

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCION
ESCUELA DE GRADUADOS**

**ESTUDIO DEL PROCESO DE NITRIFICACION EN REACTORES DE
LECHO FLUIDIZADO**



**Tesis presentada para optar al
grado de Doctor en Ciencias de la
Ingeniería con mención en
Ingeniería Química**

Patrocinante:

Prof. Marlene Roeckel von B.

Omar Sánchez Broche

2001

RESUMEN

La industria pesquera en Chile genera aguas residuales que, luego de un tratamiento anaerobio, presentan alta concentración de amonio (500-1000 mg N-NH₄⁺/L), que es un contaminante acuático, y alta salinidad. Es factible combinar la nitrificación y la desnitrificación para transformar el nitrógeno amoniacal a nitrógeno gaseoso. Para ello, se investigó experimental y teóricamente la nitrificación en reactores de lecho fluidizado, para definir condiciones óptimas para la transformación de amonio a nitrito, o nitrato.

Se midió la velocidad de nitrificación para diferentes concentraciones de amonio, nitrito, nitrato, oxígeno disuelto y cloruro de sodio; y la velocidad de nitratación para diferentes concentraciones de nitrito, oxígeno y cloruro de sodio. Se propuso un modelo cinético para cada etapa, que incluye el efecto de los diferentes compuestos. La velocidad de cada etapa fue medida independientemente mediante el método respirométrico (T=30 °C, pH=7.5). En los experimentos de nitrificación se utilizó la azida de sodio para inhibir la oxidación de nitrito. Utilizando hibridación con sondas moleculares, se midió la fracción de bacterias amonio-oxidantes y nitrito-oxidantes en el cultivo mixto usado en los ensayos cinéticos.

Mediante microscopía electrónica de barrido (SEM), se observó la adherencia sobre la superficie de los soportes en reactores de lecho fluidizado, para relacionar las características superficiales con la formación de la biopelícula. También se observó la estructura interna de la biopelícula formada, mediante microscopía electrónica de transmisión (TEM).

En reactor nitrificante de lecho fluidizado de laboratorio, se compararon resultados experimentales y las predicciones de un modelo. Se evaluó el efecto de la concentración

inicial de amonio, concentración de oxígeno y concentración de cloruro de sodio sobre la conversión de nitrificación.

El amonio presenta inhibición por sustrato sobre la velocidad de oxidación de amonio, y se utilizó el modelo de Andrews para representar la cinética. Los parámetros obtenidos fueron: velocidad máxima de oxidación, $r_{AOMX}=0.72$ mg N-NH₃/g SSV_{AO} min; constante de saturación, $K_{SAO}=0.11$ mg N-NH₃/L y constante de inhibición, $K_{IAO}=7.65$ mg N-NH₃/L. El nitrito mostró inhibición competitiva sobre la velocidad de nitrificación, con una constante de inhibición, $K_{INI}=176$ mg N-NO₂⁻/L. El nitrato presentó inhibición parcialmente competitiva sobre la velocidad de nitrificación, con parámetros, constante de inhibición, $K_{INA}=21$ mg N-NO₃⁻/L y el factor, $\alpha=2$. La concentración para la velocidad de nitrificación máxima resultó 0.19 mg N-NH₃/L.

El nitrito produce inhibición por sustrato sobre la velocidad de oxidación de nitrito, y se utilizó la ecuación de Andrews para representar la cinética. Los parámetros fueron: velocidad de oxidación máxima, $r_{NOMAX}=2.53$ mg N-HNO₂/g SSV_{NO} min; constante de saturación, $K_{SNO}= 5.6 \cdot 10^{-4}$ mg N-HNO₂/L y constante de inhibición, $K_{INO}=0.005$ mg N-HNO₂/L. La concentración para la velocidad de nitrificación máxima fue $2.8 \cdot 10^{-6}$ mg N-HNO₂.

La velocidad de las dos etapas de la nitrificación disminuye linealmente al aumentar la concentración de sal, con un efecto más pronunciado sobre la velocidad de nitrificación ya que la constante de inhibición, 0.015 mg N-NO₂⁻/ g SSV_{NO} min g NaCl es mayor que la obtenida para la nitrificación, 0.008 mg N-NH₄⁺/ g SSV_{AO} min g NaCl.