

## CARACTERIZACIÓN CINÉTICA DE UN LODO NITRIFICANTE EXPUESTO A NANOPARTÍCULAS DE PLATA POR MICRORRESPIROMETRÍA.

Andrea Domínguez-Caamal, Gabriel R. Hernández-Martínez, Alejandro Zepeda, Universidad Autónoma de Yucatán (Campus de Ingenierías y Ciencias Exactas), Periférico Norte km 33.5, C.P. 97203 Mérida, Yucatán, México, [andrea\\_domca@hotmail.com](mailto:andrea_domca@hotmail.com)

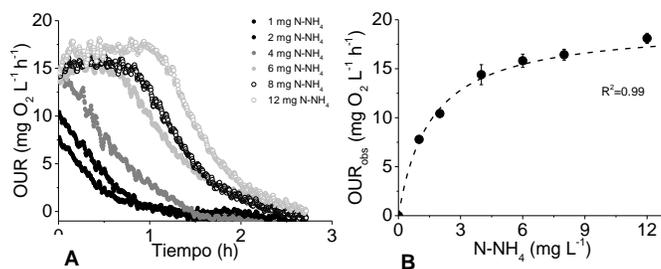
*Palabras clave: microrrespirometría, nitrificación, nanopartículas de plata.*

**Introducción.** Las nanopartículas de plata (AgNPs) son nanomateriales utilizados en diferentes sectores tales como el energético, proceso (síntesis) y salud (1). El incremento en la producción de AgNPs ha generado preocupación por su liberación, destino e impacto ambiental, debido a que diversos estudios han mostrado que las AgNPs pueden ser liberadas al medio ambiente y cuerpos receptores, pudiendo provocar efectos inhibitorios en los procesos de tratamiento de aguas residuales (2). Siendo uno de ellos la nitrificación, el cual es definido como la oxidación biológica del amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) a nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). Este proceso es considerado un paso limitante en la eliminación de compuestos nitrogenados, debido al lento crecimiento de las bacterias nitrificantes y a la alta sensibilidad a la presencia de compuestos orgánicos(3). Es por esto, que la determinación de parámetros claves como la constante de afinidad por el sustrato ( $K_s$ ) y la velocidad de consumo de oxígeno máxima ( $\text{OUR}_{\text{max}}$ ) en el proceso nitrificante en presencia de AgNPs es necesaria. En este sentido, una de las técnicas recientemente utilizadas con gran éxito en la determinación de dichos parámetros en presencia de nanomateriales es la microrrespirometría (2). Debido a esto, el objetivo principal de este trabajo fue determinar los parámetros cinéticos de un proceso nitrificante en presencia de AgNPs.

**Metodología.** Se utilizó como fuente de inóculo lodo nitrificante obtenido de un reactor continuo de mezcla completa con un volumen de operación de 5 L, el cual ha sido operado en régimen estacionario y estable por más de 7 años, con una eficiencia de consumo de  $\text{N-NH}_4^+$  y formación de  $\text{NO}_3^-$  del 100% y 0.99 respectivamente. El reactor continuo fue alimentado con un medio con el siguiente contenido ( $\text{g L}^{-1}$ ):  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ , 5.09;  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 7.12;  $\text{MgSO}_4$ , 3;  $\text{NaCl}$ , 5;  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , 4.76;  $\text{NaHCO}_3$ , 62.64;  $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 0.2685. El pH y la temperatura fueron mantenidos a  $8 \pm 0.5$  y  $30 \pm 2$  °C, respectivamente. Las pruebas respirométricas fueron realizadas en un sistema de 24 microrreactores (16 mm de diámetro, 18 mm de profundidad) (PreSens, México). El sistema de microrreactores se colocó en un agitador orbital a  $30 \pm 1$  °C y 150 rpm. La técnica respirométrica utilizada fue a través de pulsos de concentración creciente de sustrato. Se probaron 6 diferentes concentraciones de amonio (1-12 mg  $\text{N-NH}_4 \text{ L}^{-1}$ ) y 4 concentraciones de AgNPs (1-10  $\text{mg L}^{-1}$ ). Todas las pruebas respirométricas fueron por triplicado.

**Resultados.** La Fig. 1A muestra un ejemplo de perfil de velocidad de consumo de oxígeno (OUR) en presencia de concentraciones crecientes de amonio ( $\text{N-NH}_4 \text{ L}^{-1}$ ). Se puede observar que después de la inyección de cada concentración de amonio la OUR incrementó rápidamente hasta alcanzar un valor máximo. Una vez terminado el consumo de amonio los valores

de OUR regresaron a valores cercanos a cero. A partir de estos perfiles de OUR se determinó la OUR máxima observada ( $\text{OUR}_{\text{obs}}$ ) para cada concentración de amonio y de AgNPs (Fig. 1B). La Tabla 1 muestra los valores de  $K_s$  y  $\text{OUR}_{\text{max}}$  para cada concentración de AgNPs, donde se puede observar que el incremento en la concentración de AgNPs provocó una disminución de los valores de  $K_s$  y  $\text{OUR}_{\text{max}}$ .



**Fig. 1A.** Perfiles de OUR observadas después de la inyección de concentraciones crecientes de sustrato (1- 12 mg  $\text{N-NH}_4 \text{ L}^{-1}$ ). **1B.** OUR máxima observada a las concentraciones crecientes de sustrato (1- 12 mg  $\text{N-NH}_4 \text{ L}^{-1}$ ).

**Tabla 1.** Parámetros cinéticos del proceso del proceso nitrificante determinados a diferentes concentraciones de AgNPs. DE, Desviación estándar (n=3).

AgNPs ( $\text{mg L}^{-1}$ )	$\text{OUR}_{\text{max}} \pm \text{DE}$ ( $\text{mg O}_2 \text{ L}^{-1} \text{ h}^{-1}$ )	$K_s \pm \text{DE}$ ( $\text{mg L}^{-1}$ )
0	$20.55 \pm 1.93$	$1.65 \pm 0.03$
1	$19.59 \pm 0.34$	$1.58 \pm 0.02$
2	$18.44 \pm 1.69$	$1.60 \pm 0.03$
5	$13.85 \pm 2.43$	$1.37 \pm 0.09$
10	$12.29 \pm 0.25$	$1.25 \pm 0.12$

**Conclusiones.** La microrrespirometría permitió determinar los valores de  $K_s$  y  $\text{OUR}_{\text{max}}$  del lodo nitrificante en presencia de AgNPs. Observando que la presencia de 10  $\text{mg L}^{-1}$  de AgNPs provocó un efecto máximo del 40 y 24 % sobre los valores de  $\text{OUR}_{\text{max}}$  y  $K_s$ , respectivamente.

**Agradecimientos.** Este trabajo fue apoyado por CONACYT (Proyecto Ciencia Básica 2016, clave 284140).

### Bibliografía.

- Brar SK *et al.* (2010). *Waste Manage.* 30:504-520
- Hernández-Martínez G *et al.* (2018). *Environ Sci.* 4: 721-730.
- Texier A *et al.* (2002) *Biotechnol Lett.* 24: 321-324.
- APHA (1999) *Am J Public Health.* 20.