

Universidad de Concepción
Escuela de Graduados

Magíster en Ciencias con mención en
Oceanografía



Flujos de Nitrógeno Orgánico Disuelto (NOD), un indicador de la capacidad degradadora de los sedimentos costeros de Chile Central (36°S)

Verónica Andrea Molina Trincado

Concepción, Chile. Enero de 2002

Resumen

El principal origen del nitrógeno orgánico disuelto (NOD) en los sedimentos marinos es la hidrólisis de la materia orgánica particulada que le llega desde la zona fótica del océano. Una vez producido, parte de NOD puede ser rápidamente degradado y transformado en nitrógeno inorgánico disuelto (NID) por las comunidades bacterianas a través de una serie de reacciones bioquímicas dependientes e independientes del oxígeno. Los compuestos nitrogenados disueltos, tanto orgánicos como inorgánicos, acumulados en el sedimento, pueden ser exportados hacia la columna de agua a mayores o menores tasas dependiendo de su producción y difusión, o pueden ser inmovilizados biótica (*e.g.*, asimilación bacteriana) y/o abióticamente (*e.g.*, adsorción geoquímica) en el sedimento.

Las fluctuaciones en la carga de la materia orgánica y la disponibilidad de oxígeno disuelto en el agua de fondo estimulan y/o inhiben el metabolismo de ciertas poblaciones bacterianas sobre otras, situación que se refleja en los flujos de compuestos a través de la interfase agua-sedimento. Los sedimentos de la zona costera de Chile central (36° S) se encuentran sometidos a cambios en la carga de materia orgánica y en la disponibilidad de oxígeno en las aguas de fondo, asociados a la intensidad y persistencia de períodos de surgencia costera. La variabilidad de estos factores incide sobre los procesos involucrados en la remineralización y el reciclaje de la materia orgánica de los sedimentos costeros, lo cual genera una serie de interrogantes acerca de la adaptabilidad y capacidad degradadora de las comunidades de bacterias que los habitan.

En el presente estudio se evaluó la capacidad degradadora del sedimento a través de la medición de la proporción NOD:NID en los flujos de compuestos nitrogenados a través de la interfase agua-sedimento; se hipotetizó que dicha capacidad es independiente de la carga de

materia orgánica, la suboxia y de ambos. Para poner a prueba estas hipótesis de trabajo, se llevaron a cabo incubaciones de sedimentos bajo condiciones naturales (muestreo estacional), donde se determinó la magnitud y dirección de los flujos de NOD y NID (NH_4^+ , $\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$) junto con la caracterización hidrográfica y geoquímica de dos ambientes oceanográficos: Bahía de Concepción y la plataforma continental adyacente (36° S). Además, se realizó dichas mediciones de flujos de NOD y NID en sedimentos sometidos a condiciones experimentales de enriquecimiento con materia orgánica y disponibilidad de oxígeno en el agua suprayacente (concentraciones óxicas y subóxicas).

Bahía de Concepción presentó diferencias hidrográficas y geoquímicas estacionales muy evidentes en la oxigenación del agua de fondo y la carga de materia orgánica fresca, *i.e.*, primavera-verano ($0.06 \text{ mL O}_2 \text{ L}^{-1}$ y $1190 \mu\text{g clorofila } a \text{ g}^{-1}$) y otoño – invierno ($3.05 \text{ mL O}_2 \text{ L}^{-1}$ y $70 \mu\text{g clorofila } a \text{ g}^{-1}$); sin embargo, las proporciones NOD:NID presentaron un promedio de 0.42 ± 0.21 , indicando que se mantienen en valores menores a 1. Dicha situación representaría mecanismos de degradación efectuados por comunidades de bacterias con un fuerte rol “remineralizador” muy acoplado a la hidrólisis de NOP que ingresa al sedimento. El destino de los productos de la remineralización (principalmente amonio), que representa un ~68% del NID correspondiente a un promedio en los flujos de $20 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, indicaría que únicamente entre un 10-30% es exportado hacia la columna de agua, por lo que gran parte de dichos productos son inmovilizados abiótica y bióticamente en el sedimento.

La plataforma continental, en tanto, presentó características hidrográficas y geoquímicas más estables con una mantención de niveles de suboxia ($< 0.84 \text{ mL O}_2 \text{ L}^{-1}$) durante todo el período de estudio y un aumento máximo de la carga de materia orgánica fresca desde $21 \mu\text{g clorofila } a \text{ g}^{-1}$ en otoño-invierno a $89 \mu\text{g clorofila } a \text{ g}^{-1}$ en primavera-

verano. Las proporciones NOD:NID de los flujos en esta zona fueron en promedio 3.76 ± 5.10 , con una gran variación en todo el período de estudio, aunque mayoritariamente en valores mayores a 1. Dicha situación representa una capacidad degradadora con un menor grado de remineralización y menor acoplamiento a la hidrólisis de NOP que ingresa desde la columna de agua, por lo que más de un 50% de los flujos de nitrógeno totales corresponden a NOD ($17 \text{ mmol m}^{-2} \text{ d}^{-1}$). Además, en ciertos períodos como otoño-invierno los flujos de NID, principalmente en la forma de amonio (~73%), se produjeron en dirección al sedimento posiblemente por una activa inmovilización biológica.

Las proporciones NOD:NID en los flujos de compuestos nitrogenados a través de la interfase agua-sedimento alcanzaron un promedio de 1.6 ± 1.4 y 3.0 ± 1.1 en los sedimentos bajo la influencia de oxigenación continua y enriquecidos con materia orgánica y su control (óxico sin enriquecer), respectivamente. Dichas proporciones presentaron un promedio de 3.3 ± 2.0 y 3.3 ± 2.5 en sedimentos tratados experimentalmente con suboxia continua y enriquecidos con materia orgánica y su control (subóxico sin enriquecer), respectivamente. La semejanza de las proporciones obtenidas experimentalmente con lo ocurrido en el ambiente indicó que la labilidad de la materia orgánica juega un rol determinante únicamente cuando existe oxigenación con un efecto sinérgico entre ambos en la degradación de la materia orgánica, con una eficiencia tres veces mayor si se considera a cada factor en forma independiente.

La mayor labilidad de la materia orgánica en la bahía, más cercana a la razón C:N~6.6, y la similitud de las razones NOD:NID encontradas entre la bahía con el tratamiento óxico enriquecido, permitió inferir que períodos de oxigenación del agua de fondo de la bahía, re-oxigenación esperada incluso en temporada de surgencia por la relajación de la misma, da como resultado una degradación mayor o equivalente de la materia orgánica con un mayor

contenido de nitrógeno con respecto a aquella de las mismas características sometida a oxigenación continua.

En la plataforma existió suboxia permanente y cambios estacionales en la materia orgánica que se asemejaron a los tratamientos subóxicos enriquecidos y subóxicos control, los cuales representarían períodos de primavera-verano y otoño-invierno, respectivamente. Las proporciones NOD:NID variaron similarmente en todos los tratamientos y períodos e incluso en forma semejante al tratamiento óxico control. A diferencia de este último tratamiento, la suboxia únicamente influyó sobre el destino de los compuestos nitrogenados en los flujos, mayoritariamente en dirección al sedimento, reduciendo el nivel de nitrógeno exportado.

La presencia de una mayor o menor magnitud de los flujos de NOD a través de la interfase agua-sedimento con respecto al resto de los compuestos nitrogenados inorgánicos intercambiados (NOD:NID) resultó ser independiente de la carga de materia orgánica y de la suboxia del agua de fondo, como factores combinados e independientes. Lo que nos permite deducir que la capacidad degradadora de los sedimentos costeros de bahía y plataforma en Chile Central (36° S) es independiente a variaciones en la carga de materia orgánica y suboxia en el agua de fondo como producto de la surgencia costera.

Las proporciones NOD:NID fueron un indicador sensible a cambios en el reciclaje de la materia orgánica y un punto de partida en la discusión de procesos relevantes en el reciclaje del nitrógeno en el sedimento, como son la hidrólisis y la remineralización. La proporción NOD:NID permitió inferir el nivel de eficiencia degradadora y el acoplamiento entre las comunidades bacterianas del sedimento y determinar algunas estrategias metabólicas microbianas que podrían presentar un fuerte impacto en la remoción de nitrógeno en el ambiente costero.