

# ACOPLAMIENTO DE UN SISTEMA AEROBIO-ANAEROBIO PARA LA ELIMINACIÓN DE CARBONO Y NITRÓGENO DE AGUAS MUNICIPALES.

Armando Peña-Calva, Jorge Gómez y Flor de María Cuervo-López\*

Departamento de Biotecnología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Avenida San Rafael

Atlixco No186, Vicentina 09340 México, DF.

Tel.-Fax: 58044712, e-mail: [fmcl@xanum.uam.mx](mailto:fmcl@xanum.uam.mx)

**Palabras clave:** TRH, nitrificación, desnitrificación, C/N

**Introducción:** Las industrias y ciudades producen grandes flujos de agua residual. Los contaminantes más importantes en los efluentes son la materia orgánica y los compuestos nitrogenados ( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ), que ocasionan daño al ambiente. Mediante la nitrificación y la desnitrificación se puede llevar a cabo la eliminación completa de ambos compuestos.

El objetivo de este trabajo es proponer un sistema nutricionalmente balanceado de dos etapas, para eliminar eficientemente el  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  de influentes sintéticos y municipales.

**Metodología.** La metodología consistió en 3 etapas:

1). Estabilización en régimen estacionario (RE), de los reactores nitrificante y desnitrificante, alimentados con agua sintética. El reactor nitrificante (RN) fue un tanque agitado y aireado (aproximadamente 6 mg Q/L) con un tiempo de residencia hidráulica (TRH) de 2 d, una C/N de 2 y velocidad de carga (VC) de 167 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L-d. El agua se complementó con algunas sales (Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>). La desnitrificación se realizó en un reactor anaerobio de lodos de flujo ascendente (UASB). Comenzó a operar con un TRH de 1d y se redujo gradualmente hasta 3h. Una VC de 250 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L-d y 400 mg C-acetato/L-d, suplementando la alimentación con sales de Mg<sup>2+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>. La relación C/N fue de 1.6.

2). Acoplamiento en RE de los 2 reactores alimentados con agua sintética mediante un tanque de rebalanceo, donde se hicieron los ajustes nutricionales requeridos en cada proceso.

3). Alimentación de los 2 reactores descritos en (2) con agua municipal. El RN utilizó el efluente de un reactor metanogénico que a su vez fue alimentado con agua municipal de la UAM-Iztapalapa. A la entrada de cada reactor se colocó un tanque de rebalanceo para realizar el ajuste nutricional. En todos los casos se midieron NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> (electroforesis capilar) N<sub>2</sub>O, N<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (cromatografía de gases), N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (electrodo de amonio), carbono orgánico total (TOC) y proteína (Lowry), así como el índice volumétrico de lodos, sólidos totales y volátiles (método estándar).

**Resultados y Discusión** Durante la 1ª etapa, la velocidad de producción (VP) del RN fue de 157 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L-d, mientras que la del reactor desnitrificante (RD) fue de 238 mgN-N<sub>2</sub>/L-d. Ambos resultados indican una eficiencia en el consumo del sustrato (*Ef*) y un rendimiento en la formación de producto (*Y<sub>P/S</sub>*), cercano al 100%. En la 2ª etapa (acoplamiento), la VC y la VP del RN tuvieron valores similares a los de la 1ª etapa (160 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L-d, y 155 N-

NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L-d, respectivamente). Sin embargo, fue necesario rebalancear el efluente con acetato (390 mg C-acetato/L-d) para ajustar la relación C/N a 1.6. En consecuencia, la VC del RD fue de 237 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L-d, obteniéndose una VP de 224 mg N-N<sub>2</sub>/L-d. Esto permitió mantener la *Ef* y el *Y<sub>P/S</sub>* totales en valores altos. En la 3ª etapa, el agua municipal alimentada al RN se rebalanceó con amonio (100 mg N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/L-d). El efluente de éste (154 mg N-NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/L-d) se rebalanceó con acetato (60 mg C-acetato/L-d) para ser alimentado al RD, obteniéndose una VP de 222 mg N-N<sub>2</sub>/L-d. En ambos casos el rebalanceo del agua se realizó en base a la relación C/N previamente establecido para cada proceso. En la Tabla 1 se observa que el cambio de alimentación de la agua sintética a municipal no tuvo efecto sobre la *Ef* ni el *Y<sub>P/S</sub>*. Es importante señalar que la formación de biomasa en las 3 etapas fue mínima. Existen algunos trabajos que empleando agua municipal reportan eficiencias de eliminación de carbono y nitrógeno de 80% y 62% (1), así como de 94% y 93% (2), respectivamente.

Tabla 1. Variables de respuesta en los distintos procesos.

Proceso	Nitrógeno		Carbono
	Eficiencia* (%)	Rendimiento <i>Y<sub>P/S</sub></i>	Eficiencia** (%)
Nitrificación	97	94 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> → NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-----
Desnitrificación	98	97 NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> → N <sub>2</sub>	98
Nitri.-Desnitri. (agua sintética)	94	92 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> → N <sub>2</sub>	98
Nitri.-Desnitri. (agua municipal)	96	98 NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> → N <sub>2</sub>	98

\* (g N consumido/g N alimentado) \*\* (g C consumido/g C alimentado)

**Conclusiones.** Estos resultados, muestran que el balanceo y control constante de la relación C/N en el influente permite obtener eficiencias de eliminación de 98%, sin importar si el agua es municipal o sintética. En cualquier caso la producción de biomasa fue mínima.

**Agradecimientos.** CONACyT (G26441B) y PCCI.

## Bibliografía

- Morgan, J, Noyola A. (1994). Anaerobic-Anoxic-Aerobic process with recycling and separated biomass for organic carbon and nitrogen removal from wastewater. *Env. Tech.* (15):233-243.
- Szpyrkowicz L, Rigoni-Stern S, Zilio F. (1991). Nitrification and desnitrification of tannery wastewaters. *Wat. Res.* **25**, 1351-1356.