

Tratamiento de lixiviados de residuos de origen urbano mediante MBR

Varó, P^{1(*)}, Rodríguez, M¹, Casas, V² y Prats, D²

1-Universidad de Alicante. Dpto. Ingeniería Química. Carretera de San Vicente del Raspeig s/n. 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante.

2-Universidad de Alicante. Instituto del Agua y de las Ciencias Ambientales. Carretera de San Vicente del Raspeig s/n. 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante.

*E-mail:pedro.varo@ua.es

Resumen

Se ha utilizado una planta de tratamiento a escala laboratorio consiste en un biorreactor de membrana (MBR). Esta planta está compuesta por un reactor biológico de 25 L de capacidad. Se utilizó una membrana plana de micro filtración marca Kubota de polietileno clorado, tamaño de poro 0,1 μm y área de filtración 0.116 m^2 . Se utilizaron como condiciones de operación: tiempo de residencia hidráulico 3 días, caudal de permeado 0,35 L/h y LMH 3 L/ m^2h .

Se ha podido comprobar que es posible adaptar una población microbiológica a las particulares características químicas del lixiviado procedente de la planta y tratar estos lixiviados en un reactor biológico de membrana sumergida operando en condiciones habituales de sólidos en suspensión en el reactor entre 8-12 g/L durante un periodo de 6 meses.

El proceso utilizado permite reducir la materia orgánica (97% DBO₅ y 40% DQO) presente en estas corrientes residuales, agotando prácticamente toda la materia biodegradable.

Respecto a los contenidos de nutrientes, el tratamiento MBR ensayado permite reducir de 35-40% el nitrógeno total, 45-50% el nitrógeno amoniacal y un 65-70% el fósforo total. Los sólidos en suspensión se han reducido en el efluente tratado en más de un 99%.

Palabras clave: Bioreactor de membrana, lixiviado, MBR, vertedero.

Abstract

We used a treatment plant consists of a laboratory scale membrane bioreactor (MBR). This plant consists of a biological reactor of 25 L capacity. A flat microfiltration membrane Kubota chlorinated polyethylene, 0.1 μm pore size and filtration area 0.116 m^2 was used. Were used as operating conditions: hydraulic residence time 3 days, permeate flow rate 0.35 L / h 3 l/ m^2h LMH.

It has been shown that it is possible to adapt a microbial population to the particular chemicals characteristics of the leachate from the plant and treat these leachates on a submerged membrane bioreactor operating under normal conditions of suspended solids in the reactor between 8-12 g / L for a period of 6 months.

The process used reduces this organic matter (97 % BOD₅ and 40 % COD) in these waste streams, depleting almost all biodegradable matter.

Regarding the contents of nutrients tested MBR treatment reduces 35-40 % total nitrogen, ammonia nitrogen 45-50 % and 65-70% total phosphorus. Suspended solids are reduced in the treated effluent by over 99 %.

Keywords: Membrane bioreactor, Landfill leachate; MBR, Landfill.

1. Introducción

Los lixiviados de vertedero son uno de los principales problemas para el medio ambiente debido a la alta orgánica, inorgánica y pesado contenido en metales y características de toxicidad (Wang et al, 2002). El tratamiento de lixiviados es a la vez un proceso difícil y

costoso. Aunque, un joven lixiviado se puede tratar fácilmente mediante tratamiento biológico, la eficiencia en la eliminación de la DQO es generalmente baja debido al alto contenido de iones de amonio y la presencia de compuestos tóxicos tales como iones metálicos (Sletten et al, 1995; Amokrane et al, 1997; Irene y Lo, 1997; Chiang et al, 2001). Las combinaciones de propiedades físicas, químicas y tratamientos biológicos se utilizan generalmente para mejorar la eficiencia del tratamiento de lixiviados de vertederos (Kargi y Pamukoglu, 2004).

Los biorreactores de membrana han resultado eficaces para la eliminación de especies muy contaminantes que pertenecen al grupo de los disruptores endocrinos (Wintgens et al., 2002; Ahn et al., 2002).

2. Materiales y métodos

Para realizar el estudio se ha utilizado una planta de tratamiento a escala laboratorio consiste en un biorreactor de membranas (MBR). Esta planta está compuesta por dos reactores biológicos de 25 L de capacidad. En el interior del tanque se pueden alojar hasta 3 cartuchos de membrana plana de microfiltración de la Marca Kubota, cuyas características se describen en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones de operación del MBR de laboratorio.

| Volumen reactor (Litros) | Tiempo Residencia Hidráulico (días) | Tiempo marcha/paro (min) | Caudal Permeado (L/h) | LMH (L/m ² ·h) |
|--------------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------|---------------------------|
| 25 | 3 | 8/2 | 0.35 | 3 |

En el caso del caudal de depuración, se consigue un valor de operación de 3 L/m²·h, lo que es un valor muy bajo respecto de los valores habituales en plantas MBR industriales. Esto es debido a que la aireación en un dispositivo a escala laboratorio es difícil de diseñar y el sistema de aireación no es lo suficientemente eficaz en lo que se refiere a la creación de la burbuja para la limpieza de las membranas. Por lo que respecta a la producción de fangos, se determinó en función de los sólidos volátiles caracterizados en el fango. Por tanto se establece que la producción está en función de estos sólidos volátiles y la materia orgánica eliminada (Tabla 2).

Tabla 2. Parámetros del MBR trabajando entre 8-12 g SS/L.

| Parámetro | Valor |
|---|-----------|
| Caudal de tratamiento (L/hora) | 0,348 |
| Tiempo de residencia hidráulico (días) | 3 |
| SS reactor (g/L) | 8-12 |
| Número de membranas | 1 |
| Área de membrana (m ²) | 0,116 |
| Relación SSV/SST | 0,4 |
| DQO eliminada (g DQO/día) | 30 |
| Producción fangos (g SSV/g DQO eliminada) | 0,10-0,14 |

Para la determinación de los parámetros indicados en la tabla 3 a las muestras lixiviado y de permeado se adoptaron los métodos estándar (APHA, 2012).

3. Resultados y discusión

Durante todo el periodo de investigación se realizó una monitorización de las concentraciones de los parámetros establecidos en la balsa de lixiviado, la figura 3 muestra que desde el mes de marzo hasta junio los niveles fueron muy similares, si bien en el último muestreo realizado en el mes de septiembre, se observó un aumento de la conductividad y la DQO, que viene caracterizado por la ausencia de aportación de aguas pluviales a la balsa durante el periodo estival.

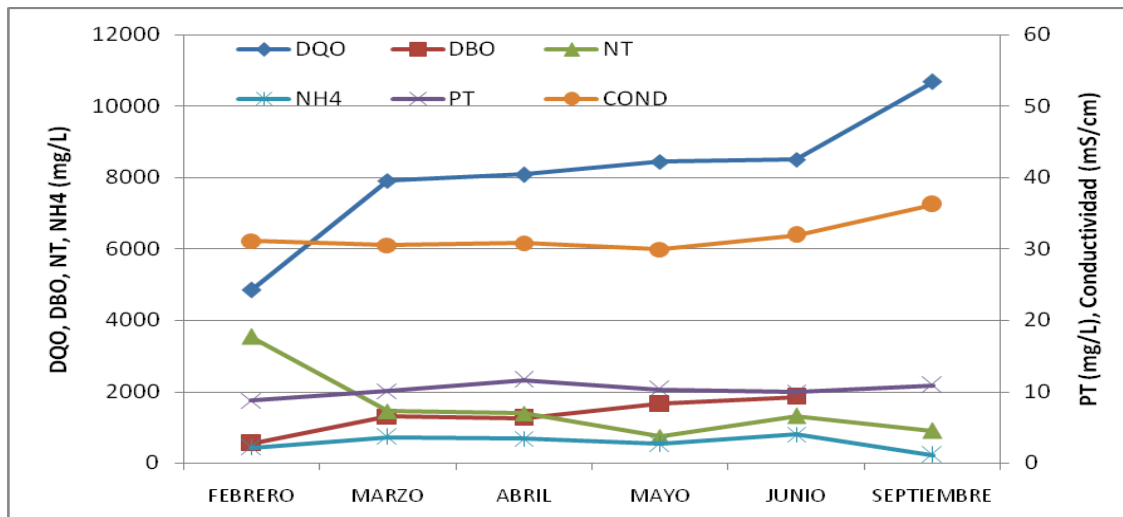


Figura 3. Evolución de los principales parámetros químicos de la balsa de lixiviado

Para poder determinar la viabilidad del sistema y comprobar que pueden mantenerse las condiciones de concentración de sólidos en el reactor para la tecnología MBR (entre 8-12 g/L), se prolongó durante seis meses el funcionamiento de la planta, para valorar su viabilidad de trabajo en condiciones normales de operación, determinando periódicamente los concentraciones del alimento y el permeado. Se determinó, en este caso, el rendimiento del sistema en cuanto a la reducción de: DBO₅, DQO, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal y fósforo total (Tabla 3).

Tabla 3. Reducción de contaminantes

| Parámetro | Reducción (%) | | |
|---------------------------|---------------|------------|-------|
| | febrero-marzo | abril-mayo | junio |
| DBO ₅ (mg/L) | 96 | 97 | 96 |
| DQO (mg/L) | 36 | 39 | 36 |
| SS (mg/L) | >99 | >99 | >99 |
| NT (mg/L) | 41 | 38 | 36 |
| PT (mg/L) | 58 | 65 | 50 |
| NH ₄ -N (mg/L) | 42 | 44 | 34 |

4. Conclusiones.

Se han realizado todos los trabajos relativos al estudio sobre la utilización de la tecnología de biorreactores de membrana (MBR) para tratar los lixiviados procedentes de la planta de tratamiento de residuos de origen urbano de la empresa INUSA en el municipio de Alicante. Se ha podido comprobar que es posible adaptar una población microbiológica a las particulares características químicas del lixiviado procedente de la planta y tratar estos lixiviados en un reactor biológico de membranas sumergidas operando en condiciones habituales de sólidos en suspensión en el reactor (entre 8-12 g/L).

El proceso utilizado permite reducir la materia orgánica (97% DBO₅ y 40% DQO) presente en estas corrientes residuales, agotando prácticamente toda la materia biodegradable como se observa de la DBO₅ prácticamente nula en el agua tratada.

Respecto a los contenidos de nutrientes, el tratamiento MBR ensayado permite reducir de 35-40% el nitrógeno total, 45-50% el nitrógeno amoniacal y un 65-70% el fósforo total.

Como es de esperar dada la naturaleza física de la barrera interpuesta, los sólidos en suspensión se han reducido en el efluente tratado en más del 99%.

5. Agradecimiento

Este trabajo ha sido desarrollado mediante el proyecto “Tratamiento de lixiviados de vertedero de residuos de origen urbano mediante reactor biológico de membrana” INUSA-Universidad de Alicante (INUSA2-10TCA).

6. Bibliografía

- Ahn, W.Y., Kang, M.S., Yim, S.K., & Choi, K.H. (2002). Advanced landfill leachate treatment using an integrated membrane process. *Desalination*, 149, 109-114.
- Amokrane, A., Comel, C., & Veron, J. (1997). Landfill leachate pretreatment by coagulation-flocculation. *Water Research* 31(11), 2775-2782.
- APHA. 2012. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 22nd Edition. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment, Washington, DC.
- Chiang, L., Chang, J., & Chung, C. (2001). Electrochemical oxidation combined with physical-chemical pretreatment processes for the treatment of refractory landfill leachate. *Environmental Engineering Science* 18(6), 369-378.
- Irene, M., & Lo, C. (1997). Characteristics and treatment of leachates from domestic landfills. *Environment International* 22(4), 433-442.
- Kargi, F., & Pamukoglu, M.Y., (2004). Adsorbent supplemented biological treatment of pre-treated landfill leachate by fed-batch operation. *Bioresource Technology* 94, 285–291.
- Sletten, R.S., Benjamin, M.M., Horng, J.J., & Ferguson J.F. (1995). Physical-chemical treatment of landfill leachate for metals removal. *Water Research* 29(10), 2376-2386.
- Wang, Z., Zhang, Z., Lin, Y., Deng, N., Tao, T., & Zhuo, K. (2002). Landfill leachate treatment by a coagulation-photooxidation process. *Journal of Hazardous Materials* 95, 153-159.
- Wintgens, T., Gallenkemper, M., & Melin, T. (2002). Endocrine disrupter removal from wastewater using membrane bioreactor and nanofiltration technology. *Desalination*, 146, 387-391.