

Universidad de Concepción

Escuela de Graduados

Doctorado en Oceanografía



Nitrificación en un fuerte gradiente de oxígeno asociado a la
zona de mínima de oxígeno del Pacífico Sur-oriental (~21 y 23 °S)

Verónica Andrea Molina Trincado

Concepción, Chile. Marzo de 2005

Resumen

Nitrificación en un fuerte gradiente de oxígeno asociado a la zona de mínima de oxígeno del Pacífico Sur-oriental (~21 y 23 °S)

Verónica Andrea Molina Trincado

Doctor en Oceanografía

Universidad de Concepción, 2004

Dra. Laura Farías, Profesora Guía

Dr. Osvaldo Ulloa, Director de Tesis

La nitrificación es el único proceso capaz de oxidar el NH_4^+ a NO_3^- , contribuyendo a la formación de uno de los mayores reservorios oceánicos de nitrógeno combinado. En este estudio se determinaron: a) las dos etapas de la nitrificación denominadas la NH_4^+ oxidación (AO) y la NO_2^- oxidación (NO), b) la regeneración de NH_4^+ (por eucariontes y procariontes) y c) la presencia y riqueza de bacterias amonio oxidantes (BAO), a lo largo de un gradiente de O_2 que incluyó desde la oxiclina superficial a la ZMO ($252 - \leq 5 \mu\text{M O}_2$) en la zona del Pacífico Sur-oriental (PSO) frente al norte de Chile (~21 y 23°S). Las tasas de AO, NO y reciclaje de NH_4^+ se cuantificaron a través de la medición de los cambios en la concentración de NH_4^+ , NO_2^- y NO_3^- y de la fijación de carbono-14 en el tiempo, bajo oscuridad y temperatura controlada (en ocasiones *in situ*), con la adición apropiada de inhibidores específicos para AO, NO y síntesis proteica en eucariontes. La presencia de BAO se evaluó a través de la amplificación de los genes 16S rRNA a partir de extractos de DNA bacterioplanctónicos en la columna de agua. La riqueza de las BAO fue determinada a través de la inspección del 16S rDNA en electroforesis de geles en gradiente denaturante (DGGE), su clonación y filogenia.

Los resultados mostraron que las bacterias nitrificantes estuvieron activas a lo largo de todo el gradiente de O_2 de la columna de agua. En la oxiclina superior ($\geq 45 \mu\text{M O}_2$) las tasas de nitrificación ($\mu\text{M d}^{-1}$) variaron desde el límite de detección (n.d.) a 0,4 (AO) y n.d.-0,63 (NO). La ocurrencia de nitrificación en esta zona se asoció a una disminución en la concentración del NH_4^+ seguido por un máximo de NO_3^- ($\geq 15 \mu\text{M}$). La AO representó un 42% del NH_4^+ regenerado mayoritariamente vía procariontes. En el borde superior de la ZMO

(5-45 $\mu\text{M O}_2$), las tasas detectadas NO (0,2-1,2) alcanzaron una mayor magnitud que las de AO (0,08-0,81), y coincidieron con una zona de NO_3^- reducción en la columna de agua, asociada a un incremento de NO_2^- (0,05 a $\geq 2 \mu\text{M}$) y disminución de NO_3^- (≥ 16 a $5 \mu\text{M}$). En esta zona, las tasas de AO oxidaron un 25% del NH_4^+ regenerado principalmente vía eucariontes y concordaron con un máximo de N_2O ($\geq 30 \text{ nM}$). La oxiclina superior y el borde superior de la ZMO se ubicaron en la zona fótica (1 y 0,1% luz), donde la nitrificación contribuiría entre 16 y $\geq 100\%$ del nitrógeno requerido por la producción primaria fotosintética (0,2-8,5 $\mu\text{g C l}^{-1} \text{ h}^{-1}$). En el núcleo de la ZMO ($\leq 5 \mu\text{M O}_2$), las tasas de AO (n.d.-2,4) alcanzaron una mayor magnitud que las de NO (n.d.- 0,82), y coincidieron con una baja concentración de NH_4^+ ($\leq 0,2 \mu\text{M}$).

Resultados moleculares demostraron la presencia de las BAO (β *Proteobacteria*) en de todo el gradiente de O_2 de la columna de agua, y de una mayor riqueza hacia la ZMO (6-17 bandas de 16S rDNA en DGGE) en comparación con la zona óxica y más iluminada. La librería de clones presentó entre 1 y 26% (total de 261 clones) de BAO, y el porcentaje restante correspondió a otras bacterias marinas no cultivadas y cultivadas. Análisis filogenéticos del 16S rDNA agruparon a las secuencias similares a BAO en el clado 1 de las *Nitrosospira* planctónicas, demostrando la ubicuidad de este clado en el ambiente marino. Secuencias BAO de la ZMO se agruparon separada y distantemente dentro de este clado, incorporando una mayor heterogeneidad a este grupo. En conclusión, la nitrificación es un proceso clave del ciclo del nitrógeno en la zona del PSO frente al norte de Chile, ya que contribuye a explicar la desaparición de NH_4^+ en la ZMO y potenciaría tanto vías de nitrógeno asimilativas (fotosintéticas) y desasimilativas (desnitrificación) de NO_2^- y NO_3^- , vías que alcanzan una gran magnitud en el área.

Palabras Claves: amonio oxidación, nitrito oxidación, nitrificación, zona de mínima de oxígeno, semejante a *Nitrosospira*, norte de Chile.