

CARBONO ORGÁNICO Y MATERIA ORGÁNICA EN SEDIMENTOS SUPERFICIALES DE LA BAHÍA CONCEPCIÓN

Sergio Hernández H¹, Carlos Franco O¹ y Carlos Herrera C²

1.Departamento de Química Ambiental

2.Departamento de Biotecnología

Universidad Católica de la Santísima Concepción

1. Introducción

La Bahía Concepción se encuentra ubicada a los 36°40' Latitud S y 73°02' Longitud W y es un área costera restringida que tiene una alta producción fitoplanctónica y una alta productividad secundaria. En la Bahía se presentan dos períodos muy marcados (Ahumada & Chuecas 1979), el primero ocurre durante el invierno, con presencia en el interior de la Bahía de aguas subantárticas (ASAA), que se caracterizan por ser pobres en nutrientes, de baja salinidad y altos contenidos de oxígeno disuelto. El segundo período se presenta durante primavera-verano, donde ocurren eventos de surgencia, que se caracterizan por el afloramiento a la superficie de masas de agua con mínimas de oxígeno, altas concentraciones de nutrientes y alta salinidad y se conocen como aguas ecuatoriales subsuperficiales (AESS). El afloramiento de estas aguas a la superficie, juega un papel relevante en la sobreproducción de la materia orgánica producida en la Bahía y que parte importante se incorpora a los sedimentos (Ahumada et al, 1983).

La alta productividad de la Bahía, generada durante la primavera, se ve reflejada en los altos contenidos de materia orgánica presente en los sedimentos (Rudolph et al, 1984), por otra parte los más altos valores de materia orgánica se encuentran asociados a los sedimentos finos, que se caracterizan por presentar distintas fracciones, formadas por materia inorgánica y materia orgánica tanto lábil como refractaria (Hernández, 2001).

El aporte de materia orgánica particulada a los sedimentos de la bahía está influenciado por diversos factores: una producción biológica, aporte fluvial, desechos industriales y actividad antrópica, y se estima que el 96 % de la materia orgánica particulada generada en la bahía, es producida por fotosíntesis de la cual el 50 % se incorpora a los sedimentos (Ahumada, 1991). Investigaciones posteriores señalan que ha habido un incremento en la concentración de la materia orgánica total de los sedimentos superficiales en el área de la cabeza de la bahía (Rudolph et al, 2002).

En este trabajo se presentan los valores de carbono orgánico y materia orgánica en sedimentos superficiales de tres estaciones de la Bahía Concepción, analizados mediante el método volumétrico de Walkey y Black modificado.

2. Metodología y materiales

Se realizó el muestreo de sedimentos en tres estaciones de la Bahía Concepción durante el mes de diciembre de 2007, estación 1 Puerto Pesquero, estación 2 Centro y estación 3 Boca Grande (ver figura 1). Los sedimentos se colectaron con una draga Knudsen, luego almacenadas en cápsulas petri, protegidas de la luz y refrigeradas, los sedimentos se

secaron a 60 °C y pulverizados en un mortero, para su posterior análisis. El análisis del carbono orgánico se realizó por el método volumétrico, oxidando el carbono del sedimento con un volumen conocido de dicromato de potasio de concentración estándar en ácido sulfúrico concentrado y en presencia de sulfato de plata (Gaudette et al 1974,. Loring y Rantala, 1977).

Se analizaron en triplicados las muestras de sedimentos, para ello se utilizó una masa de 0,5 g de sedimento seco y se trataron con 10 mL de $K_2Cr_2O_7$ 1 N en 20 mL de H_2SO_4 concentrado y 10 mL de Ag_2SO_4 0,25 %. Una vez finalizada la oxidación del carbono en el sedimento, se agregó 100 mL de agua destilada, 10 mL de H_3PO_4 concentrado, 0,2 g de NaF(s) y 10 gotas de difenilamina, el exceso de $K_2Cr_2O_7$ se tituló con disolución de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ 0,5 N. Se llevó en paralelo la titulación en triplicado de los blancos, usando las mismas cantidades de disoluciones y reactivos.

Disoluciones y reactivos

$K_2Cr_2O_7$ 1 N . Se disuelven en agua exactamente 49,04 g de $K_2Cr_2O_7$, y diluir la disolución hasta 1 litro.

$Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6 H_2O$ 0,5 N. Se disuelven 195,93 g de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$, en 800 mL de agua que contiene 20 mL de H_2SO_4 concentrado y diluir hasta 1 litro.

Ag_2SO_4 0,25 %. Disolver 0,5 g de Ag_2SO_4 en un cierto volumen de agua y diluir hasta 200 mL.

H_3PO_4 concentrado al 85 %

NaF(s)

Indicador Difenilamina. Se disuelven 0,5 g de difenilamina en una mezcla de 20 mL de agua con 100 mL de H_2SO_4 concentrado.

Materiales

Buretas de 25 mL, soporte universal, matraces erlenmeyer de 250 mL, pipeta parcial de 10 mL, pipeta aforada de 10 mL, probeta de 50 mL, matraces aforados de 1000 mL y 200 mL, balanza analítica, estufa de secado, cápsulas petri, mortero, alusa foil, draga knundsens.

$$\% \text{ Carbono Orgánico} = [10 \times (1 - (T / S)) \times (1 N \times 0,003) \times (100 / W)] \times 1,33$$

10 mL = volumen de $K_2Cr_2O_7$ agregados a la muestra de sedimento

1N= Normalidad del $K_2Cr_2O_7$

T= volumen (mL) gastado de la disolución de Sulfato hierro II y amonio para el exceso de $K_2Cr_2O_7$

S= volumen (mL) gastado en el blanco de la disolución de Sulfato hierro II y amonio

0,003 = 12 / 4000 peso miliequivalente del carbono

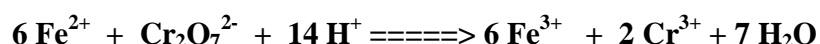
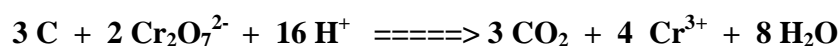
W= masa (g) de la muestra de sedimento

1,33 = factor de corrección para el método que recupera el 75 %

$$\% \text{ Materia Orgánica} = \% C \times 1,724$$

1,724= factor de Van Bemmelen el cual considera que la materia orgánica contiene en promedio el 58 % de carbono.

Las ecuaciones involucradas tanto para la oxidación del carbono de los sedimentos como para el exceso de $K_2Cr_2O_7$, respectivamente son:



También se puede utilizar estas ecuaciones de oxido reducción, para establecer las relaciones estequiométricas correspondientes, de tal manera de realizar los cálculos necesarios para determinar la cantidad de carbono oxidado en el sedimento.

3. Resultados y discusión

Tabla 1. Carbono orgánico y Materia orgánica y en los sedimentos de tres estaciones de Bahía Concepción

Estación 1 Puerto Pesquero				
mL Fe²⁺	% C	\bar{x}	SD	% MO
10,16 – 9,95 – 10,12	3,91 – 3,99 – 3,92	3,94	0,043	6,79
Estación 2 Centro				
mL Fe²⁺	% C	\bar{x}	SD	% MO
13,08 – 12,95 – 12,97	2,73 – 2,79 – 2,78	2,77	0,046	4,78
Estación 3 Boca Grande				
mL Fe²⁺	% C	\bar{x}	SD	% MO
18,80 – 18,89 – 18,75	0,44 – 0,41 – 0,46	0,44	0,025	0,76
19,90 mL Fe²⁺ gasto promedio de los blancos				

Referente al método analítico empleado en este trabajo es bastante preciso, debido a que los valores de los gastos en las titulaciones del exceso de dicromato, son muy cercanos entre sí, al mismo tiempo los valores de carbono orgánico muestran desviaciones estándar pequeñas (ver tabla 1). Este método analítico, pareciera ser el mas adecuado, debido a que se oxida un alto porcentaje de la materia orgánica lábil presente en el sedimento. No se empleó el método por ignición en el análisis, debido a que la pérdida de masa considerada como materia orgánica presente en el sedimento, contempla la eliminación de agua de constitución, cristalización y probablemente la ocluida, además de material inorgánico, por lo tanto los resultados obtenidos por este método, conducen a interpretaciones erróneas (Páez-Osuna et al,1984).

Los contenidos de carbono orgánico y materia orgánica para los sedimentos de la estación 1, correspondiente al Puerto Pesquero son los mas altos y corresponden a 3,94 % C y 6,79 % MO, este aumento importante de materia orgánica puede deberse al aporte de la actividad por desembarque y lavado de productos pesqueros como sangre, escamas y petróleo. Los sedimentos de esta estación son muy finos y arcillosos de color negro y con fuerte olor a sulfuro de hidrógeno.

La estación 2 que se ubica en el centro de la bahía, sus sedimentos presentan valores de carbono orgánico menores que los de la estación 1 y corresponden a 2,77 %C y 4,78 % MO, los sedimentos están formados por arena muy fina y son de color pardo. En esta zona no se observa un aporte antrópico directo, por lo tanto la entrada de material orgánico a los sedimentos es debido principalmente a procesos naturales que ocurren durante el período de surgencia en la bahía.

Los sedimentos de la estación 3 Boca Grande contienen arena gruesa y presentan bajos valores de carbono y materia orgánica (0,44 %C y 0,76 % MO), esta área no muestra un aporte antrópico directo y es la zona de mayor profundidad y de tráfico marítimo

Parece ser que la granulometría de los sedimentos de la Bahía Concepción esta asociada a los contenidos de materia orgánica presentes en las capas superficiales, debido a que esta fracción sedimentaria juega un rol importante en la producción y crecimiento de organismos bentónicos, así como también en la regeneración de nutrientes inorgánicos, necesarios para la producción y crecimiento del fitoplancton.

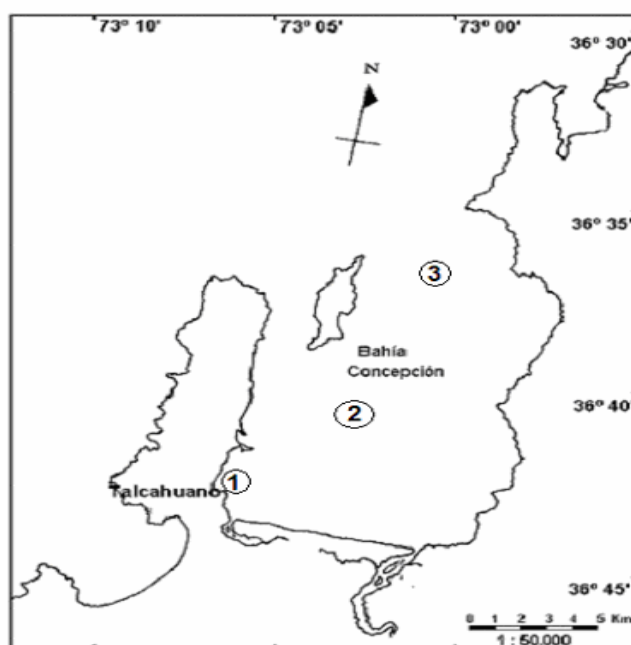


Figura 1. Estaciones de muestreo de sedimentos en Bahía Concepción

4. Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo, se concluye lo siguiente:

El método volumétrico utilizado, permite oxidar la materia orgánica más lábil del sedimento, por lo tanto la información analítica obtenida, se aproxima bastante a la cantidad real de materia orgánica presente en la fracción biodisponible, siendo esta la que juega un rol importante en los procesos de remineralización, debido a que aporta los nutrientes inorgánicos esenciales para la producción y crecimiento del fitoplancton.

El contenido de materia orgánica pareciera ser que está asociado con el tipo de sedimento; en la Bahía Concepción los sedimentos presentan una granulometría variada con distintos valores de materia orgánica. En el sector Puerto Pesquero, los sedimentos muy finos arcillosos contienen los contenidos más altos de materia orgánica; los correspondientes al centro de la bahía son sedimentos finos y presentan valores intermedios, sin embargo en el área de la Boca Grande se encuentran sedimentos con arenas gruesas con valores muy bajos de materia orgánica.

5. Bibliografía

Ahumada, R., L. Chuecas.1979. Algunas condiciones hidrográficas estacionales de la Bahía de Concepción y áreas adyacentes. *Gayana Miscelánea*, 8: 1-56.

Ahumada, R., A. Rudolph., V. Martínez.1983. Circulation and fertility of waters in Concepción Bay. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 16:95-105.

Rudolph. A., R. Ahumada., S. Hernández.1984. Distribución de la materia orgánica, carbono orgánico, nitrógeno orgánico y fósforo total en los sedimentos recientes de la Bahía Concepción. *Biología Pesquera*, 13:71-82.

Hernández, S. 2001. Fracciones biodisponibles de materia orgánica, Cu y Zn en sedimentos superficiales de la Bahía Concepción, Chile.

Ahumada, R.1991. Balance asimétrico del carbono orgánico particulado (COP), en la Bahía Concepción, Chile. *Rev. Biol. Mar. Valparaíso*, 26. (2). 233-251.

Rudolph . A., C. Franco., J. Becerra., A. Barros., R. Ahumada.2002. Evaluación de materia orgánica e hidrocarburos aromáticos policíclicos en sedimentos superficiales, Bahía Concepción-Chile. *Bol. Soc. Chil. Quim.*47.(4). 403-410.

Gaudette. H., W. Flight., L. Toner., D. Folger. 1974. An inexpensive titration method for the determination of organic carbon in recent sediments. *Journal of sedimentary Petrology*.44.(1) 249-253.

Loring. D., T. Rantala.1977. Geoquímica de análisis de sedimentos marinos y materia particulada suspendida. Fisheries and Marine Service. Technical Report 700, 44.p.

Páez-Osuna. F., M. Fong-Lee., H. Fernández-Pérez.1984.Comparación de tres técnicas para analizar materia orgánica en sedimentos. An. Inst. Cienc. Del Mar y Limnol. Nac. Autón. México. 11.(1). 60-75.

ANEXO

EJEMPLO DE CÁLCULO

Volumen de disolución de $K_2Cr_2O_7$ 1 N para oxidar el carbono del sedimento = 10 mL

Volumen gastado de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ 0,5 N= 10,16 mL para el exceso de $K_2Cr_2O_7$ 1 N

Volumen gastado de $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2$ 19,90 mL, para 10 mL de disolución de $K_2Cr_2O_7$ 1 N, esto corresponde al blanco de reactivos.

Fórmula

$$\% \text{ C orgánico} = [(10 \times (1 - (T/S)) \times (1N \times 0,003) \times (100/W)] \times 1,33$$

Reemplazo de los gastos en la fórmula

$$\% \text{ C orgánico} = [(10 \times (1 - (10,16/19,90)) \times (1N \times 0,003) \times (100/0,5)] \times 1,33$$

$$\% \text{ C orgánico} = [10 \times (1 - 0,51) \times 0,003 \times 200] \times 1,33$$

$$\% \text{ C orgánico} = [10 \times 0,49 \times 0,6] \times 1,33 = \mathbf{3,91}$$

$$\% \text{ Materia orgánica} = \% \text{ Carbono orgánico} \times \mathbf{1,724}$$

$$\% \text{ Materia orgánica} = 3,91 \times 1,724 = \mathbf{6,74}$$

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Actividad Antrópica: Conjunto de acciones que el hombre realiza en un espacio de la biosfera con el fin de garantizar su bienestar.

Afloramiento: Ascenso de masas de agua ricas en nutrientes.

Agua Ocluída: Agua encerrada al interior de un cristal.

Biodisponibilidad: Fracción de materia que está inmediatamente disponible para ser incorporada y asimilada por un organismo.

Draga: Instrumento metálico que permite colectar fango desde un fondo marino, río o lago.

Fitoplancton: Conjunto de organismos acuáticos autótrofos que tienen capacidad de fotosíntesis.

Granulometría: Método de separación de partículas que componen el sedimento de acuerdo a su tamaño.

Materia Orgánica REFRACTARIA: Fracción del sedimento formada por compuestos orgánicos resistentes a la degradación microbiana.

Materia Orgánica Lábil: Fracción del sedimento formada por compuestos orgánicos de fácil degradación .

Método de Ignición: Método por el cual la muestra se quema a alta temperatura.

Organismos Bentónicos: Son aquellos organismos que viven relacionados en el fondo oceánico, sienterrados, fijos o que pueden moverse sin alejarse demasiado de él.

Productividad Secundaria: Conjunto de animales detritívoros que se alimentan de los organismos fotosintetizadores .

Remineralización: Proceso por el cual la materia orgánica al descomponerse devuelve los nutrientes, necesarios para los organismos fotosintetizadores.

Surgencia: Fenómeno oceanográfico que consiste en el movimiento vertical de masas de agua de niveles profundo hacia la superficie.