

ADAPTACIÓN METABÓLICA DE UN LODO NITRIFICANTE PARA LA ELIMINACIÓN DE AMONIO Y AMPICILINA EN UN REACTOR DE LOTES SECUENCIADOS

Sergio Pavel Esquivel Mackenzie; Flor Cuervo-López; Anne-Claire Texier
UAM-Iztapalapa, Departamento de Biotecnología, Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina,
C.P. 09340, Ciudad de México, México. actx@xanum.uam.mx, zeppelinpavel2@gmail.com.

Palabras clave: Amonio, ampicilina, reactor SBR.

Introducción. La nitrificación constituye una forma efectiva, sustentable y económicamente factible de eliminación biológica de amonio del agua (1). La presencia de antibióticos en ambientes acuáticos es preocupante ya que contribuye a la resistencia bacteriana y efectos tóxicos (2). La ampicilina (AMP) es un antibiótico β -lactámico ampliamente usado (3). Lodos nitrificantes han mostrado la capacidad de oxidar simultáneamente amonio y fármacos, incluyendo antibióticos (4). Muy poco se ha estudiado sobre la capacidad metabólica de lodos nitrificantes expuestos a AMP en reactores biológicos.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la adaptación metabólica de un lodo nitrificante para la oxidación de amonio a nitrato y la eliminación de ampicilina en un reactor SBR.

Metodología. Se operó un reactor SBR (1.4 L) inoculado con lodo nitrificante previamente expuesto a AMP (484 ± 14 mg proteína microbiana/L) (3), a 25°C , 200 rpm y aireación continua. Se alimentó con una concentración inicial de amonio de 101.6 ± 2.8 mg N-NH₄⁺/L. A partir del ciclo 110, se adicionaron 14.4 ± 0.1 mg AMP/L. El SBR se operó con ciclos de 24 h: fases de llenado (3 min), reacción aireada (23 h), sedimentación (30 min) y drenado (27 min). Se tomaron muestras en el efluente para cuantificar amonio, nitrito, nitrato y AMP (3). Se determinaron las eficiencias de consumo de amonio y AMP ($E_{\text{NH}_4^+}$, E_{AMP}), los rendimientos de nitrito y nitrato ($Y_{\text{NO}_2^-}$, $Y_{\text{NO}_3^-}$) y las velocidades específicas ($q_{\text{NH}_4^+}$, $q_{\text{NO}_3^-}$ y q_{AMP}) a diferentes ciclos de operación.

Resultados. Del ciclo 1 al 109, sin adición de AMP, se obtuvo un proceso nitrificante eficiente ($E_{\text{NH}_4^+} = 99.9\% \pm 1.4$), completo ($Y_{\text{NO}_3^-} = 1.0 \pm 0.1$ g N-NO₃⁻/g N-NH₄⁺ consumido) y estable (Fig. 1). No se afectó la amonio oxidación al adicionar AMP ($E_{\text{NH}_4^+} = 99.8\% \pm 0.2$), sin embargo, hubo una acumulación de nitrito ($Y_{\text{NO}_2^-} = 0.59 \pm 0.2$) y una disminución en el $Y_{\text{NO}_3^-}$ ($Y_{\text{NO}_3^-} = 0.16 \pm 0.2$), por lo tanto sí hubo afectación en la nitrito oxidación. A partir del ciclo 149, se obtuvo nuevamente un proceso nitrificante eficiente ($E_{\text{NH}_4^+} = 99.8\% \pm 0.2$), completo ($Y_{\text{NO}_3^-} = 0.87 \pm 0.1$) y estable. El lodo fue capaz de eliminar totalmente la AMP ($E_{\text{AMP}} = 100\%$) desde su primera adición, alcanzando una q_{AMP} máxima de 0.10 mg/mg proteína microbiana.h.

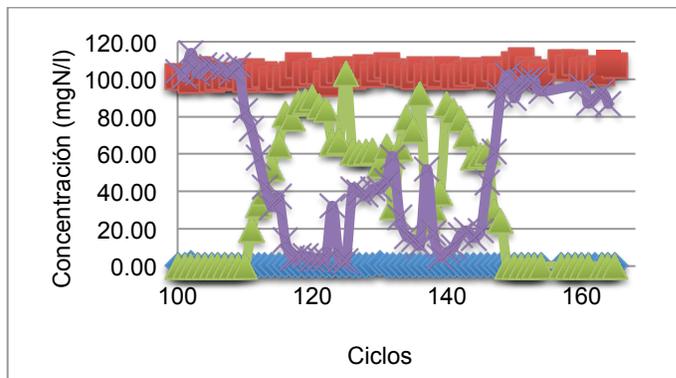


Fig. 1. Proceso nitrificante en el SBR alimentado con amonio y AMP (ciclos 110-165). Amonio inicial ■, amonio final ◆, nitrato × y nitrito ▲.

La AMP provocó una disminución de hasta 83% en la $q_{\text{NO}_3^-}$ debido a la inhibición del proceso nitrito oxidante (Tabla 1). Sin embargo, la $q_{\text{NO}_3^-}$ aumentó a lo largo de los ciclos de operación, indicando una adaptación metabólica de las bacterias nitrito oxidantes al efecto inhibitorio del antibiótico.

Tabla 1. Velocidades específicas de la nitrificación a través de los ciclos de operación del SBR alimentado con amonio y AMP.

Ciclos	$q_{\text{NH}_4^+}$ (mg N/mg proteína microbiana.h)	$q_{\text{NO}_3^-}$ (mg N/mg proteína microbiana.h)
1-109	0.05 ± 0.01	0.06 ± 0.01
124	0.06	0.01
138	0.05	0.02
153	0.05	0.05

Conclusiones. La adición de AMP no afectó la amonio oxidación pero sí inhibió la nitrito oxidación y provocó acumulación de nitrito. A lo largo de los ciclos, el lodo mostró una adaptación metabólica en su actividad nitrito oxidante, para obtener nuevamente un proceso nitrificante eficiente ($E_{\text{NH}_4^+} = 99.8\% \pm 0.2$), completo ($Y_{\text{NO}_3^-} = 0.87 \pm 0.1$) y estable en conjunto con la total eliminación de AMP.

Agradecimientos. CONACyT (CB-2015-01 255740) y Consejo Divisional de CBS de la UAM-Iztapalapa.

Bibliografía.

1. Cervantes-Carrillo F *et al.* (2000). *Rev. Latinoam. Microbiol.* 42: 73-82.
2. Anchordoquy JP *et al.* (2019). *Environ. Sci. Pollut. Res.* 26: 2998-3005.
3. Ramírez Muñoz JJ (2018). Tesis de Maestría en Biotecnología, UAM-Iztapalapa, CDMX, México.
4. Margot J *et al.* (2016). *Water Sci. Technol.* 73(3): 564-575.