CICIMAR Oceánides **26(2): 1-8 (2011)**

VARIABILIDAD EN LA COMPOSICIÓN BIOQUÍMICA DEL MATERIAL ORGÁNICO PARTICULADO EN UNA BAHÍA DEL GOLFO DE CALIFORNIA, MÉXICO

Verdugo-Díaz, G. & A. Martínez-López

Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, (CICIMAR-I.P.N), Departamento de Plancton y Ecología Marina. Apdo. Postal 592 Av. Instituto Politécnico Nacional S/N Col. Playa Palo de Santa Rita. La Paz, B.C.S., México. C.P. 23096. email: gverdugo@ipn.mx.

RESUMEN. Se presenta la distribución de la materia orgánica particulada (MOP), así como su composición bioquímica en Bahía Concepción, Golfo de California durante 1991 a 1993. A partir de su correlación con la clorofila, se calculó la contribución de las partículas de origen fitoplanctónico y no fitoplanctónico a la materia orgánica total. La concentración de clorofila registró sus valores máximos durante la temporada fría, principalmente en los dos primeros años. La concentración de carbohidratos registró cambios importantes asociados a la variación interanual. Durante 1991 y 1993 sus concentraciones no tuvieron gran variación entre los diferentes meses, mientras que en 1992 se registró un notable incremento durante el verano. Las proteínas asociaron sus valores máximos con la temporada fría, mientras que sus mínimos se registraron principalmente en los meses cálidos, esto durante 1991 y 1993, ya que durante 1992 el comportamiento fue inverso. Tanto las concentraciones de los carbohidratos como de las proteínas registraron bajos coeficientes de determinación con relación a la clorofila (r^2< 0.40), lo cual puede sugerir la participación de una fuente alterna de origen no fitoplanctónico de estos metabolitos. Mediante el cociente carbohidratos/proteínas se determinó que la temporada fría presentó una mayor calidad nutritiva del material orgánico particulado.

Palabras clave: Material orgánico particulado, carbohidratos, proteínas, clorofila, metabolitos.

Variability in the biochemical composition of particulate organic matter in a bay of the Gulf of California, Mexico

ABSTRACT. We present the distribution during 1991-1993 of the particulate organic matter (POM) as well as its biochemical composition in Bahía Concepcion, Gulf of California. From its correlation with the chlorophyll, we calculated the contribution of phytoplanktonic and non-phytoplanktonic particles to total organic matter. The concentration of chlorophyll registered its maximum values during the cold season, mainly in the first two years. The concentration of carbohydrates registered important changes associated with year-to-year variation. During 1991 and 1993 carbohydrate concentrations did not vary greatly between months, whereas in 1992 a marked increase was registered during the summer. Protein maximum values were associated with the cold season, whereas minima were recorded mainly in the warm months during 1991 and 1993, however, during 1992 the behavior was reverse. Both the concentrations of carbohydrate and protein showed low coefficients of determination in relation to chlorophyll (r^2 <0.40), which may suggest the implication of an alternate source of these phytoplankton metabolites. By means of the carbohydrate/protein ratio we determined that the particulate organic matter presented a higher nutritional quality during the cold season.

Keywords: Particulate organic matter, carbohydrates, proteins, chlorophyll, metabolites.

Verdugo-Díaz, G. & A. Martínez-López. 2011. Variabilidad en la composición bioquímica del material orgánico particulado en una bahía del Golfo de California, México. *CICIMAR Oceánides*, 26(2): 1-8.

INTRODUCCIÓN

La energía solar es transformada a energía química por los fotoautótrofos para posteriormente ser canalizada a niveles tróficos superiores mediante dos rutas principales. Una ruta es el consumo por el microzooplanton que engloba partículas mayores a 10 µm y el mesozooplancton que ingiere partículas con tallas superiores a las 200µm. La otra ruta la constituye la cadena alimenticia microbiana en la cual se incluyen componentes como el pico, nano y microfitoplancton, bacterias heterotróficas y protozoarios (Thihgstd, 2000). El estudio del balance alimenticio en el mar requiere de información acerca de la distribución y composición de la materia orgánica particulada, ya que sus proporciones varían según las condiciones ambientales (Varela *et al*., 1988). La materia orgánica particulada (MOP) incluye partículas mayores de 0.5µ como fitoplancton, zooplancton, detritus y bacterias, además de intervenir en importantes procesos como la atenuación de la irradiancia en la columna de agua (Devlin *et al*., 2008). También forma parte de la trama trófica del medio marino al integrarse a la cadena trófica microbiana (Sherr & Sherr, 2000). Dentro del componente no fitoplanctónico del material orgánico particulado de las lagunas costeras tropicales y subtropicales los manglares juegan un papel preponderante, dado que aportan gran cantidad de foresta que entra al sistema y se incorpora al material particulado (Rivera-Monroy *et al*., 1995),

Fecha de recepción: 20 de abril de 2010 Fecha de aceptación: 18 de mayo de 2011

para posteriormente integrarse en el papel de los microorganismos marinos y ser degradado y transformado en elementos útiles para la nutrición de los productores primarios (Sherr & Sherr, 2000).

En Bahía Concepción, las altas biomasas de los organismos nectónicos y bentónicos deben estar sostenidas por una producción continua de otros componentes de la MOP, diferentes al fitoplancton, ya que por si mismo no podría sostener esta producción a través del año. Por esta razón, es necesario investigar la existencia de otras fuentes complementarias de partículas alimenticias, principalmente durante los meses cálidos en los cuales se ha reportado una disminución en la abundancia de las comunidades microfitoplanctónicas.

METODOLOGÍA

Bahía Concepción se localiza en la Costa Occidental del Golfo de California entre los 26° 33' y 26° 53' N y 111° 42' 112° 56' W (Fig. 1). Mide aproximadamente 45 km de largo por 10 km en su parte más ancha, con un sedimento predominante arenoso y fangoso-arenoso (Cruz-Orozco *et al*., 1991). Es un cuerpo de agua somero, con un canal de 30 metros de profundidad en la porción noreste, con una profundidad máxima de 37 m y una media de 22 m. Presenta influencia del agua superficial del Golfo de California (Martínez-López & Gárate-Lizárraga, 1997) y de acuerdo con López-Cortés *et al*. (2003) los principales cambios en las condiciones hidrográficas se pueden representar bajo tres periodos: uno frío con la columna de agua homogénea que se mantiene durante otoño-invierno; otro cálido durante primavera verano en el cual se presenta estratificación en la columna de agua; y el cambio gradual de las condiciones medioambientales que se da entre estos dos periodos que es conocido como de transición. Las muestras fueron recolectadas de febrero de 1991 a agosto de 1993, tratando de cubrir y tener representadas las diferentes condiciones hidrográficas de la bahía. Los meses considerados se presentan en la Tabla 1. Se cubrió una red de 15 estaciones como máximo (Fig. 1), considerando dos niveles, el superficial y uno a 10 m de profundidad. En ambos casos la recolecta de las muestras se hizo durante las horas luz utilizando una botella Van-Dorn, a las cuales se les determinó la temperatura mediante un termómetro de cubeta. Tanto para la determinación de la clorofila *a* (Jeffrey & Humphery, 1975) como de la biomasa orgánica particulada expresada como carbohidratos (Dubois *et al*. 1956) y proteínas (Lowry *et al*. 1951), se filtraron de 300 a 500 ml de agua en filtros Whatman GF/F, mismos que se congelaron a -20 °C hasta su análisis en el laboratorio. Los datos generados fueron sometidos a una prueba de homogeneidad de varianzas mediante una prueba de Bartlett. En todos los casos se observó una heterogeneidad de las mismas, por lo cual se asume una distribución diferente a la normal. Con base en esta prueba, y con la finalidad de determinar si existe diferencia significativa entre los valores de la concentración de proteínas, carbohidratos y clorofilas de superficie y 10 m de profundidad, se aplicó la prueba no paramétrica para contraste de hipótesis de dos muestras de Mann-Whitney.

La determinación del porcentaje del material orgánico particulado de origen fitoplanctónico (MOPF) y no fitoplanctónico (MOPNF) se realizó conforme lo estipulado por Lancelot van Beveren (1980), metodología que se basa en el análisis de regresión de la concentración de clorofila *a* contra la concentración total de carbohidratos o proteínas. Se calculó la contribución de la materia orgánica particulada de origen fitoplanctónico (MOPF) y no fitoplanctónico (MOPNF) mediante la siguiente expresión:

$$MOPF = b * Cla/p * 100$$

$$MOPNF = 100 - CF$$

Donde:

b= valor de la pendiente

p= valor promedio del parámetro bioquímico (proteínas o carbohidratos)

Cl*a*= valor promedio de la concentración de clorofila *a.*

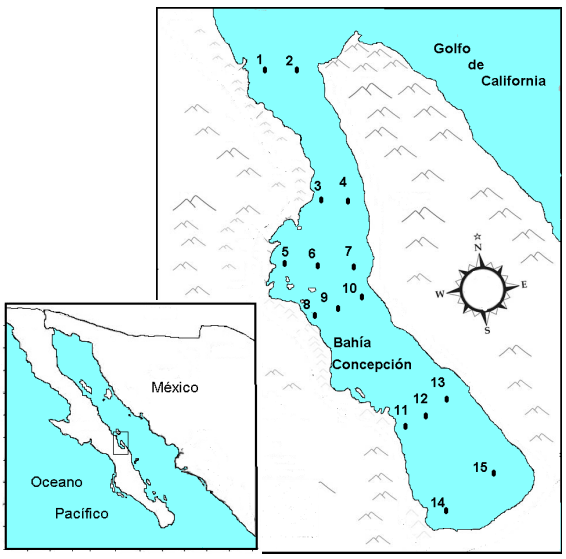

Figure 1. Localización del área de estudio y estaciones de muestreo.
Figure 1. Location of study area and sampling stations

RESULTADOS

Temperatura

Considerando el no haber encontrado diferencia significativa entre los niveles muestreados, se presentan los resultados de la temperatura superficial de mar como representativos de la zona de estudio. Durante febrero de 1991 se registró el valor mínimo promedio en el nivel superficial (18.1°C). El máximo promedio se registró durante junio de 1992, alcanzando un valor de 32.1°C. A pesar de la baja frecuencia temporal de los muestreos, fue posible observar que durante 1992 se presentaron los mayores registros de esta variable, llegándo a una diferencia de +6°C entre los meses de junio de 1992 y 1993 (Fig. 2).

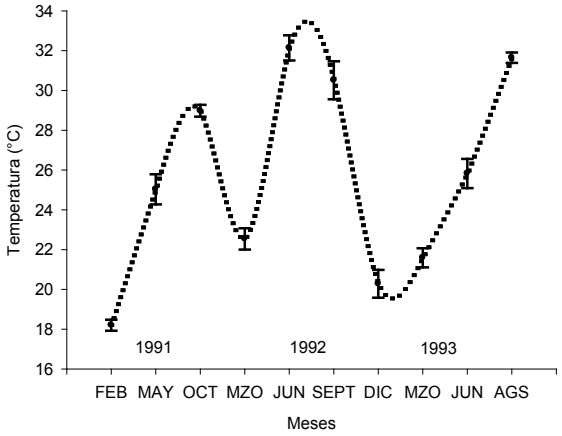

Figura 2. Variación de los valores promedio mensuales de la temperatura superficial (± desviación estándar).
Figure 2. Variation of average monthly values of surface temperature (°C) (± standard deviation).

Carbohidratos

Mediante la prueba no paramétrica de Mann-Whitney, se determinó que no existió diferencia significativa (α=0.01) entre la concentración de los carbohidratos del nivel superficial y a 10 m de profundidad, razón por la cual se presentan los valores promedios de este metabolito. Los valores máximos se registraron durante 1991, mientras que los valores menores fueron registrados hacia 1993; con la particularidad de que de manera puntual, durante junio de 1992 se observó el pico máximo (315 mg m^{-3}) en la concentración de carbohidratos (Fig. 3, Tabla 1).

Proteínas

La concentración de proteínas tampoco registró diferencias significativas entre los niveles considerados. El valor máximo en la concentración de proteínas se observó durante

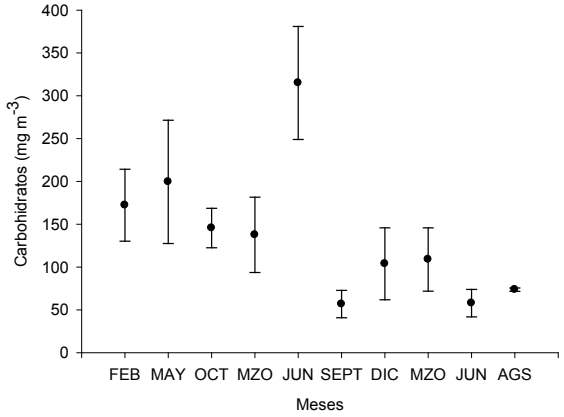

Figura 3.- Variación de los valores promedio mensuales de la concentración de carbohidratos (± desviación estándar).
Figure 3. Variation of average monthly values of carbohydrates concentration (± standard deviation).

febrero de 1991 (333.6 mg m^{-3}). Se observaron claras diferencias entre los años considerados, ya que durante 1991 y 1993 la curva tendió a presentar los valores máximos durante los meses fríos, disminuyendo sus concentraciones hacia los meses cálidos; mientras que durante 1992 se presentó un comportamiento inverso (Fig. 4, tabla 1).

Clorofila *a*

Coincidiendo con las concentraciones de carbohidratos y proteínas, la clorofila tampoco registró diferencia significativa (μ=0.01) entre los niveles considerados. De manera general, durante 1992 se registraron los valores menores de clorofila, (Fig. 5, Tabla 1), sin embargo, en diciembre de este mismo año se observó la máxima concentración de clorofila (2.6 mg m^{-3}).

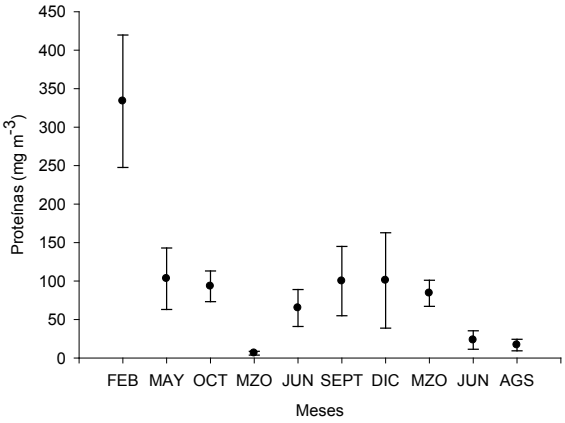

Figura 4.- Variación de los valores promedio mensuales de la concentración de proteínas (± desviación estándar).
Figure 4.- Variation of monthly average values of protein concentrations (±standard deviation)

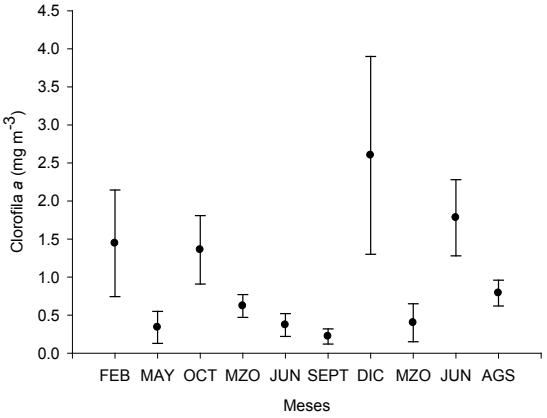

Figura 5.- Variación de los valores promedio mensuales de la concentración de clorofila (± desviación estándar).
Figure 5.- Variation of monthly average values of chlorophyll concentration (±standard deviation).

Determinación del origen de la Materia Orgánica Particulada

Con base en la propuesta de Lancelot van Beveren (1980) se realizó la determinación del material orgánico particulado fotosintético (MOPF) y no fotosintético (MOPNF); dichas estimaciones fueron realizadas en los meses en que las correlaciones entre carbohidratos/clorofila o proteínas/clorofila presentaron una pendiente positiva. En relación con la estimación de la contribución del material fitoplanctónico realizado con base en los carbohidratos, se observó un máximo (46.7%) durante junio de 1993, mientras que los valores mínimos fueron observados durante mayo y octubre de 1991 con valores de 0.7 y 0.4 % respectivamente. En cuanto a los cálculos de las contribuciones fitoplanctónicas vía proteínas, generalmente sus valores fueron superiores, llegando a contribuir la fracción fitoplanctónica hasta con un 60.3 y 53.3% del total del material orgánico particulado (septiembre de 1992 y junio de 1993). Sin embargo, durante mayo de 1991 se registró la menor contribución (0.2%) de la fracción fitoplanctónica. (Fig. 6).

Con la finalidad de evaluar las condiciones medioambientales y poder inferir sobre la calidad nutritiva del material orgánico particulado, se determinaron los cocientes carbohidratos/proteínas, tomando los valores promedio mensuales de cada parámetro. Sus valores tendieron a ser mayores durante los meses cálidos excepto en marzo de 1992 que fue el mes con el valor más alto para este cociente (22.0). El valor mínimo (0.52) se observó en febrero de 1991 (Tabla 1).

DISCUSIÓN

Los menores valores de temperatura superficial fueron registrados en febrero de 1991, marzo de 1992 y diciembre de 1993, mientras que los valores promedio máximos se observaron en octubre de 1991, junio de 1992 y agosto de 1993; este patrón coincide con lo reportado por Félix-Pico y Sánchez (1976) quienes consideran a los primeros meses como fríos y a los segundos como periodo cálido. Al respecto, López-Cortés *et al*. (2003) mencionan una situación similar, además de que los cambios interanuales pueden causar un desfazamiento entre los meses cálidos o fríos según las condiciones particulares del año en cuestión. Es importante señalar en este punto la importancia que tienen los vientos en la hidrografía de la región sur y central del Golfo de California, lo que a su vez influye sobre las condiciones fisicoquímicas de esta bahía (Molina-Cruz, 1986; Thunell *et al*., 1994; López-Cortes *et al*., 2003).

La distribución vertical de la temperatura no presentó cambios significativos entre los primeros diez metros de profundidad, lo cual puede estar relacionado con la homogeneidad en la capa superficial de la columna de agua, ya

Tabla 1.- Valores promedio de carbohidratos, proteínas y clorofila *a* (Cl*a*). Cocientes promedio carbohidratos/proteínas.
Table 1.- Average values of carbohydrates, proteins and Chlorophyll *a*. Average ratios carbohydrates/proteins.

	Carbohidratos	Proteínas	Clorofila *a*	Carbohidratos/ Proteínas
FEB-1991	172.27	333.67	1.44	0.52
MAY-1991	199.51	103.01	0.34	1.94
OCT-1991	145.57	93.17	1.36	1.56
MZO-1992	137.61	6.23	0.62	22.07
JUN-1992	315.01	64.92	0..37	4.85
SEPT-1992	56.76	99.93	0.22	0.57
DIC-1992	103.80	100.81	2.6	1.03
MZO-1993	108.86	84.09	0.4	1.29
JUN-1993	57.84	23.34	1.78	2.48
AGS-1993	73.64	16.84	0.79	4.37

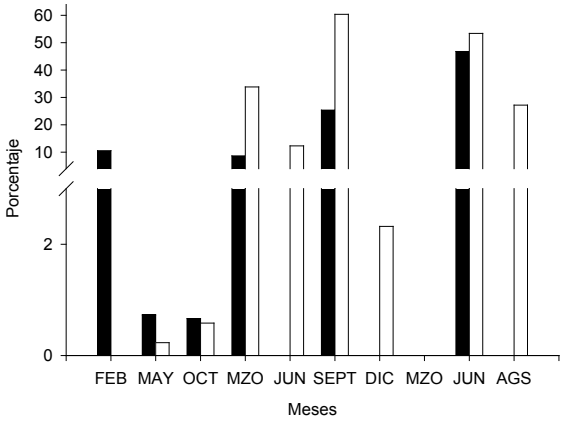

Figura 6.- Contribución porcentual del MOPF durante el periodo de estudio. ■ Determinación vía carbohidratos □ determinación vía proteínas.

Figure 6.- Porcentual contribution of PPOM during the study period. ■ Determination by carbohydrates; □ Determination by proteins.

que de acuerdo con Reyes-Salinas (1994) en esta bahía es común observar estratificación por debajo de los 10 m de profundidad durante los meses de verano y principios de otoño, mientras que durante invierno-primavera el común denominador es una columna de agua homogénea.

Utilizando una serie de datos de temperatura entre 1989 y 1993, generados por la NOAA en un punto cercano a la bahía (26°45' N, 115° 45' W) se calcularon las anomalías estándar de temperatura que se utilizan como un indicador de cambios oceanográficos a mayor escala temporal. Se observó que 1991 presentó un predominio de anomalías negativas (año frío), a diferencia de 1992 que se comportó como año cálido; en tanto que 1993 puede considerarse como un año de transición (Fig. 7).

Indicadores bioquímicos de la materia orgánica particulada

Los valores promedio de proteínas, carbohidratos y clorofila son generalmente superiores a los registrados en el Golfo de California (Lechuga-Devéze *et al*., 1989) y la costa occidental de Baja California Sur (López-Cortés *et al*., 1990; Lechuga-Devéze *et al*., 1989). Sin embargo, son similares a las determinaciones realizadas en esta bahía por Martínez-López y Gárate-Lizárraga (1994; 1997) y López-Cortes *et al*. (2003). La posible estratificación en la columna de agua durante los meses mas cálidos pudo ocasionar un menor aporte de nutrientes en la capa superficial y por ende que las poblaciones fitoplanctónicas se asocien a un contenido proteico bajo (Sverre, 1974).

La concentración de clorofila presentó, generalmente, sus picos máximos durante los meses con menor temperatura, lo cual coincide con lo registrado por Reyes-Salinas (1994) quien reportó en esta bahía, las menores concentraciones de clorofila durante el verano (0.38-0.77 mg m^{-3}); mientras que los máximos (0.83-1.63 mg m^{-3}) los registró durante meses típicamente fríos. Existen reportes para la zona central del Golfo de California en los cuales se han observado situaciones similares (Thunell *et al*., 1994). Banse (1974, 1977) señaló las dificultades que se tienen al realizar los cálculos del origen del material orgánico mediante las pendientes obtenidas de una regresión carbohidratos-clorofila o proteínas-clorofila, debido a la variación independiente de la variable utilizada con respecto al fitoplancton. Sin embargo, mediante la propuesta de Lancelot van Beveren (1980), se determinó que el material de origen fitoplanctónico, fue el dominante durante septiembre de 1992 y junio de 1993; los meses restantes presentaron una dominancia de la fracción no fitoplanctónica alcanzando incluso valores superiores al 99%. Esto genera evidencia de que el constituyente de origen no fitoplanctónico como zooplancton y bacterioplancton pueden ser factor determinante en la composición del material orgánico particulado (Lenz, 1977), lo cual cobra mayor importancia dado que el aporte terrígeno pasa a un segundo plano al registrarse escasa precipitación pluvial durante el periodo de estudio (165-293 mm anuales). Por otra parte, se debe ser cauteloso al realizar este tipo de determinaciones al considerar de igual forma que la concentración de clorofila (Espinosa-Carreón *et al*., 2001), así como de carbohidratos y proteínas puede variar significativamente cuando la comunidad fitoplanctónica se encuentra bajo abundancia o escasez de nutrientes (Flynn, 2001), o incluso cuando la comunidad se en-

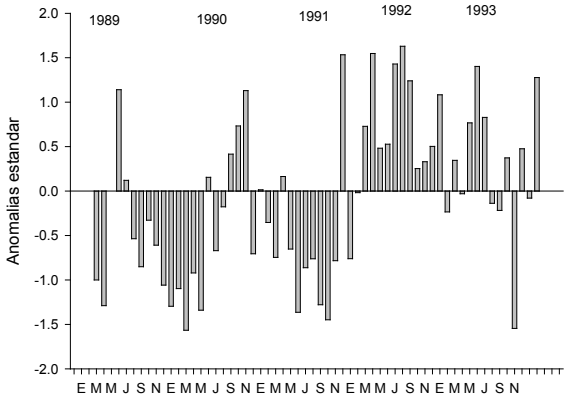

Figura 7.- Anomalías térmicas registradas en la zona aledaña a Bahía Concepción, B.C.S. (26°45' N, 111°45' W) desde 1989 a 1993.
Figure 7.- Thermal anomalies recorded near Bahía Concepción, B.C.S. (26°45' N, 111°45' W) from 1989 to 1993.

cuentra bajo estrés salino (Oren, 2005); esta situación es de gran importancia por su magnitud en zonas en las cuales los fenómenos de surgencia y la disponibilidad de nutrientes pueden tener mayor influencia (Santamaría-del- Ángel *et al*., 1994). De igual manera, se ha observado una respuesta en la concentración de clorofila debido a eventos de mayor escala como El Niño y La Niña (Espinosa-Carreón & Valdez-Holguín, 2007). En relación con la importancia del carácter y composición del material orgánico particulado como proveedor de energía a niveles superiores, Palomares-García *et al*. (2003) no encontraron correlación significativa entre la concentración de clorofila y la producción de huevos de copépodos en la Bahía de La Paz; proponen que, debido al carácter omnívoro de estos organismos, pueden asociarse a partículas no fitoplanctónicas. Al respecto, Calbet y Laundry (2004) mencionan que, al integrarse el microzooplancton a la cadena microbiana, este puede ser el responsable de hasta un 70% de la presión de consumo a la cual se somete el fitoplancton y que según Lehrter (1999) puede sumar hasta el 80% de la productividad primaria diaria. Bajo esta situación de disminución de la fracción fitoplanctónica, cobra gran importancia la contraparte no fitoplanctónica, particularmente en esta zona en donde se ha reportado que el microzooplancton puede consumir hasta el 95% de la productividad potencial (Noriega-Cañar & Palomares-García, 2008) y ser el vector que moviliza la energía producida en la zona costera hacia zonas oceánicas (Darnaude, 2005).

Al realizar las regresiones lineales entre las concentraciones de carbohidratos y proteínas, los coeficientes de determinación fueron bajos, por lo que se decidió no utilizar los valores de sus pendientes para inferir sobre las condiciones del medio en que se desarrollaron las comunidades fitoplanctónicas y calcular para este fin el cociente carbohidratos/proteínas. El valor mayor de este cociente (22.0) se registró en marzo de 1992, mismo que puede estar relacionado con el envejecimiento del material detrítico orgánico proveniente de los pastos marinos y mantos de macroalgas ya deteriorados, los cuales se desprenden durante el verano (Casas-Valdez *et al*., 1993).

Por el lado contrario, los valores menores del cociente Carbohidratos/Proteínas (< 1.5) se registraron generalmente durante invierno y primavera, indicando predominio del material recién sintetizado por el fitoplancton, así como de una mejor calidad del alimento que sustenta a niveles tróficos superiores (Goldman *et al.,* 1979). En estudios anteriores se subestimaba la importancia de los detritus como fuente de alimento, sin embargo, el material no fitoplanctónico como fibras, celulosa y bacterias puede ser una fuente importante para la nutrición de diversos organismos (Langdon, 1990).

La información generada mediante la presente investigación confirma el potencial de estos cuerpos de agua para sostener importantes poblaciones de organismos que esta bahía sustenta (en conjunto) en el aporte mayoritario de una fracción detrítica, así como por la contribución de una fracción fitoplanctónica importante también, aunque en menor magnitud. Estos resultados son de gran importancia para el desarrollo de proyectos acuaculturales, ya que marcan la pauta a seguir para investigaciones futuras con la finalidad de evaluar la capacidad real de este sistema de soportar costeablemente el desarrollo de un proyecto de este tipo.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Dirección de Estudios Profesionales y de Investigación del Instituto Politécnico Nacional, por el apoyo económico otorgado para la realización del proyecto: “Dinámica de Nutrientes y Plancton de Bahía Concepción, B.C.S.”, clave DEPI 903371. Los autores son becarios COFAA y/o EDI.

REFERENCIAS

Calbet, A. & M.R. Landry. 2004. Phytoplankton growth, microzooplankton grazing and carbon cycling in marine system. *Limnol. Oceanogr*., 49:51-57.

Casas-Valdez, M.M., I. Sánchez-Rodríguez & G. Hernández-Carmona. 1993. Evaluación de *Sargassum* spp. en la costa oeste de Bahía Concepción, B.C.S., México. *Inv. Mar. CICIMAR*, 8(2): 61-69.

Cruz-Orozco, R., L. Godínez-Orta, E. Nava-Sánchez & S. Solís-Núñez. 1991. Algunos aspectos geológicos de Bahía Concepción, B.C.S. *Oceanotas* No. 2 U.A.B.C.S. Dpto. de Geología Marina.

Banse, K. 1974. On the interpretation of data for the carbon-to-nitrogen ratio of phytoplankton. *Limnol. Oceanogr*., 19(4): 695-699.

Banse, K. 1977. Determining the carbon-to-clorophyll ratio of natural phytoplankton. *Mar. Biol. Ecol*., 41:199-212.

Daurnaude, A.M. 2005. Fish ecology and terrestrial carbon use in coastal areas, implications for marine fish production. *Journ. Anim. Ecol*., 74: 864-876.

Devlin, M.J., J. Barry, D.K. Millis, R.J. Gowen, J. Foden, D. Sivyer & P. Tett. 2008. Relationships between suspended particulate material, light attenuation and secchi depth in UK marine waters. *Est. Coast. Shelf Sci*., 79: 429-439.

Dubois, M.K., A. Gilles, J.K. Hamilton, P.A. Rebers, U.F. Smith. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related sustances. *Anal. Chem*., 28: 359-356.

Espinosa- Carreón T.L., G. Gaxiola-Castro, J. M. Robles-Pacheco & S. Nájera-Martínez. 2001. Temperatura, salinidad, nutrientes y clorofila *a* en aguas costeras de la ensenada del Sur de California. *Cienc. Mar.,* 27(3): 397-422.

Espinosa-Carreón, T. L. & J.J. Valdez-Holguín. 2007. Variabilidad interanual de la clorofila en el Golfo de California. *Ecología Aplicada*, 6(1,2): 83-92.

Félix-Pico, E.F. & R.S. Sánchez., 1976. *Tercer informe final del programa de orientación técnica para el aprovechamiento de los recursos naturales existentes y prácticas de maricultivos en Bahía Concepción y Ensenada de La Paz*. Secret. Rec. Hidr*.,* 20 p.

Flynn, K.J. 2001. A mechanistic model for describing dynamic multi-nutrient, light, temperature interactions in phytoplankton. *Journ. Plank. Res*., 23(9): 977-997.

Goldman, C.J., J.J. Macarthy & D.G. Peavy, 1979. Growth-rate influence on the chemical composition of phytoplankton in oceanic waters. *Nature*, 279(5710): 210-215.

Jeffrey, S.W. & G.F. Humphrey, 1975. New spectrophotometric equation for determing cholorophyls *a, b, c1 y c2* in algal phytoplankton and higher plants. *Biochem. Physiol. Pfanz. B.P.P.,* 1967: 191-194.

Langdon, CH.J. & R.I.E. Newell. 1990. Utilization of detritus and bacteria as food sources by two bivalve suspension-feeders, the oyster *Crassostrea virginica* and the mussel *Geukensia demissa***.** *Mar. Ecol. Prog. Ser*., 58: 299-310.

Lancelot Van Beveren, C. 1980. A statistical method to estimate the chemical composition of phytoplankton in the southern bigth of the north sea. *Estuar. Coast. Mar. Sci.,* 10: 467-478.

Lechuga-Deveze, C.H., B. Ayala-Rocha & I. Gárate-Lizárraga, 1989. Proteínas, carbohidratos y clorofila *a* de la materia orgánica particulada, en tres diferentes ambientes oceánicos: Mar de Portugal, Golfo de California y NW de Baja California Sur. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol*. *UNAM*, 16(1): 147:156.

Lehrter, C.J., J.R. Pennock & G.B. McManus. 1999. Microzooplankton grazing and nitrogen excretion across a surface estuarine coastal interface. *Estuaries*, 22(1): 113-125.

Lenz, J. 1977. *Seston and its main components. Microbial Ecology of Brackish water Enviroment*. Edited by G. Rheinheimer. Springer-Verlag, Berlin.

López-Cortés. D.J., C.H. Lechuga-Deveze & J.J. Bustillos-Guzmán. 1990. Influencia hidrográfica en la distribución de la materia orgánica particulada en la zona central del Golfo de California (otoño, 1987). *Rev. Latinoamer. Microbiol.,* 33: 305-312.

López-Cortés, D.J., J. J. Bustillos-Guzmán, I. Gárate-Lizárraga, F. E. Hernández-Sandoval & Iban Murillo-Murillo. 2003. Phytoplankton biomasses and hydrographic conditions during El Niño 1997-1998 in Bahía Concepción, Gulf of California, Mexico. *Geo. Inter.,* 42(3): 495-504.

Lowry, O.H., N.J. Rosenbrough, A.L. Farr & R.J. Randall. 1951. Protein mesurement with folin reagent. *J. Biol. Chem.,* 193: 265-275.

Martínez-López, A. & I. Gárate-Lizárraga. 1994. Cantidad y calidad de la materia orgánica particulada en Bahía Concepción en la temporada de reproducción de la almeja catarina *Argopecten circularis* (Sowerby, 1835). *Cienc. Mar.,* 20(3): 301-320.

Martínez-López, A. & I. Gárate-Lizáragga. 1997. Variación diurna de la materia orgánica particulada en una Laguna costera del Golfo de California. *Rev. Biol. Trop*. 45(4): 1421-1428.

Molina-Cruz, A. 1986. Evolución oceanográfica de la boca del Golfo de California. *An. Inst. Cienc. Mar y Limnol*. *UNAM*, 13(2): 95-120 .

Noriega-Cañar, A.M. & J.R. Palomares-García. 2008. Pastoreo por el microzooplancton en Bahía Concepción, Golfo de California, México. *Hidrobiológica*, 18(1): 141-151.

Oren, A. 2005. A hundred years of *Dunaliella*

research: 1905-2005. Saline system 1, 2 doi:10, 1186/1746-1448-1-2

Palomares-García, R., A. Martínez-López & R. De Silva-Dávila. 2003. Winter egg production rates of four calanoid copepod species in Bahía de La Paz, Mexico. Contributions to the Study of *East Pacific Crustaceans* Vol. 2.

Reyes-Salinas, A. 1994. Relación entre estructura hidrográfica y la abundancia, distribución y origen de diferentes expresiones de biomasa del seston orgánico en Bahía Concepción, Golfo de California. Tesis de licenciatura, U.N.A.M. Campus Ixtacala, 53 p.

Rivera-Monroy, V.H., Day, J.W. Twilley, R.R. Vera-Herrera, F. & C. Coronado-Molina. 1995. Flux of nitrogen and sediment in a fringe mangrove forest in Términos lagoon, México. *Est. Coast. Shelf. Sci.*, 40: 39-160.

Santamaría-del-Ángel, E., S. Álvarez-Borrego & F. E. Miiller-Karger. 1994. Gulf of California biogeographic regions based on coastal zone color scanner imagery. *Journ. Geoph. Res*., 99(4): 7411-7421.

Sherr, E. & B. Sherr. 2000. Marine microbes; an overview, 13-46. En Kirchman, D.I. (ed) *Microbial Ecology of the Oceans*. Wiley-Liss, inc. 542 p.

Sverre, M, 1974. Production of carbohydrates by marine planktonic diatoms. I. Comparison of nine different species in culture. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol*., 15: 261-274.

Thihgstd, T.F. 2000. Control of bacterial growth in idealized food webs, 229-260. En Kirchman, D.I. (ed) *Microbial Ecology of the Oceans*. Wiley-Liss, inc. 542 p.

Thunell, C; R., C.J. Pride, E. Tappa & F.E. Muller-Karger. 1994. Biogenic silica fluxes and acumulation rates in the Gulf of California. *Geology*, 22: 303-306p.

Varela, M., M. Álvarez-Osorio, L. Valdés, R. Ana-Miranda, G. de Santiago & E. Costas. 1988. Partición de la materia orgánica particulada en el área de afloramiento de la plataforma de Galicia (NO España) durante la campaña Breogán 684. *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.,* 5(1): 97-108.