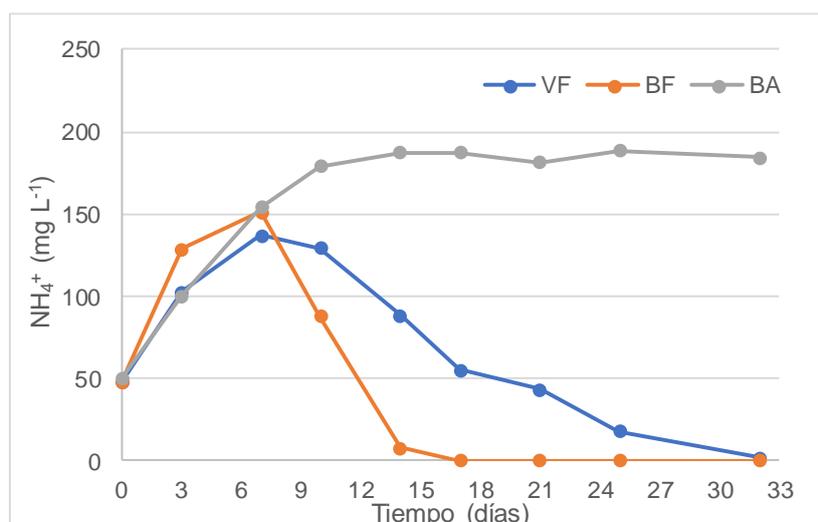
Los tres tipos de filtros se concibieron para estudiar las contribuciones de los procesos de adsorción (filtros BA), adsorción y biodegradación por microorganismos (filtros BF) y todos los anteriores en conjunto con el trabajo de las lombrices (filtros VF).

Se observó una disminución de la DQO en todos los filtros (Figura 2). BA sufrió una remoción cercana al 50% en los primeros diez días del ensayo y luego no se modificó significativamente. En VF y BF se puede observar un descenso de la DQO más marcado, sufriendo una remoción máxima de 80 y 83 %, respectivamente. Luego de tres semanas, solo VF se mantuvo constante, mientras que la DQO en BF comenzó a incrementarse, lo cual puede deberse a la acumulación de lodos en el filtro por la caída de la película biológica formada en el sustrato (Sinha et al., 2008). En los VF, la remoción de DQO demoró más que en los BF, lo que puede atribuirse al trabajo de las lombrices transformando el sustrato y aportando una leve carga orgánica extra a los filtrados.



**Figura 2:** Variación de la Demanda Química de Oxígeno (DQO) en el filtrado en función del tiempo.

Para el caso del  $\text{N-NH}_4^+$  (Figura 3), en todos los filtros se observó una tendencia creciente durante la primera semana; luego, BA se estabilizó en un valor alto y sólo en VF y BF comenzó a descender. Este aumento podría explicarse debido a que inicialmente el nitrógeno orgánico presente, principalmente en las proteínas del efluente, se transforma en  $\text{NH}_4^+$ , para luego transformarse en nitritos y nitratos por la acción de bacterias presentes en el medio. En el BA, al estar restringida la actividad microbiana, se ve reducida su capacidad de eliminar el  $\text{NH}_4^+$  en otras formas de nitrógeno, por lo que su concentración permanece constante una vez alcanzado un aumento del 367% respecto a su valor inicial. Por otro lado, la disminución de  $\text{NH}_4^+$  en los VF y en los BF fue de un 95 y un 100% respectivamente, siendo más lento el descenso de dicho parámetro en los VF ya que las lombrices excretan compuestos orgánicos nitrogenados que también deben ser nitrificados.



**Figura 3:** Variación del nitrógeno amoniacal (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) en el filtrado en función del tiempo.

El pH en los filtrados de VF y BF disminuyó de 8.2 (inicial) a 6.3 y 7.1, respectivamente, pero en BA se mantuvo en el rango alcalino. La CE fue en aumento durante las primeras dos semanas ( $CE_i=1.5 \text{ mS cm}^{-1}$ ), manteniéndose en BF y BA por arriba de  $3 \text{ mS cm}^{-1}$ , no recomendables para plantas sensibles. Por último, la turbidez disminuyó considerablemente en todos los filtros diseñados (1090 NTU inicial), existiendo un descenso más rápido en los VF y BF ( $<10 \text{ NTU}$ ).

Los diferentes tipos de filtros muestran las contribuciones de cada proceso (adsorción, biofiltración y vermifiltración) a la remediación del efluente lácteo. La vermifiltración resultó no solo viable, sino que también permitió la remediación efectiva de este tipo de efluentes, reduciendo su impacto ambiental y eliminando los riesgos asociados a su disposición.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

**Sinha R.K, Bharambe G and Chaudhari U.** 2008. Sewage treatment by vermifiltration with synchronous treatment of sludge by earthworms: A low-cost sustainable technology over conventional systems with potential for decentralization. *Environmentalist*, 28(4), 409–420.

**Samal, K., Dash, R. R., & Bhunia, P.** 2017. Performance assessment of a *Canna indica* assisted vermifilter for synthetic dairy wastewater treatment. *Process Safety and Environmental Protection*, 111, 363–374.

**Singh, R., D'Alessio, M., Jahangeer, Meneses, Y., Bartelt-Hunt, S., & Ray, C.** 2021. Nitrogen removal in vermifiltration: Mechanisms, influencing factors, and future research needs. *Journal of Environmental Management*, 281, 111868.