



## CONTROL DE UN REACTOR SBR ANAEROBIO/AEROBIO MEDIANTE EL POTENCIAL DE ÓXIDO REDUCCIÓN DURANTE LA DEGRADACIÓN DEL P-NITROFENOL

G. Moreno, K. Martínez, A. Vargas y G. Buitrón\*

Coordinación de Bioprocesos Ambientales, Edificio 5, Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Escolar, Ciudad Universitaria, 04510, México, D.F. México, \*Email:gbm@pumas.iingen.unam.mx

*Palabras clave: proceso anaerobio/aerobio, potencial de óxido reducción, p-nitrofenol*

**Introducción.** Se ha demostrado que es posible controlar la fase anaerobia de la etapa de reacción de un proceso combinado anaerobio/aerobio, utilizando la medición en línea del potencial de óxido-reducción (ORP) a través del programa (Biofrec) con un algoritmo de control que indica el final de la etapa anaerobia (1). Resulta atractiva la posibilidad de utilizar esta misma variable para el control de la duración de la fase aerobia de este mismo reactor, lo que resultaría en la completa automatización y control de la etapa de reacción del reactor SBR anaerobio/aerobio que degrada p-nitrofenol (PNF). La robustez de la estrategia ante variaciones de la relación PNF/cosustrato, biomasa y presencia de sulfatos ha sido demostrada (2).

En este trabajo se presenta el desarrollo una estrategia de control para la fase aerobia de un reactor anaerobio/aerobio que degrada PNF con base en la medición en línea del ORP.

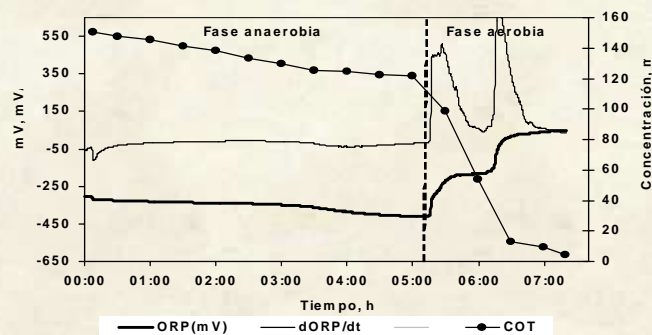
**Metodología.** Se trabajó sobre el programa Biofrec (1) para incluir el nuevo algoritmo de control de la fase aerobia denominado AUTODETECT. Este algoritmo se probó en un reactor SBR alimentado con una mezcla de 25 mg/L de PNF y ácido propiónico (AP) como co-sustrato en relación molar 1:20, 1:40 y 1:75 (sustrato/cosustrato) con nutrientes (3). En la fase anaerobia el PNF es transformado a p-aminofenol (PAF) que posteriormente es mineralizado en la fase aerobia. Para evaluar la operación del reactor se analizó el carbono orgánico total (COT) de los diferentes ciclos.

**Resultados y discusión.** El algoritmo AUTODETECT utiliza la medición en línea del ORP y calcula numéricamente sus derivadas (dORP) en función de tiempo. La meta del algoritmo es detectar cuando la señal del ORP se ha incrementado de un valor negativo, al inicio de la fase aerobia, hasta mantenerse en un valor relativamente constante (idealmente positivo). Esto se logra a través de la búsqueda del valor máximo de dORP con respecto al valor inicial justo después del inicio de la aeración. El programa Biofrec con el nuevo algoritmo controló adecuadamente las fases anaerobia/aerobia del reactor SBR al establecer tiempos de reacción adecuados (Tabla 1) que permitieron la degradación casi completa del PNF vía PAF, con eficiencias de remoción de COT mayores al 95% para las relaciones 1:20 y 1:40 y más del 80% para la relación 1:75. La figura 1 muestra una curva típica del análisis del COT que muestra la completa mineralización del PNF. En la etapa anaerobia el carbono orgánico no sufre un cambio significativo debido a que el PNF es solo transformado a PAF conservándose la misma cantidad de carbono. La ligera disminución durante la fase anaerobia es debida al consumo del AP, mientras que la

mineralización del PAF es llevada a cabo durante la etapa aerobia.

*Tabla 1. Tiempo de las fases anaerobia y aerobia y eficiencias de eliminación*

PNF:AP	Duración de la etapa, h		% Eliminación del COT	
	Anaerobio	Aerobio	Anaerobio	Aerobio
1:20	5,9 ± 0,20	2,7 ± 0,24	23,91 ± 3,90	76,09 ± 3,90
1:40	7,5 ± 0,33	3,0 ± 0,20	20,14 ± 0,28	79,63 ± ,20
1:75	8,1 ± 0,64	3,4 ± 0,12	25,04 ± 0,53	58,39 ± 3,27



*Fig. 1. Cinética de degradación del COT y las señales del ORP y dORP para el control del reactor anaerobio-aerobio*

**Conclusiones.** El algoritmo de control AUTODETECT fue capaz de detectar el final de las fases aerobia y anaerobia de la etapa de reacción en un reactor combinado anaerobio/aerobio, utilizando el ORP como variable de control para ambas fases. La eficiencia de remoción como COT fue superior al 90% con todas las relaciones estudiadas lo que demuestra la robustez de la estrategia de control frente a variaciones en el influente. La ventaja del sistema es el uso de una sola variable de control, la cual es fácil y económica de medir. El algoritmo de control podría ser fácilmente implementado en la industria.

**Agradecimiento.** Al proyecto DGAPA-UNAM IN102005

**Referencias.** 1. Buitrón, G., Betancur, M.J., Moreno, G., and Moreno, J.A. (2003) Oxidation-reduction potential as a control variable for the anaerobic stage during anaerobic-aerobic p-nitrophenol degradation. *Biotechnol. Prog.* **19**: 1822-1827.  
2. Buitrón, G., Moreno, G. García, M.E., and Moreno, J. (2005). Effect of co-substrate, biomass and sulfate concentration on the performance of a control strategy used to determine the anaerobic stage of an anaerobic/aerobic SBR degrading p-nitrophenol. *Wat. Scien. Tech. En prensa.*  
2. AFNOR (1985). Evaluation en milieu aqueux de la biodégradabilité aérobie "ultime" des produits organiques solubles, *Normalisation française*, NFT 90-312.