

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN
PROGRAMA DE MAGÍSTER
DEPTO. DE INGENIERÍA QUÍMICA**

Profesores patrocinantes:
Estrella Aspé L.
Marlene Roeckel von B.

“Estudio de la influencia de la presencia de materia orgánica sobre el proceso de nitrificación en un reactor de lecho fluidizado”

Felipe Andrés Sabando Del Castillo

Informe de Tesis para optar al grado de
Magíster en Ciencias de la Ingeniería
con mención en Ingeniería Química

Abril 2005

SUMARIO

Durante la oxidación biológica de nitrógeno en vertidos de altas cargas amoniacales, orgánicas y salinas, por microorganismos autotróficos, existen interferencias que disminuyen la eficiencia de nitrificación. Los reactores de lecho fluidizado (RLF), al igual que los airlift, presentan varias ventajas para la remoción de amonio en presencia de materia orgánica, respecto a otros reactores convencionales: mayor concentración de biomasa por unidad de volumen, bajo tiempo de residencia hidráulico (TRH), menores resistencias a la difusión en la biopelícula (menor espesor de la película de líquido estancada) y menores caídas de presión. Además, los RLF tienen un diseño independiente del aireador y una fluidización más estable. Por esto, el objetivo de este trabajo es determinar el efecto de la materia orgánica alimentada sobre la eficiencia del proceso de nitrificación de vertidos salinos en un RLF.

Se estudió experimentalmente el proceso de nitrificación en un RLF de 0,36 L usando arena como soporte. El estudio consideró una alta concentración amoniacales (100 mg L^{-1} de N-NH_4^+), orgánicas ($100 - 800 \text{ mg L}^{-1}$ de COT) y salinas (24 g L^{-1} de NaCl). Se realizaron variaciones en la razón C/N cambios en el tiempo de residencia hidráulico (TRH), y se compararon los resultados experimentales con los obtenidos por un modelo desarrollado, para estado estacionario. Dada la alta razón de recirculación, el reactor fue modelado como de mezcla completa y se consideraron las resistencias a la transferencia de masa dentro y fuera de la biopelícula. Se cuantificaron las poblaciones bacterianas presentes mediante recuento total por epifluorescencia (RTE), conteo de unidades formadoras de colonias (UFC) y por hibridación con sondas dirigidas al 16S-rARN.

Se realizaron experimentos usando razones C/N entre 1 y 8, a TRH igual a 1,6 horas, hasta lograr una biopelícula estable, definido en adelante como estado estacionario microbiológico (EEM), se obtuvieron eficiencias de nitrificación entre 95,2% y 0%, respectivamente. También, se realizaron experimentos para lograr estado estacionario hidráulico (EEH) o pseudo estacionario, variando el TRH entre 0,4 y 1,6 horas cambiando el flujo de alimentación, con eficiencias de nitrificación entre 63,5% y hasta 95,2%, respectivamente, a razón C/N igual a 1. Se observó una disminución en la eficiencia de nitrificación al aumentar la razón C/N así como al disminuir el tiempo de residencia. En EEM se alcanzaron eficiencias de nitrificación superiores al 88% hasta razón C/N igual a 2, usando un TRH de 1,6. En EEH, es decir, sin esperar que la biomasa se altere significativamente, se alcanzaron eficiencias de nitrificación superiores al 89% hasta TRH

igual a 0,8 horas; usando una razón C/N de 1. En todos los casos, la remoción de materia orgánica fue superior al 50%, alcanzando valores sobre el 90% de remoción.

El modelo considerado permitió estimar las concentraciones de sustratos y productos en el efluente. Se obtuvo que para la predicción de la concentración de amonio el parámetro R^2 fue de 0,860; para nitrito de 0,688; para nitrato de 0,948; y para acetato de 0,784. Si no se considera la estratificación de la biopelícula o la asimilación heterotrófica de amonio la calidad del ajuste cae, incluso, a valores negativos. Además, el modelo permitió obtener las concentraciones de las especies al interior de la biopelícula. El análisis de sensibilidad practicado determinó que los parámetros más sensibles del modelo, son el rendimiento de nitrito sobre nitrato y el área específica y radio de la biopelícula, destacando que las constantes cinéticas de los tres procesos de oxidación bacteriana muestran baja sensibilidad.

Experimentalmente, se observaron concentraciones totales de nitrógeno a la salida, inferiores hasta en 40%, respecto a la concentración alimentada, lo que se atribuyó a la asimilación heterotrófica. Las poblaciones bacterianas consideradas, amonio-oxidantes, nitrito-oxidantes y heterotróficas permanecen constantes pese a la variación en la concentración de materia orgánica alimentada. Esto es, pese al aumento en la actividad bacteriana esperable, los esfuerzos de corte limitarían el espesor de la capa heterotrófica ubicada en la sección externa de la biopelícula, permitiendo la existencia de la población nitrificante estable al interior.

Se concluye que la eficiencia de nitrificación resulta fuertemente afectada por la presencia de altas concentraciones de materia orgánica, probablemente debido a la competencia por oxígeno y amonio, la inhibición por materia orgánica y la competencia por espacio, así como por las inhibiciones y limitaciones que se producen en un sistema de alta carga. El modelo de reactor propuesto es capaz de predecir con mayor exactitud resultados de concentración en el efluente y en la biopelícula, en estado estacionario, cuando se considerara la estratificación de la biopelícula y la asimilación heterotrófica de amonio. Las poblaciones bacterianas se mantienen sin variación con el aumento de la presencia de materia orgánica, contrariamente a lo esperado, y aunque la causa no ha sido plenamente identificada, es posible atribuir a los esfuerzos de corte en el reactor.