

CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA ORGÁNICA PARTICULADA EN LA COLUMNA DE AGUA DE CANALES OCEÁNICOS EN LA XI REGION CIMAR 8 FIORDOS (2002)

Luis a. Pinto ^a, Christian Bonert ^b, Magaly Caniupan ^a y Raúl Estrada ^b

^a Programa MECESUP, Departamento de Oceanografía, Universidad de Concepción,

^b Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada de Chile

INTRODUCCIÓN

No existen antecedentes en relación a la cantidad y calidad del material orgánico particulado en las aguas de los canales oceánicos de la XI región. Y por lo tanto se desconocen las tasas de sedimentación y reactividad del detrito orgánico en la columna de agua. Información previa sobre materia orgánica depositada en sedimentos de canales interiores y fiordos demuestra que el material vegetal terrestre y la producción fitoplanctónica son las principales fuentes que contribuyen al detrito depositado (Pinto & Bonert, 1999; Pinto & Bonert, 2002). Silva *et al.* (1998) realizaron un exhaustivo análisis del contenido de carbono en sedimentos de esta región, clasificando tanto la boca del Guafo como los canales Darwin y Pulluche como áreas de bajo contenido de carbono orgánico coincidentes con una granulometría compuesta principalmente por arenas, lo que indica un sistema de circulación dinámico. Canal King es el único de tipo oceánico caracterizado por sedimentos más finos con contenidos de carbono orgánico superiores a 3%. ¿Es este carbono aportado a los sedimentos principalmente por productividad primaria en la columna de agua o de tipo alóctono terrestre? Con el fin de aportar a la resolución de estas interrogantes, es necesario conocer la composición orgánica del material suspendido.

También es necesario cuantificar la presencia de algunos compuestos orgánicos de origen natural en la columna de agua, tales como hidrocarburos alifáticos, dado los planes de desarrollo para la región, principalmente con la construcción de la refinería de aluminio Alumysa de la empresa Noranda en el seno Aysén (2.700 millones de dólares), que incidirá en el incremento del transporte marítimo a través de algunos de estos canales oceánicos y el aumento de la actividad antropogénica en el área de embarcaciones mayores que circulan por estos canales.

Cambios en la composición y estructura de estos compuestos pueden entregar información sobre la labilidad del material identificado y tasas de degradación en la columna de agua. Su caracterización permite establecer una Línea de Base de compuestos orgánicos que sirven de referente en caso de contaminación por compuestos hidrofóbicos tales como pesticidas, plásticos, petróleo dado su afinidad por el material particulado.

Los lípidos son importantes en el ambiente marino, constituyendo una parte significativa del flujo de carbono total en los distintos niveles tróficos (Wakeham & Beier, 1991; Reuss & Poulsen, 2002).

La aproximación experimental consiste en aislar e identificar biomarcadores moleculares dentro de la fracción lipídica del detrito orgánico que contiene información sobre

el origen y transformación de la materia orgánica asociada al material particulado en la columna de agua.

MATERIALES Y METODOS

Recolección de muestras

Durante la campaña CIMAR 8 Fiordos realizada a bordo del buque de investigación AGOR Vidal Gormaz en la primavera tardía de 2002, se tomaron muestras de material suspendido particulado en diversos Canales oceánicos de la XI región (Tabla I).

Tabla I. Estaciones de muestreo de material particulado suspendido.

Estación	Canal	Latitud	Longitud	Profundidades (m)
49	KING	44° 28.3	73° 51,79	20, 70, 150
53	KING	44° 35,4	74° 27,13	20, 80, 170
59	NINUALAC	44° 58.2	73° 51,79	20, 70, 140
63	NINUALAC	45° 02,9	74° 21,94	20, 70, 130
65	DARWIN	45° 26.2	74° 21,18	20, 80, 160
69	DARWIN	45° 26.4	73° 49.85	20, 80, 180
72	PULLUCHE	45° 42.0	74° 10,13	10, 20, 30
77	PULLUCHE	45° 47.2	74° 42.70	15, 40, 70

Utilizando un sistema ultralimpio con presión de N₂ y botellas modelo 1080 serie GO-FLO de 8 litros de capacidad se filtró agua a través de filtros GF/F a tres profundidades, correspondiendo a una profundidad superficial (10 a 20 mts), intermedia (70 a 140 mts) y profunda (140 a 280 mt) basadas en la profundidad sondeada en el momento. Estas muestras fueron almacenadas a -20°C en tubos de vidrio sellados con papel aluminio. El material de vidrio utilizado fue lavado rigurosamente con agua Milli Q, metanol y finalmente acondicionado con diclorometano. Se evitó el uso de material de plástico en la manipulación y almacenamiento de las muestras para evitar contaminación de ftalatos.

Extracción de lípidos

La extracción de lípidos se realizó mediante ultrasonido y un sistema binario de solventes (metanol-diclorometano) (Prahl *et al.*, 1996). El extracto orgánico se separó mediante cromatografía de columna utilizando una serie de solventes orgánicos de creciente polaridad (Prahl & Pinto, 1987). La fracción polar de lípidos extraídos de estos filtros se derivatizó con BF₃/MeOH.

Análisis por cromatografía

Posteriormente diferentes fracciones lipídicas fueron analizadas mediante cromatografía gaseosa (HP-5960) con detector FID, equipado con columna capilar (30m x 0.25mm i.d., SPB-5). Los análisis fueron realizados usando inyección sin división (0.5 minutos de "sampling time"), hidrógeno como gas de arrastre (10 psi presión de entrada) y temperatura

programada (75-130°C a 10°C/min, 130-300°C a 5°C/min y luego en modo isothermal por 20 minutos). La temperatura del inyector y detector fueron de 290°C y 310°C, respectivamente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De la cromatografía de columna realizada a un determinado número de muestras, se obtuvieron 7 fracciones que corresponden a diferentes grupos funcionales de lípidos. En la figura 1 se muestran 7 cromatogramas correspondientes al grupo de 7 fracciones para la estación 59, canal Ninualac obtenidas de 7,1 litros de agua filtrada. Las fracciones L1 y L2 contienen trazas de una serie de hidrocarburos alifáticos. Por su distribución e índice de carbono preferencial cercano a 1, puede asociarse a trazas de contaminación por aceite durante el muestreo. En la fracción L2 cerca del tiempo de retención 20 minutos se observa un único peak correspondiente a un éster de ácido graso, el peak a 30 minutos un ftalato por contaminación de plástico que aparece también en otras fracciones. En las fracciones L3, L4, no se observa una serie homóloga de alcoholes o aldehídos de vegetación terrestre. Las fracciones L5 y L6 muestran un cúmulo de compuestos centrados en 40 minutos. La identificación de estos esteroides está sujeta al análisis de las muestras con espectrometría de masas. Probablemente la mayoría de los esteroides tiene un origen autóctono de fito y zooplancton. La fracción L7 contiene ácidos grasos libres, encontrándose en gran cantidad entre 15 y 25 minutos. El patrón de abundancia y distribución es típico de ácidos grasos de origen planctónico. No se observa una serie homóloga de ácidos grasos de cadena larga cuyo origen se asigna a vegetación terrestre.

Otras estaciones analizadas muestran patrones de distribución similares a la figura 1. De especial interés por la abundancia observada en la fracción L7 son los ácidos grasos. En este informe nos detendremos en las estaciones oceánica (63) y con mayor influencia estuarina (59) del canal Ninualac para realizar una comparación de la distribución y abundancia de ácidos grasos libres observados en la fracción polar de lípidos (L7).

En la estación 59 se detecta gran diversidad y concentración de ácidos grasos en los distintos estratos de profundidad (Figura 2). De los 18 ácidos grasos detectados, 8 compuestos se encuentran exclusivamente a los 20 metros de profundidad, destacando el compuesto J con una concentración de 680 µg/l. Sólo 4 compuestos son detectados a los 70 metros de profundidad, de los cuales el compuesto E alcanza una concentración máxima de 689 µg/l, y 2 compuestos exclusivamente a los 140 metros. Pocos compuestos se distribuyen en toda la columna de agua, como es el caso de los compuestos A y B los que disminuyen su concentración en estratos más profundos. El compuesto A disminuye de 555 µg/l a los 20 metros a 27 µg/l a los 140 metros y el compuesto B de 133 µg/l a los 70 metros a 66 µg/l a los 140 metros. Los compuestos Q-I se encuentran en todos los estratos en concentraciones máximas de 173 y 389 µg/l respectivamente, a los 70 metros de profundidad.

En la estación 63 se detecta menor diversidad y concentración de ácidos grasos que en la estación con mayor influencia estuarina del canal (Figura 3). De los 9 compuestos detectados, 6 presentan un patrón similar de distribución disminuyendo su concentración a medida que aumenta la profundidad, de 20 a 70 metros. El compuesto D con una concentración de 68 µg/l sólo se detecta a los 20 metros de profundidad y el compuesto E,

con una concentración de 165 µg/l, al igual que en la estación 59 se detecta sólo a los 70 metros. El compuesto I se distribuye en ambos estratos con mayor concentración a los 70 metros de profundidad alcanzando 325 µg/l. Un 30% de los ácidos grasos totales detectados en las estaciones de muestreo son compartidos por ambas estaciones, de éstos los compuestos A y B disminuyen su concentración en estratos más profundos, el compuesto E se distribuye sólo a los 70 metros y el compuesto I en todos los estratos.

La comparación de los patrones de ácidos grasos observados en las muestras con estándares muestra la presencia de tres componentes cuyo origen se puede atribuir a material autóctono de tipo planctónico y bacteriano y un tercero de origen terrestre de plantas superiores. En la capa fótica los ácidos grasos con 16 y 18 carbonos son los más abundantes. Se observa también la presencia aunque a nivel traza de ácidos iso y anteiso de cadena intermedia en algunas estaciones. La abundancia de los ácidos grasos de origen planctónico disminuye rápidamente con la profundidad (20 a 140 m). La rápida metabolización de estos compuestos indica un alto grado de labilidad, como también su utilización dentro de la trama trófica en la columna de agua.

Del 30% de los ácidos grasos observados en el canal Ninualac, el compuesto I que alcanza una concentración máxima de 398 µg/l se distribuye en todos los estratos. Resultados preliminares indican que corresponde al ácido graso C22:6(n-3), correspondiendo a un biomarcador de dinoflagelados (Viso & Marty, 1993). La presencia principalmente de dinoflagelados en la columna de agua durante esta época apoya los resultados obtenidos.

CONCLUSIONES

Las mayores abundancias de lípidos en la columna de agua se dan en las capas superficiales compuestas por una mezcla de fitoplancton y zooplancton produciéndose una disminución gradual a medida que aumenta la profundidad.

La influencia de lípidos de origen vegetal terrestre o antropogénico no se detecta o tienen una importancia menor.

La mayor parte de los ácidos grasos detectados disminuyen su concentración en estratos más profundos, las diferencias en concentraciones y en disminución indicarían diferencias en las tasas de degradación y labilidad de los compuestos, reflejando una leve selectividad en el proceso de degradación. Probablemente aquellos de mayor peso molecular permanecen más tiempo en la columna de agua y sufren menor degradación.

Hay una serie de compuestos que se detectan sólo entre los 70 y 140 metros de profundidad, probablemente de origen bacteriano si consideramos que a estas profundidades la baja cantidad de luz que llega impediría su origen fitoplanctónico, otra posibilidad es corrientes laterales que pudieran transportar estos ácidos desde otras localidades.

El uso de biomarcadores lipídicos para el estudio del transporte y distribución de organismos planctónicos en canales y fiordos puede contribuir al conocimiento de asentamientos larvales y dispersión de huevos y larvas en esta región.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al comandante del buque AGOR Vidal Gormaz, sus oficiales y tripulación y al personal de apoyo técnico (CONA) a bordo en la recolección de muestras. Se agradece al C.C. Dr. Rodrigo Nuñez el acceso a las botellas Go-Flo. Financiamiento para el desarrollo de este estudio se obtuvo del Ministerio de Hacienda a través del Comité Oceanográfico Nacional y Servicio Hidrográfico de la Armada.

REFERENCIAS

- Prahl, F.; Pinto, L.A. & Sparrow, M. 1996. Phytane from chemolytic analysis of modern marine sediments: A product of desulfurization or not? *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 60:1065-1073.
- Prahl, F.G. & Pinto, L.A. 1987. A geochemical study of long-chain *n*-aldehydes in Washington coastal sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 51:1573-1582.
- Pinto, L.A. y Bonert, C. 2002. Origen y distribución espacial de hidrocarburos alifáticos en sedimentos de Seno Aysén y Canal Moraleda, Chile Austral. Enviado a *Revista de Ciencia y Tecnología del Mar*.
- Pinto, L.A. y Bonert, C. 1999. Estimación de las distintas fuentes de carbono orgánico y su estabilidad en sedimentos entre Corcovado y Elefantes mediante biomarcadores lipídicos. *Revista Taller de Resultados Crucero CIMAR 4 Fiordos*. Comité Oceanográfico Nacional, pp. 41-44.
- Reuss, N. & Poulsen, L. 2002. Evaluation of fatty acids as biomarkers for a natural bloom community. A field study of a spring bloom and a post-bloom period off West Greenland. *Mar. Biol.* 141, 423-434.
- Silva, N.; Maturana, J.; Sepúlveda, J. y Ahumada, R. 1998. Materia orgánica, C y N, su distribución y estequiometría, en sedimentos superficiales de la región norte de los fiordos y canales australes de Chile (Crucero CIMAR 1 Fiordos). *Ciencia y Tecnología del Mar, CONA*, 21:49-74.
- Viso, A. & Marty, J. 1993. Fatty acids from 28 marine microalgae. *Phytochemistry*, 34:1521-1533
- Wakeham, S. & Beier, J. 1991. Fatty acid and sterol biomarkers as indicators of particulate source and alteration processes in the Black Sea. *Deep-Sea Research* 38 Suppl 2, S943-S968.

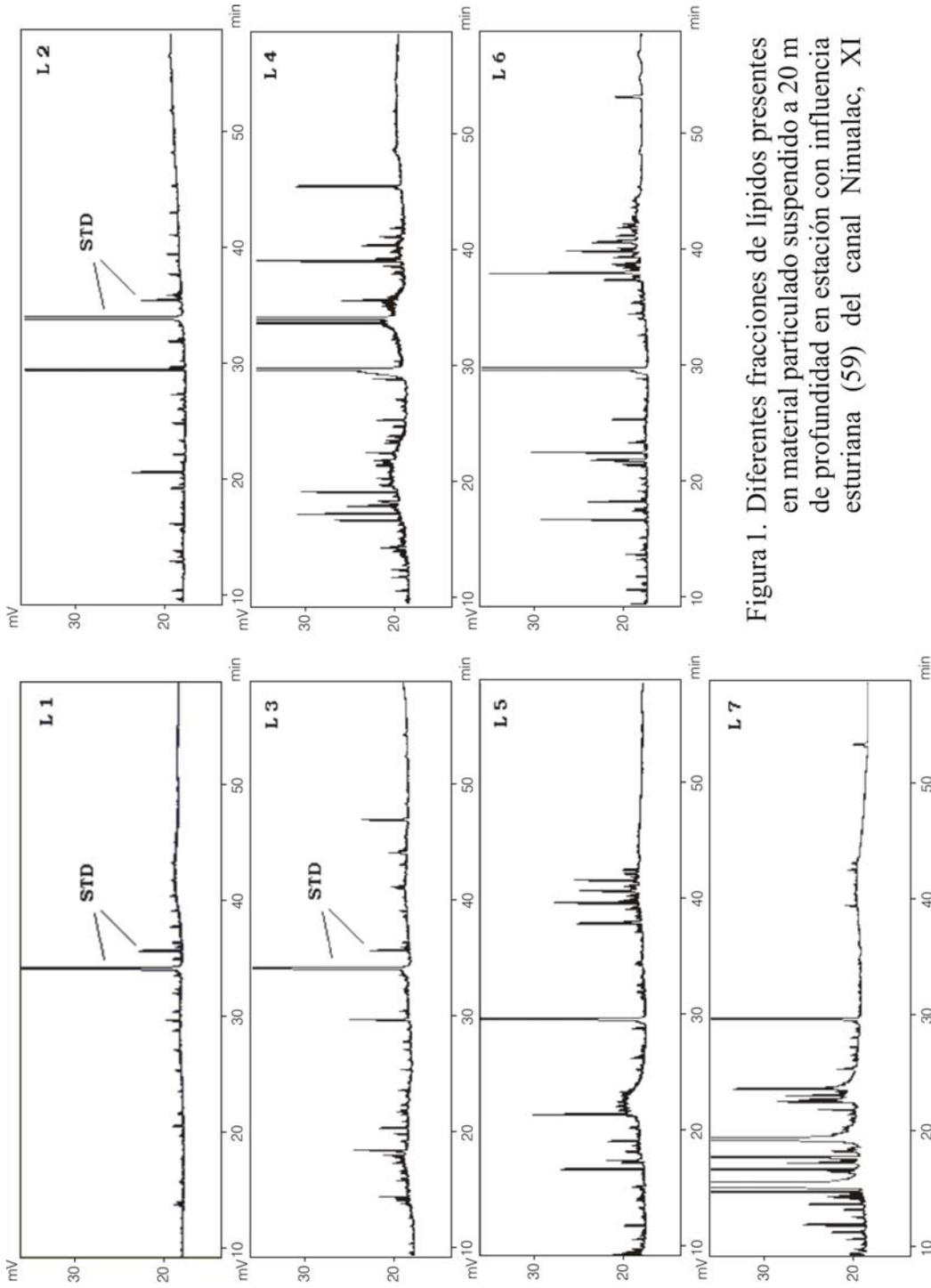


Figura 1. Diferentes fracciones de lípidos presentes en material particulado suspendido a 20 m de profundidad en estación con influencia esturiana (59) del canal Nivalac, XI

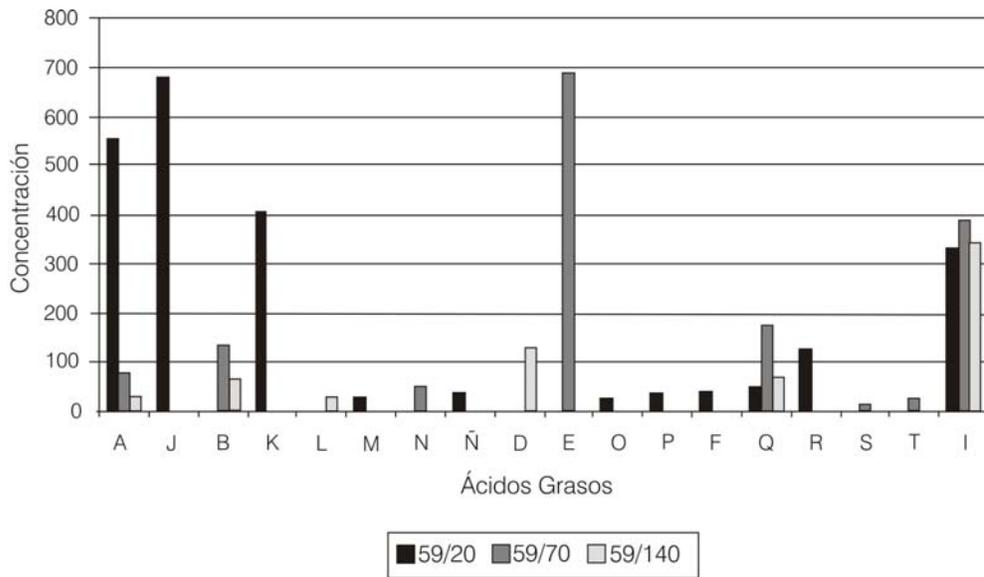


Figura 2. Distribución de ácidos grasos en material particulado en la columna de agua a 20, 70 y 140 m de profundidad en estación con influencia estuariana del canal Ninualac.

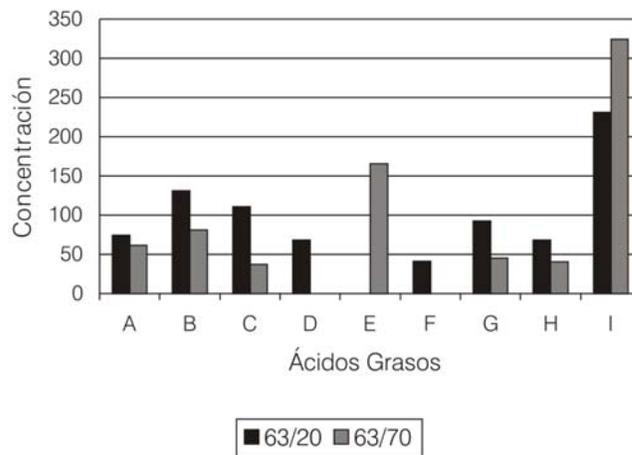


Figura 3. Distribución de ácidos grasos en material particulado en la columna de agua a 20 y 70 m de profundidad en estación oceánica del canal Ninualac.